



**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO  
FACULDADE DE ENGENHARIA E ARQUITETURA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
Área de Concentração: Infraestrutura e Meio Ambiente**

**Clenara Citron Mureroli**

**ARBORIZAÇÃO URBANA: ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS  
E A CAPTURA DO CARBONO ATMOSFÉRICO**

**Passo Fundo  
2009**

**Clenara Citron Muneroli**

**ARBORIZAÇÃO URBANA: ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS E A CAPTURA DO  
CARBONO ATMOSFÉRICO**

**Orientador: Professor Juan Marcaró, Arquiteto, Dr.**

**Co-orientador: Elmar Luiz Floss, Engenheiro Agrônomo e Licenciado em Ciências, Dr.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia para obtenção do grau de Mestre em Engenharia na Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo, na Área de concentração Infraestrutura e Meio Ambiente

Passo Fundo

2009

Clenara Citron Muneroli

**Arborização urbana: espécies arbóreas nativas e a captura do carbono**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia para obtenção do grau de Mestre em Engenharia na Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo na Área de concentração Infraestrutura e Meio Ambiente

Data de aprovação: Passo Fundo, 27 de março de 2009.

Os membros componentes da Banca Examinadora abaixo aprovam a Dissertação.

Juan José Mascaró, Arquiteto Dr.  
Orientador

Gutemberg Weingartner, Arquiteto Dr.  
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul

Rosa Maria Locatelli Kalil, Arquiteta Dra.  
Universidade de Passo Fundo

Evanisa Fatima Reginato Quevedo Melo, Engenheira Florestal, Dra.  
Universidade de Passo Fundo

Passo Fundo  
2009

## AGRADECIMENTOS

A DEUS por estar sempre do meu lado, perdoando minhas falhas e olhando por mim.

Ao Professor orientador Dr. Juan José Mascaró pelo incentivo, confiança, paciência e principalmente pela grande contribuição na elaboração deste trabalho através de seus ensinamentos e conhecimento.

Ao Professor Dr. Elmar Luiz Floss, pela coorientação e pelo seu grande conhecimento na área da Fisiologia Vegetal contribuindo muito para o desenvolvimento da dissertação.

Ao meu esposo, Luiz Fernando Muneroli, e aos nossos filhos Fernando e Jéssica, pelo amor, carinho e compreensão pelos momentos que não lhes dei atenção quando na elaboração deste trabalho.

Aos meus pais Albino e Lourena, por terem se dedicado e muitas vezes passando dificuldades para manter-me em bom colégio e universidade, pensando em meu futuro, o que contribuiu muito para chegar até aqui.

Aos meus irmãos que são pessoas muito importantes na minha vida e aos meus cunhados pelo apoio e incentivo.

A todos os professores, funcionários e ao coordenador do curso de Mestrado em Engenharia, Professor Dr. Moacir Kripka, pelo aprendizado, incentivo, apoio e colaboração nos momentos do aprendizado.

Aos colegas do curso de Mestrado, pela amizade, companheirismo e por entrarem na minha vida de uma forma tão especial e irão permanecer assim de maneira muito carinhosa.

A todos os amigos que contribuíram para que pudesse concluir este trabalho através do carinho, da ajuda e principalmente por acreditarem e torcerem por mim.

“A continuar a atual cegueira ambiental e exploração irresponsável de nosso outrora pródigo meio natural, serão inevitáveis calamidades de magnitude nunca vista. (...) Somente uma transição rápida e atitudes fundamentalmente novas, atitudes de respeito e integração ecológica, poderão ainda evitar o desastre. Encontramo-nos num divisor de eras.”

José Lutzenberger

## Resumo

O objetivo dessa pesquisa é elaborar critérios ambientais para a arborização urbana na região subtropical úmida do país, enfatizando os aspectos de amenização da poluição do ambiente citadino principalmente, no que se refere a captura de carbono que as árvores realizam através da fotossíntese. Vários são os benefícios que uma arborização urbana bem planejada oferece à ambiência da cidade, não só pelo aspecto ambiental, mas também, no que se refere à qualidade de vida da população. A vegetação nativa também tem destaque dentro do ambiente urbano, por apresentar características importantes ao seu desenvolvimento e desempenho ambiental, tanto em áreas de florestas quanto nas cidades, pois são apropriadas para nossa latitude, clima e morfologia. Essa é a contribuição original que esta pesquisa se propõe, além de sistematizar a literatura existente sobre o tema como base para estudos posteriores. A proposta é utilizar dois locais de estudo de caso, na cidade de Carazinho, RS, um bairro residencial de baixa densidade de ocupação do solo urbano e outro de densidade maior. Para desenvolver o estudo de caso foi realizado um levantamento da situação atual dos bairros de estudo para analisar o material levantado e proceder à verificação sobre os aspectos ambientais de interesse contatados nos trabalhos de campo, principalmente, aqueles relacionados à eficiência das espécies arbóreas nativas na rede de infra-estrutura e na captura do gás carbônico. A seleção de algumas espécies arbóreas nativas que apresentam características especiais para a realização da fotossíntese é fator predominante, a fim de que tais espécies sejam incorporadas à arborização urbana local.

Palavras-chaves: arborização urbana, espécies arbóreas nativas, captura do carbono e ambiência urbana.

## **Abstract**

The objective of this research is to elaborate environmental criteria for an urban arborization in the subtropical damp region of the country, emphasizing the aspects of the pollution improvement in the city environment, mainly, concerning the carbon capture, the trees do through photosynthesis. There are many benefits, a well thought-out urban arborization offers to the city environment; not only in relation of the environmental aspect but also in relation of the quality population life. The native vegetation also appeals inside urban environment; because it presents important characteristics concerning its environmental development and performance, in the forests as well as in the cities, because they are appropriate to our latitude, climate and morphology. This is the original contribution this research proposes, beyond systematizing the reading about the subject as a grounding for future studies. The proposal is to use two study places of the matter in Carazinho city, RS, in a residential neighborhood with a low occupation density of the urban soil and another with a higher density. To develop the study of this matter, a survey of the current situation of the neighborhood was done to analyze the proposed subject and to proceed the checking about the aspects of the environmental interest, counted in the field work, mainly those related to the efficiency of the native arboreal species in the infra-structure net and in the carbon dioxide capture. The selection of some arboreal species to carry out the photosynthesis is a predominant fact, so that these species are incorporated to the local urban arborization.

Key-words: urban arborization. native arboreal species, carbon dioxide capture, urban environment.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fotografia da arborização no passeio público em Mendoza - Argentina.....	23
Figura 2 – Fotografia de ambientes com diferentes densidade e tipos de arborização urbana.....	26
Figura 3 – Estrutura da célula de uma planta demonstrando seu cloroplasto .....	30
Figura 4 - Aumento na concentração de dióxido de carbono de 280 ppm para 350 ppm.	35
Figura 5 - Aumento do gás metano na atmosfera em partes por bilhão (ppb) e o Forçamento Radiativo ( $Wm^2$ ).....	35
Figura 6 - Aumento dos óxidos nitrosos e o Forçamento Radiativo.....	35
Figura 7 – Foto demonstrando como realizar a medida de diâmetro na altura do peito...	41
Figura 8 – Esquema da instrumentação utilizada no Weblab.....	43
Figura 9 – Fotografia da Câmara de Topo Aberto.....	43
Figura 10 – Fotografia com vista aérea da cidade de Carazinho.....	45
Figura 11 – Mapa da localização do Município de Carazinho.....	47
Figura 12 - Imagem de satélite do Município de Carazinho.....	47
Figura 13 – Praça Albino Hilebrant na Avenida Flores da Cunha.....	49
Figura 14 – Mapa com a localização da bacia do Várzea .....	52
Figura 15 – Gráfico com os valores médios mensais da umidade relativa do ar no território carazinhense.....	54
Figura 16 - Desenho com normas para o passeio público em zonas residenciais.....	56
Figura 17 – Desenho com normas para o passeio público em zonas comerciais.....	57
Figura 18 - Mapa de parte da cidade de Carazinho com localização dos trechos A e B..	58
Figura 19 – Caixa de rua com recuo dupla.....	59
Figura 20 – Sombreamento devido posição solar em uma lateral do recuo duplo.....	59
Figura 21 – Foto e gravura da caixa de rua ordinária.....	60
Figura 22 - Gráfico com dados do questionário para a pergunta : Como você classifica a arborização urbana de Carazinho.....	64

Figura 23 - Gráfico com dados do questionário para a pergunta :Qual seu grau de satisfação em relação aos ambientes arborizados em Carazinho?.....	64
Figura 24 - Gráfico com dados do questionário para a pergunta: Quanto a arborização do centro da cidade e do bairro Loeff, como você avalia?.....	65
Figura 25 - Gráfico com dados do questionário para a pergunta:As árvores ajudam na captura do carbono atmosférico?.....	65
Figura 26 - Gráfico com dados do questionário para a pergunta: Ao observar a arborização de Carazinho qual sua opinião em relação ao planejamento?.....	66
Figura 27 - Gráfico com dados do questionário para a pergunta: Quais as vantagens da arborização urbana?.....	66
Figura 28 - Gráfico com dados do questionário para a pergunta: Quais as desvantagens da arborização urbana?.....	67
Figura 29 - Rua Bernardo Paz.....	69
Figura 30 - Rua Pedro Vargas.....	70
Figura 31 - Rua Alexandre da Motta.....	70
Figura 32 - Avenida Flores da Cunha.....	71
Figura 33 - Avenida Flores da Cunha.....	72
Figura 34 - Avenida Flores da Cunha.....	73
Figura 35 - Quadra de estudo na Avenida Flores da Cunha.....	74
Figura 36 - Alternativa que pode ser utilizada em passeio público estreito.....	76
Figura 37 – Tipos de gola que envolvem o tronco das árvores separando do pavimento.	77
Figura 38 - Rua Monteiro Lobato.....	77
Figura 39 - Rua Vila Lobos.....	79
Figura 40 - Rua Antônio José Barlete.....	80
Figura 41 – Rua Marechal Deodoro.....	81
Figura 42 - Rua 3 de Maio.....	82
Figura 43- Rua Antônio Vargas.....	83
Figura 44 - Rua Plínio Brasil Milano.....	84
Figura 45 – Gráfico de medidas da temperatura nos pontos 1,2,3 e4 dos trechos A e B.	89
Figura 46- Gráficos de medidas da umidade nos pontos 1,2,3,e 4 dos trechos A e B.....	90
Figura 47 –Legenda com identificação da forma da copa das árvores.....	96
Figura 48 – Situação da arborização urbana em um trecho da Avenida Flores da Cunha	96

Figura 49 – Legenda com as espécies arbóreas da Avenida Flores da Cunha.....	97
Figura 50 – Distribuição de novas espécies arbóreas na Avenida Flores da Cunha.....	98
Figura 51- Espécies arbóreas presentes em um trecho da Marechal Deodoro no Bairro Loeff.....	99
Figura 52 - Passeio público na Avenida Flores da Cunha às 16h, lado esquerdo com sol sem pedestres e o direito com vários pedestres pela presença de sombra projetada pela edificação.....	99
Figura 53 – Disposição da arborização na Rua Marechal Deodoro no Bairro Loeff.....	100
Figura 54- Relação das espécies presentes na quadra em estudo na Avenida Flores da Cunha.....	100
Figura 55- Disposição da nova proposta de arborização para o trecho B na rua Marechal Deodoro.....	101
Figura 56- Modelo proposto para rua com passeio público estreito.....	102
Figura 57 – Ampliação do passeio público para o plantio de árvores.....	103

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1 - Taxa anual de captura de carbono obtida através das características das árvores.....	39
Tabela 2 - Evolução da população urbana e rural do Município de Carazinho .....	46
Tabela 3 - Principais espécies nativas das vias públicas e praças de Carazinho.....	50
Tabela 4 - Temperaturas médias observadas em Carazinho no ano de 2006.....	53
Tabela 5- Precipitação nos últimos 5 anos no Município de Carazinho.....	53
Tabela 6 - Critérios de seleção para a escolha do trecho A e B.....	57
Tabela 7 - Espécies arbóreas presentes na primeira quadra de estudo na Avenida Flores da Cunha.....	71
Tabela 8- Espécies arbóreas em um dos trechos de estudo da Avenida Flores da Cunha	73
Tabela 9 - Espécies arbóreas em uma das quadras da Avenida Flores da Cunha.....	74
Tabela 10 - Relação das espécies da terceira quadra da Avenida Flores da Cunha.....	75
Tabela 11 - Relação das espécies presentes na Rua Monteiro Lobato, com suas respectivas medidas e algumas características de cada espécie.....	78
Tabela 12 - Espécies arbóreas da Rua Vila Lobos.....	80
Tabela 13 - Classificação das espécies arbóreas na Rua Antônio José Barlete.....	81
Tabela 14 - Espécies arbóreas presentes na Rua Marechal Deodoro.....	82
Tabela 15 - Espécies arbóreas da Rua 3 de maio.....	83
Tabela 16 - Apresenta as espécies arbóreas da Rua Antônio Vargas.....	84
Tabela 17- As espécies arbóreas e suas características presentes na Rua Plínio Brasil Milano.....	85
Tabela 18 - Medidas que devem ser adotadas para a implantação da arborização urbana.....	95

Tabela 19- Cálculo de captura de carbono da situação existente no trecho A.....	97
Tabela 20 – Cálculo simulando a captura do carbono na situação proposta para o trecho A.....	98
Tabela 21 – Planilha com os dados das árvores e a captura de carbono na Rua Marechal Deodoro.....	100
Tabela 22 – Planilha com os dados das árvores e a captura de carbono para a nova proposta no trecho B.....	101
Quadro 1 - Recomendação de localização em relação à rede aérea e subterrânea.....	28
Quadro 2 - Fatores que influem na fotossíntese.....	31
Quadro 3 -. Planilha para cálculo da captura do carbono em árvores de áreas urbanas...	38
Quadro 4: Medição externa da temperatura e umidade no trecho A.....	88
Quadro 5: Medição externa da temperatura e umidade no trecho B.....	88

## LISTA DE SIGLAS

AMAJA: Associação dos Municípios do Alto Jacuí

APO: Avaliação Pós-Ocupação

BA: biomassa de árvores vivas e mortas

BAVT: Biomassa Total de Árvores Vivas

CRE: Certificado de Redução de Emissão

CSW: Central & South West Corporation

DAP: Diâmetro na Altura do Peito

EIA: Energy Information Administration

FEPAM: Fundação Estadual de Proteção Ambiental

GEE: Gases de Efeito Estufa

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPCC: Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas

MDL: Modelo de Desenvolvimento Limpo

ONG: Organização Não Governamental

ONU: Organização das Nações Unidas

OTC: Open-Top Chambers

ppm: parte por milhão

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
1.1	Considerações iniciais.....	16
1.2	Problema da pesquisa.....	17
1.3	Justificativa.....	18
1.4	Objetivos.....	19
1.4.1	Objetivo geral.....	19
1.4.2	Objetivos específicos.....	19
1.5	Escopo e delimitação do trabalho.....	20
1.6	Estrutura do trabalho.....	20
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>21</b>
2.1	Arborização urbana.....	21
2.2	Benefícios da arborização urbana.....	23
2.3	Espécies arbóreas nativas.....	24
2.4	Ambiência urbana.....	25
2.5	Planejamento da arborização urbana.....	27
2.6	Fotossíntese.....	29
2.7	Protocolo de Kyoto.....	31
2.8	Captura do carbono.....	33
2.9	Créditos de carbono.....	36
2.10	Métodos de cálculos para a absorção de carbono.....	37
2.11	Procedimento para determinar a biomassa arbórea viva.....	40
2.12	Câmara de topo aberto.....	42
2.13	Projetos de reflorestamento desenvolvidos por empresas no Brasil .....	44
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>45</b>
3.1	Material.....	45
3.1.1	Caracterização do município .....	45
3.1.1.1	Localização.....	45
3.1.1.2	População.....	46
3.1.1.3	Localização geográfica.....	46
3.1.1.4	Vegetação do Município de Carazinho.....	47
3.1.1.5	Recursos hídricos.....	51
3.1.1.6	Clima.....	52
3.1.1.7	Legislação.....	54
3.2	Seleção da área de estudo.....	57
3.2.1	Descrição do trecho A.....	58
3.2.2	Descrição do trecho B.....	60

3.3	Métodos e equipamentos.....	60
3.3.1	Aplicação do questionário.....	61
3.3.2	Levantamento das espécies arbóreas nos trechos A e B.....	61
3.3.3	Medidas da temperatura e umidade.....	62
4	<b>APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS PARCIAIS.....</b>	63
4.1	Aplicação do questionário para usuários dos trechos A e B.....	63
4.1.1	Resultado dos questionários .....	64
4.1.2	Conclusão parcial dos questionários aplicados.....	67
4.2	Inventário da arborização nos trechos A e B.....	68
4.3	Diagnóstico do trecho A.....	75
4.4	Inventário do trecho B.....	77
4.4.1	Diagnóstico do trecho B.....	85
4.4.2	Conclusão parcial do inventário arbóreo do trecho A e B.....	86
4.5	Medição da temperatura e umidade relativa do ar.....	87
4.6	Análise dos dados obtidos sobre a temperatura e umidade relativa do ar nos pontos de estudo.....	89
4.6.1	Conclusão parcial das medidas da temperatura e umidade relativa do ar....	91
4.7	Critérios utilizados para seleção de espécies arbóreas nativas.....	91
4.8	Proposta de arborização para ser utilizada no trecho A e B.....	95
4.9	Proposta de arborização para passeio público estreito.....	102
4.10	Recomendações para implantação da arborização urbana e a captura de carbono.....	103
5	<b>CONCLUSÃO.....</b>	105
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	108
	<b>ANEXO A</b> - Questionário aplicado para avaliação da opinião do cidadão sobre a arborização urbana de Carazinho no geral e no trecho de estudo A e B.....	116
	<b>ANEXO B</b> - Catalogação das principais espécies arbóreas da região sul do Rio Grande do Sul .....	118
	<b>ANEXO C</b> - Ficha com as características das espécies arbóreas selecionadas do anexo C, para serem usadas na arborização urbana de Carazinho.....	122
	<b>ANEXO D</b> – Chave de identificação ou chave dicotômica que auxilia na descrição das características morfológicas dos vegetais.....	135
	<b>ANEXO E</b> – Desenho representativo de alguns itens das chaves de identificação do anexo E.....	136
	<b>ANEXO F</b> - Planilha para anotação dos dados das espécies arbóreas inventariadas nos trechos A e B.....	137

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Considerações iniciais

Desde muitos anos, o homem tem trocado o ambiente rural para viver nas áreas urbanas. Isso tem provocado um crescimento desordenado das cidades, sem que houvesse tempo necessário para realizar um planejamento adequado, causando mudanças na qualidade de vida e na ambiência urbana. Com o advento da era “desenvolvimentista” e da explosão imobiliária na década de 1960, houve a perda dos jardins privados e a impermeabilização do solo, e o patrimônio das áreas verdes das cidades ficou cada vez mais restritos à arborização de ruas, praças, parques e maciços florestais (MILANO; DALCIN, 2000).

Das últimas declarações dos cientistas sobre as mudanças climáticas causadas pelo Efeito Estufa, começa a surgir a preocupação e a necessidade de mudar os paradigmas que vinham sendo adotados. Extrapolando as tendências e os desafios para assegurar um mundo mais equitativo e sustentável, partindo do pressuposto que essas ações deverão ocorrer o mais rápido possível a fim de reverter ou minimizar os efeitos já provocados. Algumas decisões adotadas no curto prazo exercem influência em longo prazo, tendo um tempo de ajustamento.

A superpopulação no meio urbano tem feito com que o homem procure, cada vez mais, condições que possam melhorar a sua convivência no ambiente, muitas vezes, adverso. A ocupação desordenada das cidades foi provocando mudanças, principalmente, no que se refere à arborização, onde a utilização de uma vegetação apropriada é cada vez mais necessária.

A vegetação é uma das formas de reter o gás carbônico (CO<sub>2</sub>) que é liberado na atmosfera, tendo como causa principal, a queima de combustíveis fósseis, o desmatamento e as queimadas. Por isso, é necessário, cada vez mais, voltar os olhos para a importância da vegetação, pois, a cada dia, o desmatamento de florestas vem aumentando, sem que haja uma fiscalização mais rigorosa. As emissões brasileiras atuais de CO<sub>2</sub> concentram-se em dois

setores: o primeiro, na queima de combustíveis fósseis, que libera por ano de 80 a 90 milhões de toneladas de carbono; e o segundo, na alteração do uso da terra, principalmente a substituição de florestas e savanas por agricultura e pastagem, que libera anualmente de 200 a 250 milhões de toneladas de carbono (NOBRE, 2004).

Muitas vezes, é necessário fazer um replanejamento da arborização, o qual consiste em fazer uma revisão do que existe e traçar diretrizes. É importante que toda Prefeitura defina um Plano Diretor de Arborização de vias públicas, para uma correta orientação técnica e administrativa para não apresentar problemas futuros.

De forma específica, a proposta é arborizar o ambiente urbano utilizando espécies arbóreas nativas, para que a população possa perceber a importância da arborização urbana para melhoria da qualidade de vida, diminuição dos Gases de Efeito Estufa (GEE), e, conseqüentemente, o aquecimento global.

## **1.2 Problema da pesquisa**

Quando a arborização das cidades é implantada sem um planejamento prévio, acaba gerando problemas na ambiência urbana, tais como: utilização de espécies arbóreas exóticas, alergênicas, porte muito grande (atingem fiação elétrica), covas com medidas fora do padrão recomendado (provocam rompimento de calçadas, atingem a rede pluvial subterrânea), não adaptadas ao clima local, entre outros.

Outro fator que muitas vezes, passa despercebido pela população é sobre os benefícios que este tipo de vegetação proporciona aos ambientes, pois aumentam a umidade do ar, minimizam a temperatura, realizam o seqüestro do carbono, servem de alimentação aos pássaros, diminuem a intensidade do vento e aliviam o estresse, não servindo apenas para o embelezamento.

A arborização bem planejada é muito importante, independentemente do porte da cidade ou em que região ela está localizada, ficando mais fácil de ser implantada. Caso contrário, passa a ter um caráter de remediação, à medida que tenta se encaixar dentro das condições já existentes, apresentando problemas de toda ordem.

Muitas dúvidas ocorrem quando há necessidade de elaborar um projeto de arborização para o ambiente urbano, principalmente, na escolha das espécies arbóreas adequadas, para que não causem os problemas já citados, mas que torne o ambiente cada vez mais propício aos seres vivos, mantendo assim qualidade de vida.

O Brasil tem sido responsável pela emissão de carbono na atmosfera, principalmente pelo desmatamento e queimadas. Esses problemas gerados não ocorrem tão somente nos ambientes das florestas, mas também nas cidades, que devido ao seu crescimento, aumentam os problemas com a destruição da vegetação existente, para dar lugar às novas edificações.

Dessa maneira, seria possível amenizar tais impactos, utilizando espécies arbóreas nativas e critérios adequados para o planejamento da arborização urbana.

### **1.3 Justificativa**

Com o aumento da população nos centros urbanos, as áreas de vegetação têm diminuído, dando lugar a edificações e pavimentações de ruas e avenidas, provocando mudanças no habitat original, ao mesmo tempo em que não ocorre planejamento para reposição desta vegetação.

Torna-se necessário que a população e órgãos públicos percebam que o desenvolvimento urbano deve ocorrer, mas sem agredir a paisagem natural dos espaços, principalmente, quando são destacados todos os benefícios que a arborização urbana proporciona ao equilíbrio dos biomas, contribuindo, de certa forma, com o meio ambiente. Dessa forma, é extremamente necessária a realização de um estudo mais específico sobre a importância da arborização, em diferentes ambientes com características individuais, a fim de estabelecer as funções que cada ambiente pode proporcionar à população.

Destacando a relevância deste tema não apenas para o aspecto urbanístico e climático, mas também na captura do gás carbônico, assunto que hoje é muito debatido em todos os países. Existe um grande interesse das empresas em financiar projetos de reflorestamento ou incentivo ao plantio direto na agricultura como forma de reter o carbono da atmosfera, porém existe pouco estudo, principalmente no Brasil, sobre a captura do carbono realizado por árvores no ambiente urbano.

As plantas apresentam um pigmento denominado clorofila, responsável pela absorção da luz solar. Por isso a vegetação é um fator de estabilização que exerce papel fundamental na redução do CO<sub>2</sub>, transformando o carbono em biomassa e assim, contribuindo com o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), que foi criado e introduzido no Protocolo de Kyoto. Sendo assim, centros urbanos bem arborizados também podem contribuir na captura do carbono da mesma forma que as florestas na comercialização dos créditos de carbono, com países que não conseguem estabelecer as metas de redução, dos GEE (Gases de Efeito Estufa). Essa será uma nova alternativa de investimentos que as empresas poderão utilizar, a

fim de investir, apoiar e financiar novos projetos que contemplem a reestruturação da arborização urbana, através do aumento da quantidade de árvores, como forma de influenciar para que as mudanças climáticas não interfiram nos ecossistemas naturais e afetem na fisiologia e produtividade da vegetação.

Planejar a rede de arborização urbana é uma atitude que qualquer município pode adotar, acompanhado por políticas públicas que demonstrem o quanto é importante investir na melhoria desses ambientes, quando o trabalho é coletivo, promovendo a defesa e sustentabilidade do Planeta.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo geral**

Este estudo de caso tem como objetivo estabelecer critérios para o planejamento da rede de arborização urbana na cidade de Carazinho RS, visando amenizar os efeitos dos poluentes atmosféricos e melhorar a ambiência urbana, utilizando espécies arbóreas nativas do Rio Grande do Sul, que contribuam também para captura do carbono atmosférico.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Selecionar espécies arbóreas nativas que podem ser utilizadas na arborização urbana, a partir de critérios que permitam melhorar a captura do carbono sem interferir na rede de infra-estrutura;
- Demonstrar que a floresta urbana é também um meio para a captura do carbono, da mesma forma que as demais florestas, ajudando a minimizar os impactos ambientais;
- Caracterizar o efeito que ambientes arborizados produzem sobre a temperatura e a umidade relativa do ar, nas áreas do estudo de caso;
- Demonstrar a necessidade da elaboração do planejamento da arborização urbana para que as funções ecológicas e químicas, que a vegetação proporciona ao meio ambiente, possam realmente ser efetivadas;
- Analisar métodos de quantificar a captura do carbono em diferentes espécies arbóreas nativas do Rio Grande do Sul.

## **1.5 Escopo e delimitação do trabalho**

O trabalho propõe o estudo de caso da cidade de Carazinho RS, com a análise de duas situações específicas que diferem quanto ao uso do solo, visando analisar e propor critérios para o planejamento da arborização e assim, proporcionar a melhoria da ambiência urbana.

## **1.6 Estrutura do trabalho**

A estrutura do trabalho é composta por cinco capítulos. Além do presente capítulo, no qual é apresentado o problema de pesquisa, a justificativa, os objetivos e as delimitações do trabalho, este relatório está composto por mais quatro capítulos.

No Capítulo 2, é apresentada a revisão de literatura dos principais assuntos aos quais se refere a presente dissertação.

No Capítulo 3, encontram-se relacionados os materiais e métodos utilizados para o desenvolvimento da pesquisa.

No Capítulo 4, são apresentados os resultados e as discussões obtidos através das medidas da temperatura e umidade bem como o levantamento das espécies arbóreas nos trechos A e B do estudo de caso, através de um inventário que ocorreu nos logradouros dos trechos citados. Também serão apresentadas as espécies arbóreas nativas catalogadas para posterior seleção e utilização no planejamento da arborização urbana como propõe este trabalho.

No Capítulo 5, apresentam-se conclusões da pesquisa bem como a análise dos resultados obtidos e recomendações.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 Arborização urbana**

Define-se arborização urbana como um conjunto de áreas públicas ou privadas com cobertura arbórea natural ou cultivadas que uma cidade apresenta. Podem ser inseridas ainda, as áreas verdes com cobertura não arbórea (GREY; DENEKE, 1978; SANCHOTENE, 1994).

Lorusso (1992) conceitua que áreas verdes urbanas entendem-se como o conjunto composto por três setores individualizados que estabelecem interfaces entre si: 1) áreas verdes públicas, compostas pelos logradouros públicos destinados ao lazer ou que oportunizam ocasiões de encontro e convívio direto com a natureza; 2) áreas verdes privadas, compostas pelos remanescentes vegetais significativos incorporados à malha urbana; e, 3) arborização de ruas e vias públicas.

No Brasil a constituição de áreas verdes estruturadas por densa vegetação arbórea, tem início em jardins públicos, sendo um dos primeiros o Passeio Público do Rio de Janeiro, construído em 1779 para servir a população da cidade (TERRA, 2000). Embora destinado a um público muito pequeno, pois eram circundados por um muro, outros jardins surgiram nessa época, em Belém, Olinda, Vila Rica e São Paulo. O plantio e o cultivo das primeiras árvores aparecem inicialmente em praças; somente na segunda metade do século XIX, na arborização das ruas, ainda que, por muitas vezes, pelas mãos de particulares (GOYA, 1992).

Para Mello Filho (1985), as principais funções da arborização urbana são: 1) função química - absorção do gás carbônico e liberação do oxigênio, melhorando a qualidade do ar urbano; 2) função física - oferta de sombra, absorção de ruídos e proteção térmica; 3) função paisagística - quebra da monotonia da paisagem, pelos diferentes aspectos e texturas; 4) função ecológica - abrigo e alimento aos animais; e, 5) função psicológica – bem-estar às pessoas proporcionado pelas massas verdes.

Mesmo condicionando tantos benefícios, de acordo com Lima (1993), as árvores de ruas e avenidas, no geral, continuam sendo danificadas, mutiladas ou mesmo eliminadas, quando se trata de alargamento de ruas, conserto de encanamentos, manutenção de fiação, construção ou reforma de casas, entre outros.

No planejamento da arborização urbana, deve-se considerar o tipo de rua a ser arborizada, pois vias comerciais, residenciais, entre outras, terão um tratamento estético distinto. Em seguida, avaliar o espaço disponível, para selecionar o porte ideal da espécie a ser utilizada. Antes da escolha, é necessário verificar os aspectos morfológicos e dimensionais da composição e estrutura do espaço livre das vias e logradouros quanto à presença ou ausência de fiação aérea, iluminação pública, a localização da rede de drenagem pluvial e da rede de esgoto e de outros serviços urbanos, bem como a largura da calçada e afastamento mínimo nas edificações. Uma forma de obter estas informações é por meio do cadastramento e controle das ruas e praças que permitem uma correta implantação. (BATISTA, 1988).

A arborização do meio urbano é um fator extremamente importante para a qualidade do ar. Uma cortina de árvores, por exemplo, é capaz de reter mais de 80% das partículas inaláveis emitidas pelos motores a diesel (SIRKIS, 1999).

Muita pesquisa já desenvolvida foca a captura de carbono, realizada por plantas cultivadas (soja, trigo, milho...) e por florestas, mas há um esquecimento no que se refere às florestas urbanas, termo este que não é muito usado no Brasil. A Sociedade Internacional de Arborização emprega o termo “urban forestry” – florestas urbanas – já há algum tempo, e caracteriza-a como o envolvimento de todo o conjunto de vegetação arbórea presente nas cidades, independente de sua localização (COSTA, 1997). Sendo assim, este tipo de arborização também é fator importante para a redução dos GEE, devendo ter a mesma ênfase que as demais áreas de vegetação.

Yaakov et al. (1998) reforçam a importância da arborização nos centros urbanos, devido à influência que a vegetação exerce nos parâmetros climáticos de diversas áreas e seus arredores, reduzindo a radiação, a temperatura, gerando a elevação da umidade e reduzindo a velocidade do vento. Alessandro e Schultz (1998), em estudo realizado na cidade de Mendonça, no Sudoeste da Argentina, onde foi empregado para amostragem do material particulado o dispositivo passivo Sigma II, puderam constatar nas áreas verdes com cultivo de árvores um notável decréscimo da poluição atmosférica, sendo isso também percebido em jardins urbanos.

## 2.2 Benefícios da arborização urbana

A arborização urbana pode interceptar a radiação emitida pelo sol, assim como as refletidas pela superfície das edificações e do solo. A sombra emitida pelas árvores ajuda diminuir a temperatura atmosférica da cidade, através da transpiração das folhas, principalmente, nos locais com grande quantidade de concreto e asfalto (McPHERSON, 1992, 1994).

No verão, a arborização, com sua sombra, ajuda a reduzir gastos com energia elétrica, indicada, em regiões de inverno intenso, plantar espécies caducifólias permitindo maior incidência do sol com a finalidade de aquecer as residências e diminuir o consumo de energia elétrica com o uso de ar condicionado (SILVA, 2005).

Na cidade de Mendoza, província da Argentina, existe uma excelente arborização, onde a maioria das árvores são caducifólias (Figura 1), favorecendo o clima, uma vez que devido sua localização nas faldas dos Andes, tem um inverno frio e seco, cujas temperaturas chegam a menos de 10°C e um verão quente e úmido com temperatura acima dos 25°C. Dessa forma, este tipo de espécie arbórea favorece para que a cidade tenha melhor conforto térmico ([http://pt.wikipedia.org/wiki/Mendoza\\_\(Argentina,2008\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/Mendoza_(Argentina,2008))).



Figura 1: Fotografias da arborização no passeio público em Mendoza, Argentina.

As árvores também reduzem a velocidade do vento funcionando como verdadeira barreira, dependendo do tamanho das espécies, forma, folhagem e localização, sendo que sua combinação com arbusto e distribuídas em fileiras, fornecem proteção. No que se refere à

qualidade do ar podem absorver poluentes, pelos estômatos presentes na superfície de suas folhas, interceptando as partículas, sendo as árvores grandes capazes de remover mais ozônio e gás carbônico do que as árvores pequenas (GREY; DENEKE, 1978).

A arborização tanto urbana quanto rural possui capacidade de interceptar as chuvas, reduzindo a taxa e volume das enxurradas causadas pelas tempestades, contribuindo muito para o ciclo hidrológico e redistribuição da umidade, a qual é influenciada pelo formato da árvore, tamanho das folhas e período da desfolha (McPHERSON, 2002). Com a alta taxa de absorção da água, as árvores garantem a umidade do ar, através da transpiração das folhas.

Além dos benefícios já citados no texto, as árvores também são importantes para a estética, pois renovam a paisagem urbana, quebrando a monotonia causada pelas edificações, servem como alimento e abrigo para a fauna silvestre (PAIVA; GONÇALVES, 2002). Ainda existe a questão estética relacionada com o valor econômico dos imóveis, sendo difícil quantificar; contudo, com todos os benefícios que as árvores proporcionam, pode ser visto que há diferença no preço de venda desses imóveis (McPHERSON; SIMPSON, 2002).

Em pesquisas realizadas, percebe-se a atenuação do barulho em locais com grande quantidade de árvores, realizando tal fenômeno através da absorção, deflexão e difração do som (PAIVA; GONÇALVES, 2002).

### **2.3 Espécies arbóreas nativas**

A utilização de plantas nativas em projetos de arborização urbana tem sido usada com muito sucesso, pois ajudam a constituir determinadas paisagens, podendo citar como exemplo, as propostas de Lutzemberger (1985), Sanchotene (1985) e Santos e Teixeira (2001).

As árvores em ambiente urbano estão submetidas a condições diferentes das que são encontradas no seu ambiente natural. Dessa forma, é recomendado utilizar espécies que ocorram naturalmente na região, sem comprometer seu crescimento, adaptabilidade e desenvolvimento.

As condições artificiais dos centros urbanos em relação às áreas naturais têm causado vários prejuízos à qualidade de vida dos habitantes. Sabe-se, porém, que parte desses prejuízos pode ser evitada pela legislação e controle das atividades urbanas, e parte amenizada pelo planejamento urbano, ampliando-se qualitativa e quantitativamente as áreas verdes e arborização de ruas (MILANO, 1987).

A introdução de plantas exóticas é considerada a segunda maior ameaça à conservação da biodiversidade mundial, perdendo apenas para a destruição de habitat pela exploração humana direta. Em épocas mais recentes, a introdução de espécies voltou-se para o comércio de plantas ornamentais, muitas das quais se tornaram invasoras (ZILLER, 2001).

É muito importante a heterogeneidade de espécies na implantação de uma arborização urbana, pois além de ser uma forma de proteger, difundir e valorizar a flora brasileira favorece a sobrevivência de animais que constitui importante elemento do equilíbrio ecológico (TOLEDO; PARENTE, 1988).

De acordo com as recomendações de Grey e Deneke (1978), citados por Milano e Dalcin (2000), cada espécie não deve ultrapassar 10-15% do total de indivíduos da população arbórea, para um bom planejamento da arborização urbana. Segundo Paiva (2000), ao escolher as espécies utilizadas na arborização urbana, deve-se avaliar alguns critérios, como o ritmo e as exigências para o crescimento, o tipo de copa, o porte, a folhagem, as flores, os frutos, os troncos, as raízes, os problemas de toxidez, a rusticidade, a resistência, a desrama natural e a origem das espécies; além de considerar outros fatores relevantes, entre eles, a largura da calçada, a fiação elétrica, o clima, o solo e a umidade.

## **2.4 Ambiência urbana**

A grande concentração de pavimentos e construções nas cidades favorece a absorção de radiação solar diurna e a reflexão noturna. O fenômeno das “ilhas de calor” provoca um diferencial térmico bastante significativo se comparado a locais vegetados (LIMA, 1993). Segundo Mascaró (2004), nas cidades, as plantas são substituídas por superfícies, tais como asfalto, tijolos e concreto. O resultado é um maior aumento da temperatura do ar nas noites de verão nas cidades e em seu entorno imediato. O desenvolvimento de edificações e indústrias em áreas urbanas cresce ocupando o lugar da arborização, que não é replantada, gerando um desconforto na ambiência urbana.

Essa transformação na paisagem, em um cenário urbano, modifica os elementos naturais, como solo, temperatura, umidade, nebulosidade, mecanismos do vento, pluviosidade, flora e fauna. Esses elementos naturais são responsáveis, no geral, pelas condições de conforto ambiental (LOMBARDO, 1990; SANTOS; TEIXEIRA, 2001).

O efeito do ambiente sobre o comportamento humano não é analisado de forma isolada, mas sob todo o contexto em que ele ocorre de forma recíproca, ou seja, tanto o ambiente influencia o comportamento, quanto é influenciado por ele (OKAMOTO, 2002).

Considerando a bi-direcionalidade da relação pessoa-ambiente, ou seja, a pessoa influencia o ambiente e é influenciada por ele, a Psicologia Ambiental concentra sua atenção no estudo dos aspectos que permeiam as conexões entre os processos psicossociais e o contexto físico-territorial e temporal em que ocorrem (ELALI, 2007).

É nesse sentido que há um interesse em saber como o indivíduo reage às condições adversas do ambiente, como, por exemplo, o estresse, que pode ser provocado por problemas ambientais comuns nas grandes cidades (transporte, moradia, alta densidade demográfica, ruído, poluição) têm uma influência sobre o indivíduo que vai depender da sua percepção e análise dos diferentes aspectos que podem causar estresse decorrente do fato de viver num ambiente movimentado (MOSER, 2004).

Observando o aspecto da importância que os ambientes arborizados causam ao bem estar das pessoas, percebemos a influência que o verde proporciona, por ser a cor da firmeza, constância, perseverança, resistência, esperança. E também da segurança, do amor-próprio, da auto-afirmação e do orgulho. Segundo Kandinski (1996), “o verde absoluto é a cor mais calma que existe. Não se acompanha nem de alegria, nem de tristeza, nem de paixão. Esta imobilidade é uma qualidade preciosa, e sua ação é benfazeja sobre os homens e sobre as almas que aspiram ao repouso. A passividade é o caráter dominante do verde absoluto, mas esta passividade se perfuma de unção, de contentamento de si mesmo”.

As reações físicas relacionadas à cor verde são relacionadas ao fato de atenuar a tensão e reduzir a pressão sanguínea, seu efeito é sedativo e relaxante (VALDIR, 2005). A Figura 2 demonstra duas situações de cidade bem arborizada e outra com pouca arborização.



Figura 2: Fotografias de ambientes com diferentes densidades e tipos de arborização urbana.  
Fonte: <http://imagens.google.com.br>. Acesso em 03 jan.2009.

## 2.5 Planejamento da arborização urbana

Grande parte das cidades não apresenta projetos para a arborização urbana. No estado de São Paulo, uma pesquisa realizada em 295 municípios, foi detectado que 26,44% apresentavam projeto de arborização, enquanto que 69,15% não tinham nenhum tipo de planejamento, tal questionário foi aplicado de forma aleatória (WINTERS et al, 1992).

Lorenzi (2001) alerta que “é preciso planejamento”. (...) “é lógico que a maioria das cidades não são planejadas e o espaço existente para as árvores exíguo”. “Não tem área para absorção e infiltração da água”. Para evitar tais problemas em futuros plantios, deve-se levar em consideração as características das árvores a serem utilizadas, condições do solo e da área livre que seja compatível com o porte e outras exigências da espécie para crescimento da árvore (DE ANGELIS, 2000).

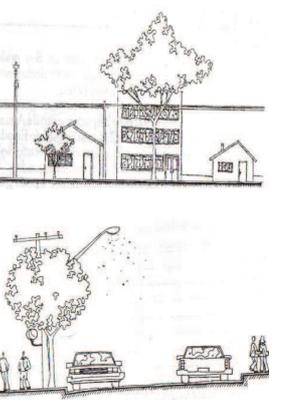
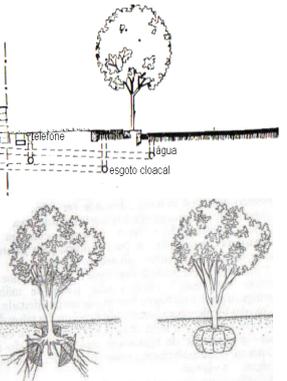
Apesar de todo destaque que se dá sobre a importância de estabelecer um planejamento na arborização das cidades, pelos vários tipos de benefícios que essa vegetação proporciona não se obtiveram muitos avanços, pois poucas cidades brasileiras possuem um inventário e um plano de manejo para suas árvores (TAKAHASHI, 1994). Um inventário visa identificar as necessidades de plantio, manejo das plantas, necessidade de podas, estimativa da taxa de crescimento, condições do local, danos em calçadas, remoção e proteção das árvores (McPHERSON et al., 1999; McPHERSON; SIMPSON, 2002).

A falta de participação da comunidade nos programas de arborização de ruas e a falta de conscientização da importância das árvores no ambiente urbano geram sérios prejuízos aos plantios de árvores de ruas (MILANO, 1984).

O estabelecimento de políticas públicas de gestão sobre áreas verdes de uso público reflete a preocupação com a qualidade do ambiente urbano, onde se busca a utilização dos benefícios ecológicos, econômicos e sociais que a vegetação pode proporcionar para a qualidade de vida dos usuários. Sendo necessário, nas cidades, onde já está implantada a arborização urbana, um acompanhamento técnico, um reformulamento planejado com participação da comunidade, onde serão observadas os seguintes condicionantes: estudo da espécie, comportamento no meio urbano, integralização com os outros elementos da cidade, dimensões de ruas e passeios, altura das construções, presença de redes aéreas ou subterrâneas, localização das diferentes atividades, condições de clima e solo, fluxo de veículos e pedestres (CUNHA, 2005).

Existe um conjunto de elementos estruturais que deve ser observado na elaboração do planejamento da arborização urbana, esses elementos são denominados redes de infra-

estrutura. O Quadro 1 fornece algumas recomendações de localização da arborização urbana em relação aos elementos de infra-estrutura, apresentando seus possíveis conflitos e soluções.

Redes	Conflitos	Soluções	Figura
<b>Aérea</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- atinge a fiação da energia elétrica</li> <li>- atinge a fiação de telefonia</li> <li>- prejudica a iluminação pública</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- usar espécies arbóreas que ficam abaixo ou acima da rede elétrica.</li> <li>- ter uma distância mínima de 1m entre a copa da árvore e a rede de baixa tensão e telefônica ou 2m para a de alta tensão.</li> <li>- usar luminárias que ultrapassa a copa da árvore</li> <li>- uso de cabo ecológico para a fiação elétrica.</li> <li>- poda de manutenção realizada por técnicos.</li> </ul>	
<b>Subterrânea</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- afloramento da raiz e rompimento da pavimentação</li> <li>- penetração da raiz nas canalizações de esgoto e água, rompendo ou entupindo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- poda da raiz por profissionais</li> <li>- cuidar o tipo de raiz das espécies a ser usada</li> <li>- construir muros de proteção para que as raízes cresçam dentro</li> <li>- obedecer à distância equivalente a 2/3 do raio da copa da árvore, entre elas as redes de esgoto e abastecimento de água.</li> <li>- utilizar tubulação resistente</li> <li>- fazer valas profundas</li> </ul>	

Quadro 1: Recomendação de localização em relação à rede aérea e subterrânea.

Fonte: (Mascaró, 2002).

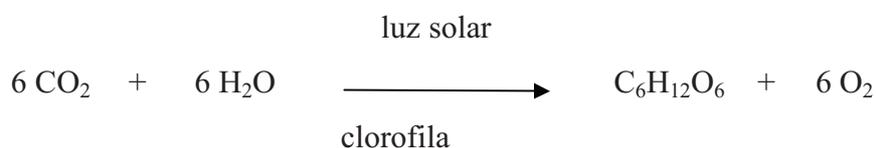
Roberto Burle Marx contribuiu de forma determinante na introdução de elementos naturais junto às estruturas urbanas, valorizando a paisagem construída, inclusive, pela presença de árvores ornamentais, procurando utilizar espécies que eram ignoradas por paisagistas, o que permitiu que algumas fossem salvas de extinção (STRINGHETA, 2005).

A escolha da espécie adequada para ser utilizada em um determinado local é fundamental quando se elabora o planejamento da arborização urbana. Uma escolha bem feita irá diminuir os custos de manutenção que ocorrem quando colocadas em local errado, sem o mínimo planejamento. Durante a fase de planejamento da arborização urbana, vários critérios devem ser adotados: em canteiros centrais de avenidas e em ruas de calçadas largas, pode-se optar por espécies de porte grande e médio, porém em calçadas estreitas, deve-se optar por espécies de pequeno porte para não causar problemas (PAIVA, 2000).

Um projeto paisagístico vai além da escolha das espécies que mais se adaptam ao clima, ao solo e à luminosidade de um determinado local, também é necessário estar atento a todos os elementos que compõem o ambiente, de forma a aproximar mais as pessoas da natureza.

## 2.6 Fotossíntese

O termo fotossíntese significa “síntese utilizando a luz”. Os organismos fotossintetizantes utilizam a energia solar para sintetizar compostos carbonados, formando a biomassa florestal. Essa forma de energia orienta a síntese de carboidratos a partir do dióxido de carbono e água com liberação de oxigênio:



Os organismos fotossintetizantes datam de 3,4 bilhões de anos e seu aparecimento modificou a atmosfera terrestre. Há cerca de 500 mil espécies capazes de realizar a fotossíntese (WILSON, 1988).

O desenvolvimento da planta acontece na presença de luz, através da síntese da clorofila, permitindo, assim, que inicie o processo fisiológico mais importante na vida das plantas, a fotossíntese. A partir deste momento, a planta torna-se independente (autotrófica), pois passa a produzir o seu próprio material orgânico, a partir de substância inorgânica (água e gás carbônico) e utilizando como fonte de energia a luz solar (FLOSS, 2006).

A Figura 3 mostra os cloroplastos dentro da célula vegetal de uma folha, em seguida, um cloroplasto ampliado para a observação de suas estruturas internas, destacando o tilacóide, pois é nessa estrutura que se encontra a clorofila, o principal pigmento existente nos vegetais responsáveis pela fotossíntese.

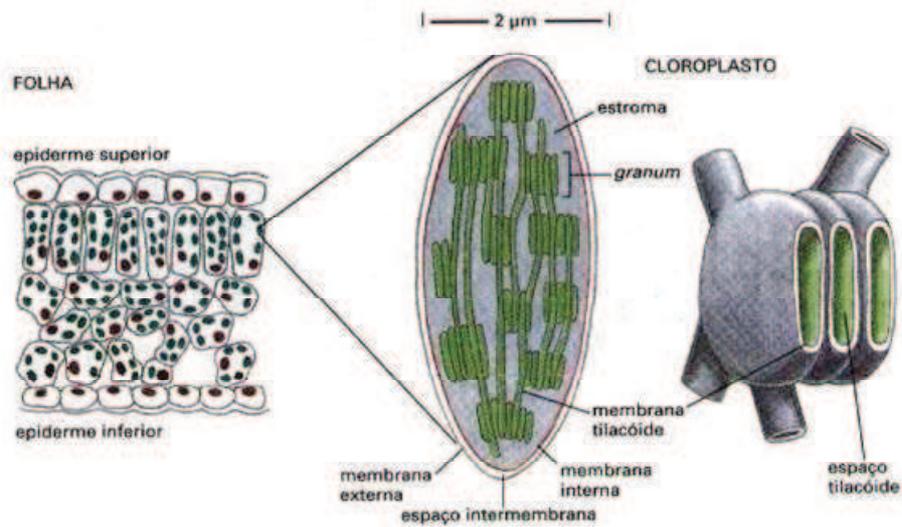


Figura 3: Estrutura da célula de uma planta demonstrando seu cloroplasto.

Fonte: [www.herbario.com.br/cie/universi/teoria/1027clor.htm](http://www.herbario.com.br/cie/universi/teoria/1027clor.htm). Acesso em 22 set. 2007.

O cloroplasto encontrado nas plantas e algas é o local onde ocorre a fotossíntese, sua estrutura marcante é o extenso sistema de membranas internas, os tilacóides, que possuem uma variedade de proteínas essenciais à fotossíntese. A clorofila é um dos pigmentos mais importantes do cloroplasto que absorve, principalmente, a luz vermelha e o azul do espectro solar fazendo com que o comprimento de onda verde reflita para o olho humano. A clorofila **a** e **b** são abundantes nas plantas verdes, e as **c** e **d** em alguns protistas e bactérias.

A deficiência de clorofila pode ser reconhecida pela coloração pálida ou mesmo esbranquiçada da folha e ocasiona uma considerável redução na intensidade fotossintética. Com o aumento do índice de área foliar, há uma maior disponibilidade de superfície fotossintetizante ativa, podendo ocorrer um aumento da taxa de produção de maneira correspondente. Isso realmente acontece, quando os valores do índice de área foliar são baixos. No entanto, quando as plantas estão muito próximas umas das outras, há um intenso auto-sombreamento das superfícies de assimilação e a radiação que atravessa a folhagem em muitos pontos não é suficiente para manter um balaço do carbono (LARCHER, 2000).

Segundo Floss (2006), a realização do fenômeno fotossintético está relacionada com fatores externos (ambiente) e internos (genéticos e fisiológicos) que atuam em conjunto. O quadro 2 apresenta os fatores ambientais que influenciam no processo da fotossíntese.

FATORES EXTERNOS	FATORES INTERNOS
Luz	Idade das folhas
Temperatura	Estrutura e arquitetura das folhas
Água	Conteúdo de clorofila
Gás Carbônico	Índice de área foliar
Nutrientes	
Produtos químicos	
Oxigênio	

Quadro 2: Fatores que influem na fotossíntese  
Fonte: FLOSS, 2006

A distribuição de espécies e o diâmetro da copa das árvores são dois parâmetros fundamentais para determinar o carbono armazenado, pois cada espécie tem sua taxa de carbono armazenado, espécies de pequeno porte apresentam pouco nível de carbono em comparação com as de porte elevado. Dessa forma, plantar árvores urbanas de grande porte torna-se um argumento forte no planejamento urbano por proporcionar a redução do nível de carbono atmosférico (NOWAK, 1993).

As árvores urbanas podem diminuir o nível de carbono atmosférico, através da fixação do carbono pelo processo de fotossíntese. Tais árvores apresentam quatro vezes mais carbono do que as árvores individuais não urbanas, porque a diferença está relacionada com a variação no tamanho do diâmetro das copas (NOWAK; CRANE, 2002). Mc Pherson (1995) num estudo realizado com 118 árvores na cidade de Chicago constatou uma média de crescimento anual do DAP de 1,1 centímetros, em comparação com 0,4 centímetros em árvores plantadas em áreas florestais em Indiana e Illinois/Chicago - USA.

## 2.7 Protocolo de Kyoto

Esse Protocolo foi implantado efetivamente em 1997, na cidade japonesa de Kyoto, a qual deu origem ao nome do protocolo, onde em reunião, oitenta e quatro países se dispuseram a firmar o acordo, comprometendo-se a criar alternativas para diminuir a emissão de gases que são responsáveis pelo aquecimento do planeta, denominados de GEE.

O documento propõe três mecanismos para auxiliar os países a cumprirem suas metas ambientais:

1º Promover parcerias entre países, através da criação de projetos ambientais;

2º Permitir que os países desenvolvidos possam comprar créditos de carbono de países que poluem menos;

3º Desenvolver o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

Com a criação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, pode-se cobrar que os países do Anexo I se comprometam a elaborar e financiar projetos a países em desenvolvimento como forma de cumprir suas metas, criando um comércio de emissões, compensando suas necessidades de redução de emissões.

As possibilidades e a amplitude dos efeitos do MDL sobre a base florestal mundial ainda são incertas. Há grandes variações nas tentativas de quantificar o mercado de carbono, mas países como o Brasil, que possuem vastas áreas passíveis de reflorestamento e clima favorável ao crescimento da biomassa, serão bastante beneficiados com a implantação de novos projetos florestais, que permitirá a fixação de quantidades adicionais de carbono na atmosfera, ou seja, as florestas existentes, que naturalmente já retiram CO<sub>2</sub> da atmosfera, não podem ser contabilizados.

Mediante tudo isso, o Brasil está se antecipando à regulamentação do MDL, criando projetos de fixação de carbono em reflorestamentos passíveis de receberem o Certificado de Redução de Emissão (CRE), criando vários fundos internacionais como o Prototype Carbon Fund do Banco Mundial, que captou US\$ 150 milhões para financiar projetos específicos de “captura” de carbono.

A visão de que o mercado poderia auxiliar nesse processo já vinha sendo discutida, ganhando consistência com a idéia de se criar uma unidade de valor transacionável para reduções de emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE), a tonelada equivalente de carbono, que se constitui em uma espécie de commodity ambiental (COSTA, 1997).

Foi com a entrada em vigor do Protocolo de Kyoto, que cresceu a possibilidade do carbono se tornar moeda de troca, através do mercado de créditos de carbono que pode ser adquirido através da compra e venda.

Dessa forma, o Protocolo visa firmar acordos para que todos os países juntos possam encontrar soluções para a redução na emissão dos gases de efeito estufa, principalmente, os países industrializados, que devem continuar se desenvolvendo, porém, preocupando-se em minimizar os efeitos impactantes ao meio ambiente, visando diminuir a emissão dos gases de efeito estufa em torno de 5,2% entre 2008 e 2012.

Mesmo que as reduções previstas não sejam muito significativas, o acordo é visto como positivo, pois tem um forte peso simbólico, uma vez que é a primeira vez que governos se unem para enfrentar um problema que é de todos. Porém, discordando dos termos do

Protocolo, a comissão norte-americana se retirou do processo de negociação. O Governo Bush não se comprometeu a liderar a restrição de suas emissões, delegando a responsabilidade por estas ações ao setor privado.

Apesar do rompimento unilateral do Executivo americano, uma análise detida da situação demonstra existirem nos EUA algumas ações de apoio à mitigação de mudanças climáticas que são oriundas do Poder Legislativo e de governos estaduais, além de algumas atividades relacionadas com Programas iniciados no Governo Clinton (PCF-Carbon Market 1, 2001).

O Brasil permanece apoiando os avanços na institucionalização do sistema de mudanças climáticas, através dessas ações que representam o cumprimento do dever de casa, pelo menos, temporariamente.

## **2.8 Captura do carbono**

O conceito de captura ou seqüestro de carbono é a absorção de grande quantidade de gás carbônico presente na atmosfera que foi consagrado pela Conferência de Kyoto, em 1997, com a finalidade de conter e reverter o acúmulo de CO<sub>2</sub> na atmosfera, visando à diminuição do efeito estufa. A conservação de estoques de carbono nos solos, oceanos, florestas e outros tipos de vegetação, a preservação de florestas nativas, a implantação de florestas e sistemas agro-florestais e a recuperação de áreas degradadas são algumas ações que contribuem para a redução da concentração do CO<sub>2</sub> na atmosfera, através do processo da fotossíntese (SCARPINELLA, 2002).

Os resultados do efeito da captura do carbono podem ser quantificados através da estimativa da biomassa da planta acima e abaixo do solo, do cálculo de carbono estocado nos produtos madeireiros e pela quantidade de CO<sub>2</sub> absorvido no processo de fotossíntese. Para se proceder à avaliação dos teores de carbono dos diferentes componentes da vegetação (parte aérea, raízes, camadas decompostas sobre o solo, entre outros) e, por conseqüência, contribuir para estudos de balanço energético e do ciclo de carbono na atmosfera, é necessário, inicialmente, quantificar a biomassa vegetal de cada componente da vegetação (Portal Ambiente Brasil, 2007).

O cálculo do potencial de carbono absorvido por árvores urbanas é muito complexo, pois é necessária a observação quanto às diferentes espécies e sua taxa de crescimento. Há três tipos de árvores que podem ser utilizadas na neutralização do CO<sub>2</sub> (as espécies de

crescimento lento, médio ou rápido), pois, segundo Melo e Sanquetta (2008), a diferença de absorção de carbono entre estes três grupos é muito grande.

Hoje existem estudos avançados para realizar o que os cientistas chamam de seqüestro geológico de carbono. É uma forma de devolver o carbono para o subsolo. Os gases de exaustão produzidos pelas indústrias são separados através de um sistema de filtro que coleta o CO<sub>2</sub>. Esse gás é comprimido, transportado e depois injetado em reservatório geológico apropriado, que podem ser campos de petróleo maduros, aquíferos salinos ou camadas de carvão que foram encontradas no solo (TONON, 2007).

O ciclo do carbono passou a despertar maior interesse a partir da década de 1970, quando se tornou evidente o aumento contínuo e constante da concentração do gás carbônico na atmosfera (NEVES, 2002).

São considerados Gases de Efeito Estufa: o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que hoje representa 64% é produzido principalmente pela decomposição da matéria orgânica e queima de combustíveis fósseis, 19% de metano (CH<sub>4</sub>) produzido pela decomposição anaeróbica, 6% de óxidos nitrosos (N<sub>2</sub>O) produzidos pelo uso de fertilizantes nitrogenados e pela combustão, os demais gases representam juntos 11%, o hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>), as famílias dos pfluorcarbonos (compostos completamente fluorados), em especial, o erfluormetano (C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>) e os hidrofluorcarbonos (HFC<sub>5</sub>) estes produzidos por atividades industriais e domésticas (MIGUEZ, 2000). O acúmulo desses gases causou o aquecimento global e, em decorrência dele, as mudanças climáticas, as quais já ocasionaram vários danos ao ambiente.

Desde 1850, com o aparecimento da civilização industrial, começa a dar início ao aumento da produção dos gases de efeito estufa, causado principalmente pela queima dos combustíveis fósseis. Segundo dados divulgados pelo IPCC (Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas), se não forem adotadas medidas para reverter esse quadro, esses gases vão continuar aumentando a temperatura no planeta.

As Figuras 4, 5 e 6 apresentam gráficos das concentrações atmosféricas de dióxido de carbono, metano e óxido nítrico durante os últimos 10.000 anos (painéis grandes) e desde 1750 até 2005 (painéis internos). Essas medições foram realizadas nos núcleos de gelo (símbolos com cores diferentes para estudos diferentes) e amostras atmosféricas (linhas vermelhas). As forças radioativas correspondentes são exibidas nos eixos direitos dos painéis grandes que demonstra a perturbação energética radiativa de um agente que força o aparecimento de um desequilíbrio (gás carbônico, metano, óxidos nitrosos...), quando está positivo (vermelho) indica um sobreaquecimento, quando negativo (azul) causa o sobrefriamento (IPCC/ONU, 2007).

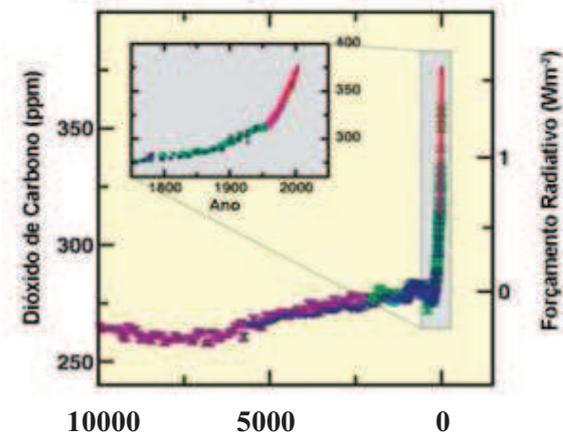


Figura 4: Aumento na concentração de dióxido de carbono de 280 ppm para 350 ppm.  
Fonte: IPCC/ONU, 2007.

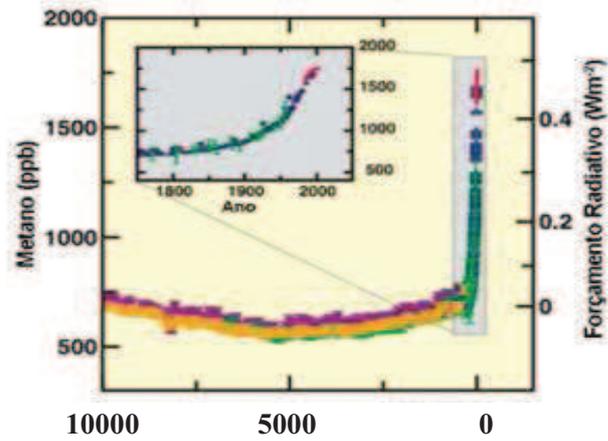


Figura 5: Aumento do gás metano na atmosfera em partes por bilhão (ppb) e o Forçamento Radiativo ( $Wm^2$ ).  
Fonte: IPCC/ONU, 2007.

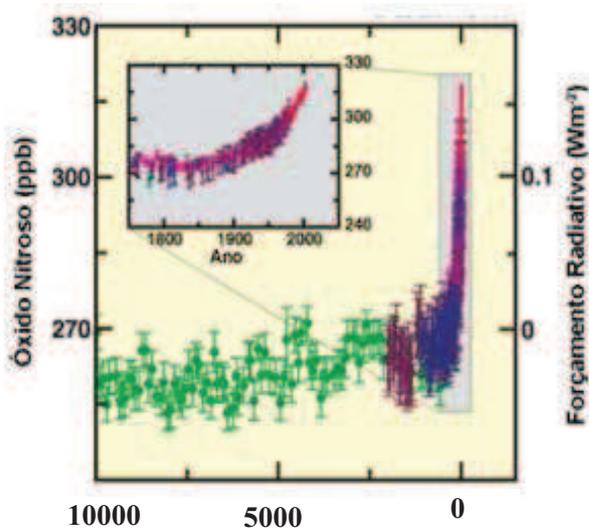


Figura 6: Aumento dos óxidos nitrosos e o Forçamento Radiativo  
Fonte: IPCC/ONU, 2007.

Segundo Eneas Salati nos Anais do Seminário – Emissão x Seqüestro de CO<sub>2</sub> (SALATI, 1994): “a concentração de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) na atmosfera é determinada pelas emissões de CO<sub>2</sub> a partir da queima de combustíveis fósseis e da mudança do uso da terra e absorção de CO<sub>2</sub> pelos oceanos do mundo e também pelos ecossistemas terrestres. Por pelo menos mil anos antes do início do século XIX, a concentração atmosférica variava em menos de 10 ppmv (partes por milhão de volume). Desde 1800, a concentração aumentou de 280 ppmv para mais de 350 ppmv. O aumento não foi constante, mas nos últimos tempos tem sido mais acelerado. O aumento anual na década de 1980 foi, em média, de 1,6 ppmv/ano” (NEVES, 2002).

O atual crescimento dessa concentração deriva da injeção na atmosfera, por ano de cerca de 8 a 9 bilhões de toneladas de carbono (na forma de CO<sub>2</sub>), do total injetado, cerca de 3,2 bilhões de toneladas permanecem na atmosfera e o resto é absorvido pelos oceanos e pelas plantas. A vida média do CO<sub>2</sub> supera os 100 anos, e 15% desse gás perdura por até cinco milênios na atmosfera (NOBRE, 2004).

Outras formas de produção de dióxido de carbono são as queimadas e a decomposição de material orgânico no solo. Os reservatórios de CO<sub>2</sub> na terra e nos oceanos são maiores que o total de CO<sub>2</sub> na atmosfera, contudo, pequenas mudanças nesses reservatórios podem causar grandes efeitos na concentração atmosférica.

## **2.9 Créditos de carbono**

Os créditos de carbono são bônus, que dão o direito ao seu possuidor de emitir gases nocivos correspondentes à cota adquirida, ou representam um compromisso de reduzir a emissão de gases do efeito estufa. Esse mercado baseia-se no chamado "seqüestro de carbono" por florestas, que farão parte do programa de reduções das emissões dos países desenvolvidos, e que deverão ser implementados em países não pertencentes a este grupo.

Estes projetos estariam seqüestrando carbono e ao mesmo tempo, ajudando os países em desenvolvimento, pois estes se beneficiarão de recursos financeiros aplicados nestes projetos (RENNER, 2004).

A conversão do carbono em uma espécie de moeda (certificado de carbono) de troca entre países ricos e pobres fez surgir um novo mercado, o de Crédito de Carbono. Os certificados são títulos que poderão ser trocados entre países ou empresas e que devem

movimentar o comércio de carbono com a cotação da tonelada em dólar (REZENDE; VALVERDE; CARVALHO, 2001).

A ONU (Organização das Nações Unidas) autorizou os países que estiverem aquém das metas assumidas no Protocolo de Kyoto a participar de empreendimento em países em desenvolvimento para a diminuição da emissão de GEE, podendo compensar a poluição produzida em casa com a diminuição de poluição nos países em desenvolvimento ou subdesenvolvidos através da compra de créditos de carbono.

O mercado de carbono oferece oportunidade para que os países pobres preservem seus recursos, para vender seus créditos aos países poluidores. A prefeitura de São Paulo negociou seus créditos de carbono obtidos pela captação do metano produzido pelo Aterro Bandeirantes, com o projeto de biogás para gerar energia elétrica (Revista On Line, 2008).

## 2.10 Métodos de cálculos para absorção de carbono

Existem várias formas para realizar o cálculo de absorção de carbono em árvores, mas o método mais usado é o da determinação do teor de massa seca, através de amostras secas coletadas para poder obter o peso. A biomassa total das diferentes amostras de varias partes da árvore é calculada em porcentagem de massa seca, usando a seguinte fórmula:

$$\% \text{ da massa seca} = (\text{peso seco/peso úmido}) \times 100$$

As amostras, logo após serem coletadas, são pesadas em balança analítica, posteriormente secas em estufa a 60°C, para folhas, e 85°C para as demais amostras, até estabilização do peso e novamente pesadas. Com obtenção do peso seco, são aplicados modelos matemáticos para realizar estimativas, a fim de verificar a correlação entre as variáveis, utilizando uma matriz de correlação linear simples (SANQUETA, 2004).

A partir do peso seco podem ser aplicados vários modelos matemáticos, porém o inconveniente é que diversas espécies arbóreas com DAP (diâmetro na altura do peito) variados necessitam ser abatidas para pesagem e retirada das amostras, da raiz, do tronco, dos ramos e das folhas. A maioria das orientações disponíveis para estimar a captura do carbono não é aplicável para árvores urbanas, para isso a EIA (Energy Information Administration) desenvolveu uma planilha para determinar a quantidade de carbono capturado em projetos de florestas urbanas. Porém, é necessário levar em conta as diferentes espécies, taxa de crescimento e o tempo de vida da árvore (Voluntary Reporting of Greenhouse Gases, 1998).

O método do cálculo para captura de carbono em árvores urbanas ocorreu através de uma investigação realizada pelo pesquisador David Nowak. O guia elaborado por Nowak não é a única forma de estimar a captura do carbono, mas este é um guia simples que pode ser aplicado em vários locais, o relato do programa foi desenvolvido em parceria com o Departamento de Energia dos Estados Unidos, para ser usado em florestas urbanas, por ser uma ferramenta fácil de ser usada, podendo ser aplicada em uma grande variedade de locais no ambiente urbano (Voluntary Reporting of Greenhouse Gases, 1998).

No modelo proposto é determinado o nome comum da árvore, a idade da árvore, seu desenvolvimento (lento, moderado ou rápido), se a árvore é do tipo folhosa ou conífera e se seu porte é pequeno, médio ou grande. O quadro 3 relaciona os itens que devem ser observados para realizar o cálculo de captura do carbono pelas árvores. O item “A” determina as características da espécie, como o nome, tipo de árvore se é folhosa ou conífera e a taxa de crescimento, ou seja, se é lento, médio ou rápido. No item “B”, deve-se indicar a idade da árvore. O item “C” quantas árvores é plantadas ou que existem num determinado local. O item “D” vai estabelecer o fator de sobrevivência da árvore. Para obter esse dado, é necessário o uso da tabela 1. No item “E”, para calcular o número de árvores que sobreviveram, tem que multiplicar o resultado do item C com o item D. O item “F” demonstra a taxa anual que o carbono é capturado, também é necessário consultar a tabela 1. O item “G” fornece o total de carbono capturado, multiplicando o item E com o item F.

Para ser compatível com normas nacionais e internacionais o peso atômico do Carbono deve ser multiplicado por 3,67 para transformar em peso molecular de CO<sub>2</sub> e dividir por 1000 para transformar o valor obtido em toneladas.

A Característica da espécie			B Idade da árvore	C nº de árvores plantadas	D Fator de sobrevivência (tabela 3)	E Nº de árvores que sobreviveram (Cx D)	F Taxa anual do sequestro (tabela 3)	G Sequestro do carbono (ExF)
Nome	Tipo de árvore (F ou C)	Taxa crescimento (L, M ou R)						
Total de sequestro de carbono								
Total de Kg equivalente ao sequestro de CO <sub>2</sub> x 3.67								
Sequestro de carbono equivalente em toneladas /1000								

Quadro 3: Planilha para cálculo da captura do carbono em árvores de áreas urbanas.

Fonte: U.S Department of Energy, 1998

A Tabela 1 apresenta os dados obtidos a partir de vários anos realizando medições do DAP das espécies arbóreas, onde foi observada a taxa de crescimento e idade, com o objetivo de elaborar uma tabela, para calcular a captura de carbono.

Tabela 1: Taxa anual de captura de carbono obtida através das características das árvores (continua).

Idade da árvore	Taxa de crescimento			Taxa anual do seqüestro de carbono por tipo de árvore e crescimento					
				Folhosa			Conífera		
	Lento	Moderado	Rápido	Lento	Moderado	Rápido	Lento	Moderado	Rápido
0	0.873	0.873	0.873	1.3	1.9	2.7	0.7	1.0	1.4
1	0.798	0.798	0.798	1.6	2.7	4.0	0.9	1.5	2.2
2	0.736	0.736	0.736	2.0	3.5	5.4	1.1	2.0	3.1
3	0.706	0.706	0.706	2.4	4.3	6.9	1.4	2.5	4.1
4	0.678	0.678	0.678	2.8	5.2	8.5	1.6	3.1	5.2
5	0.658	0.658	0.658	3.2	6.1	10.1	1.9	3.7	6.4
6	0.639	0.639	0.644	3.7	7.1	11.8	2.2	4.4	7.6
7	0.621	0.621	0.630	4.1	8.1	13.6	2.5	5.1	8.9
8	0.603	0.603	0.616	4.6	9.1	15.5	2.8	5.8	10.2
9	0.585	0.589	0.602	5.0	10.2	17.4	3.1	6.6	11.7
10	0.568	0.576	0.589	5.5	11.2	19.3	3.5	7.4	13.2
11	0.552	0.564	0.576	6.0	12.3	21.3	3.8	8.2	14.7
12	0.536	0.551	0.563	6.5	3.5	23.3	4.2	9.1	16.3
13	0.524	0.539	0.551	7.0	14.6	25.4	4.6	9.9	17.9
14	0.512	0.527	0.539	7.5	15.8	27.5	4.9	10.8	19.6
15	0.501	0.516	0.527	8.1	16.9	29.7	5.3	11.8	21.4
16	0.490	0.504	0.516	8.6	18.1	31.9	5.7	12.7	23.2
17	0.479	0.493	0.505	9.1	19.4	34.1	6.1	13.7	25.0
18	0.469	0.483	0.495	9.7	20.6	36.3	6.6	14.7	26.9
19	0.459	0.472	0.484	10.2	21.9	38.6	7.0	15.7	28.3
20	0.448	0.462	0.474	10.8	23.2	41.0	7.4	16.7	30.8
21	0.439	0.452	0.464	11.4	24.4	43.3	7.9	17.8	32.8
22	0.429	0.442	0.454	12.0	25.8	45.7	8.3	18.9	34.9
23	0.419	0.433	0.445	12.5	27.1	48.1	8.8	20.0	37.0
24	0.410	0.424	0.435	13.1	28.4	50.6	9.2	21.1	39.1
25	0.401	0.415	0.426	13.7	29.8	53.1	9.7	22.2	41.3
26	0.392	0.406	0.417	14.3	31.2	55.6	10.2	23.4	43.5
27	0.384	0.398	0.409	15.0	32.5	58.1	10.7	24.6	45.7
28	0.375	0.389	0.400	15.6	33.9	60.7	11.2	25.8	48.0
29	0.367	0.381	0.392	16.2	35.3	63.3	11.7	27.0	50.3
30	0.359	0.373	0.383	16.8	36.8	65.9	12.2	28.2	52.7
31	0.352	0.365	0.375	17.5	38.2	6.5	12.7	29.5	55.1
32	0.344	0.358	0.364	18.1	39.7	71.2	13.3	30.7	57.5
33	0.337	0.350	0.360	18.7	41.1	73.8	13.8	32.0	59.9
34	0.330	0.343	0.349	19.4	42.6	76.5	14.3	33.3	62.4
35	0.323	0.336	0.339	20.0	44.1	79.3	14.9	34.7	64.9
36	0.316	0.329	0.329	20.7	45.6	82.0	15.5	36.0	67.5
37	0.310	0.322	0.320	21.4	47.1	84.8	16.0	37.3	70.1
38	0.303	0.315	0.310	22.0	48.6	87.6	16.6	38.7	72.7
39	0.297	0.308	0.301	22.7	50.2	90.4	17.2	40.1	75.3
40	0.291	0.303	0.293	23.4	51.7	93.2	17.7	41.5	78.0
41	0.285	0.296	0.284	24.1	53.3	96.1	18.3	42.9	80.7
42	0.279	0.289	0.276	24.8	54.8	99.0	18.9	44.3	83.4
43	0.273	0.283	0.268	25.4	56.4	101.9	19.5	45.8	86.2
44	0.267	0.277	0.260	26.1	58.0	104.8	20.1	47.2	89.0

Tabela 1: Taxa anual de captura de carbono obtida através das características das árvores (conclusão).

Idade da árvore	Taxa de crescimento			Taxa anual do seqüestro de carbono por tipo de árvore e crescimento					
				Folhosa			Conífera		
	Lento	Moderado	Rápido	Lento	Moderado	Rápido	Lento	Moderado	Rápido
45	0.261	0.269	0.253	26.8	59.6	107.7	20.7	48.7	91.8
46	0.256	0.261	0.245	27.6	61.2	110.7	21.3	50.2	94.7
47	0.251	0.254	0.238	28.3	62.8	113.6	22.0	51.7	97.5
48	0.245	0.247	0.231	29.0	64.5	116.6	22.6	53.2	100.4
49	0.240	0.239	0.225	29.7	66.1	119.6	23.2	54.8	103.4
50	0.235	0.232	0.218	30.4	67.8	122.7	23.9	56.3	106.3
51	0.230	0.226	0.212	31.1	69.4	125.7	24.5	57.9	109.3
52	0.225	0.219	0.206	31.9	71.1	128.8	25.2	59.4	112.3
53	0.221	0.213	0.199	32.6	72.8	131.8	25.8	61.0	115.4
54	0.216	0.207	0.193	33.4	74.5	134.9	26.5	62.6	118.4
55	0.211	0.201	0.188	34.1	76.2	138.0	27.2	64.2	121.5
56	0.207	0.195	0.182	34.8	77.9	141.2	27.8	65.9	124.6
57	0.203	0.189	0.177	35.6	79.6	144.3	28.5	67.5	127.8
58	0.198	0.184	0.171	36.3	81.3	147.5	29.2	69.2	130.9
59	0.194	0.178	0.166	37.1	83.0	150.6	29.9	70.8	134.1

Fonte:U.S Department of Energy,(1998)

## 2.11 Procedimento para determinar a biomassa arbórea viva

Outro procedimento que pode ser utilizado para calcular a absorção de carbono, é através da biomassa arbórea viva, que é muito utilizado para florestas, mas pode ser adequado para áreas urbanas, representado por toda a biomassa (tronco, ramos e folhas) das árvores com diâmetros maiores de 2,5 cm. Para estimar o carbono armazenado na biomassa arbórea viva, marcam-se, ao acaso 5 parcelas de 4 x 25 m, onde se realiza o inventário florestal, medindo se a altura com aclímetro e o diâmetro na altura do peito (DAP) de todas as árvores com 2,5 até 30,0 cm de DAP, empregando-se a fita diamétrica (Figura 7),(AREVALO L. A, ALEGRE J.C, VILCAHUAMAN,2002).



Figura 7:Foto demonstrando como realizar a medida do diâmetro na altura do peito.  
Fonte:(AREVALO L. A, ALEGRE J.C, VILCAHUAMAN, 2002).

Se dentro dessa parcela encontram-se árvores com DAP maiores de 30,0 cm, é necessário marcar-se uma nova parcela de 5 x 100m, superposta. Para as árvores, bifurcadas abaixo do DAP, a biomassa é estimada depois de calcular o diâmetro geral da árvore, utilizando a fórmula raiz quadrada da soma dos diâmetros das ramas individuais. Cálculo da biomassa arbórea viva (kg/árvore):

$$BA = 0,1184 \text{ DAP } 2,53$$

BA = biomassa de árvores vivas e mortas em pé 0, 1184 = constante

DAP= diâmetro da altura do peito DAP (cm) 2,53 = constante

Para calcular a quantidade de biomassa por hectare, deve-se somar a biomassa de todas as árvores medidas e registradas (BTAV) seja na parcela de 4m x 25m ou nas de 5m x 100m, ou seja:

$$BAVT \text{ (t/ha)} = BTAV * 0,1 \text{ ou } BAVT \text{ (t/ha)} = BTAV * 0,02$$

BAVT = biomassa total de árvores vivos em t/ha

BTAV = biomassa total na parcela de 2m x 25m ou na de 5m x 100m

0,1 = fator de conversão quando a parcela é de 4m x25m

0,02 = fator de conversão quando a parcela é de 5m x100m

## 2.12 Câmara de topo aberto

Câmara de topo aberto é uma estrutura que possibilita a alteração da concentração de gases em seu ambiente interno, podendo ser aplicado para simular a resistência de determinadas espécies vegetais quando expostas a uma elevada quantidade de gás carbônico, presente na atmosfera, principal gás responsável pelo efeito estufa.

As câmaras são peças importantes para o estudo da influência de mudanças climáticas e seus efeitos sobre as espécies de vegetais, mesmo não sendo possível recriar perfeitamente o ambiente natural dessas espécies, pode-se aplicar alguns fatores que são importantes ao seu desenvolvimento, tais como: luminosidade, umidade relativa, nutrientes do solo, temperatura e precipitação podem ser reproduzidos muito parecidos com o habitat original (DE ANGELIS; SCARASCIA; MUGNOZZA, 1998).

Estas câmaras também são conhecidas como OTCs (do inglês, Open-Top Chambers), apresentam-se como uma ferramenta para estudar a influência das mudanças climáticas nas espécies vegetais, pois permitem a simulação de uma atmosfera com elevada concentração de CO<sub>2</sub>.

A figura 8 demonstra o funcionamento da câmara de topo aberto que conta com um sistema de ventilação, que além de ser responsável pelo enriquecimento de CO<sub>2</sub>, também força a troca de ar no interior da estrutura para que não haja superaquecimento. Um ventilador é acoplado à câmara por um duto circular e produz um fluxo de ar que entra na parte inferior do revestimento da estrutura e sai pelo topo. O reservatório de CO<sub>2</sub> é equipado com uma válvula eletrônica e mecânica para redução de pressão, para controlar o fluxo de gás que é fornecido. O sensor de CO<sub>2</sub> monitora as condições do experimento. A placa grava os dados no computador que apresenta um software desenvolvido para este tipo de instrumento. A figura 4 demonstra como fica OTC já com a vegetação em experimento em seu interior (ROMANO, 2006).

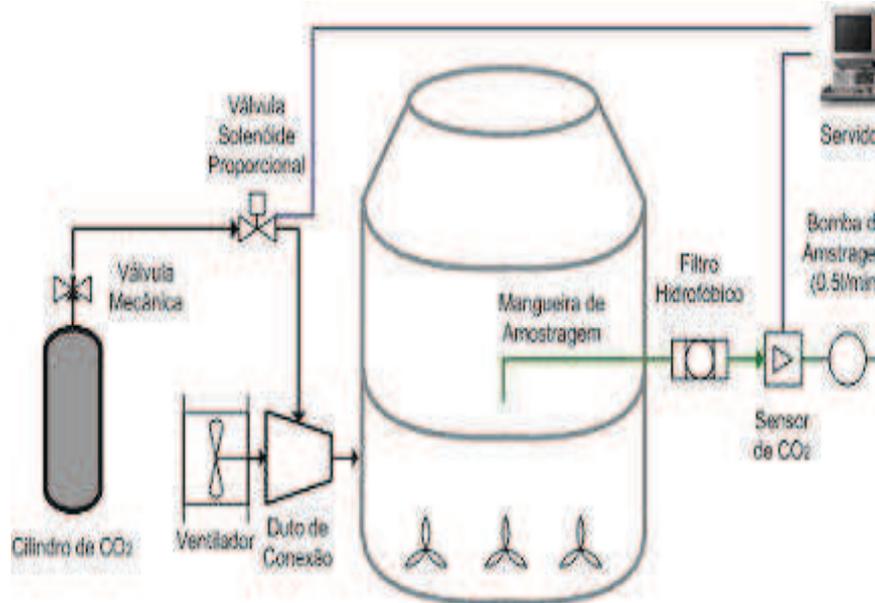


Figura 8 :Esquema da instrumentação utilizada no Weblab  
 Fonte: Romano (2006)



Figura 9: Fotografia da Câmara de Topo Aberto  
 Fonte: Romano (2006)

### 2.13 Projetos de reflorestamento desenvolvidos por empresas no Brasil

Algumas empresas têm desenvolvido ou financiado projetos para reparar danos ambientais, destacamos os projetos de reflorestamento como forma de captar o carbono atmosférico e assim, poderem participar do MDL, comercializando os créditos de carbono. Estas são algumas das empresas e os projetos que estão sendo desenvolvidos no Brasil, a maioria em áreas para reflorestamento em áreas degradadas.

- A Peugeot multinacional francesa pretende reflorestar uma área de 1.200 hectares no Mato Grosso em locais utilizados na pecuária que foram degradados.
- A Texaco está aumentando a reserva no Morro da Mina no Paraná em uma área de aproximadamente 1.000 hectares.
- A American Electric Power 7.000 hectares General Motors 12.000 hectares, também no Paraná.
- A Companhia Vale do Rio Doce 387 hectares de plantio de Eucalipto com um investimento de US\$ 12 milhões e 73.000 hectares para um projeto de captura de carbono.
- A Petrobrás investe US\$ 1,3 bilhões em 3.000 novos projetos, entre eles, destinados ao reflorestamento.
- Projeto Plantar da empresa Plantar tem planejado um investimento de US\$ 23 milhões para plantar 23.000 hectares que irá captar aproximadamente 3 milhões de toneladas de carbono em 21 anos.
- A Central & South West Corporation (CSW) concessionária de energia elétrica dos EUA, projeto de manejo de 7.000 hectares de Mata Atlântica no Paraná.
- O projeto Florestal pretende plantar 4 milhões de árvores em 25 anos no estado de São Paulo.

Além das empresas, também há o envolvimento de universidades, ONGs e governo. Diante disso, é importante o empenho máximo de todos para que estes e outros projetos propostos possam obter os resultados esperados e assim, contribuir para que não haja um super aquecimento do planeta, causado pelo aumento dos GEE (SCARPINELLA, 2002).

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1 Material

A área de estudo de caso está inserida na cidade de Carazinho – RS, sendo um trecho do Centro da cidade e um trecho do Bairro Loeff.



Figura 10: Fotografia com a vista aérea da cidade de Carazinho  
Fonte: Prefeitura Municipal de Carazinho, 2006

#### 3.1.1 Caracterização do município

##### 3.1.1.1 Localização

O Município de Carazinho localiza-se, distante 295 km da capital do Estado, na Região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul, com coordenadas geográficas globais

28°15'15" (latitude sul) e 52°42'20" (longitude oeste). O Município faz parte da Associação de Municípios do Alto Jacuí – AMAJA, que abrange 23 municípios. Juntamente a outros 22 municípios, Carazinho integra o Conselho de Desenvolvimento da Região da Produção – CONDEPRO (2008).

### 3.1.1.2 População

A população total do município de Carazinho, conforme estimativa do IBGE em 2007 é de 58.197 habitantes, distribuídos numa área territorial total de 665 km<sup>2</sup>, sendo 114,75 km<sup>2</sup> compreende no perímetro urbano e 550,25 km<sup>2</sup> de áreas rurais. A densidade populacional na área urbana é de pouco mais de 508 habitantes/km<sup>2</sup>, e a densidade populacional rural de aproximadamente 6,50 habitantes/km<sup>2</sup>. Existem em Carazinho 38.750 eleitores. A evolução da população urbana e rural do Município é apresentada na Tabela 2, onde se pode constatar que, nos últimos anos, a população foi migrando da área rural para a urbana.

Tabela 2. Evolução da população urbana e rural do Município de Carazinho.

<b>População</b>	<b>1960</b>	<b>1970</b>	<b>1980</b>	<b>1991</b>	<b>1996</b>	<b>2000</b>	<b>2007</b>
Rural	-	13.008	11.793	8.025	3.692	3.618	-
Urbana	-	29.544	41.913	50.745	53.267	56.239	-
Total	31.881	42.552	53.706	58.770	56.959	59.857	58.197

Fonte: CENSO IBGE, 2007.

### 3.1.1.3 Localização geográfica

O Município de Carazinho é considerado altamente estratégico, pois se encontra entre o maior entroncamento rodoviário do sul do Brasil, no cruzamento entre a rodovia BR 386 e a rodovia BR 285. Pela rodovia BR 386 (Estrada da Produção) são escoadas praticamente a totalidade da produção de soja e trigo do Rio Grande do Sul, e devido à sua importância para a economia do estado, estima-se sua duplicação em um futuro breve. A BR 285 (Rodovia do MERCOSUL) é o eixo rodoviário que liga São Paulo a Buenos Aires, e caracteriza-se por ser um grande corredor de exportação e fluxo de cargas entre os países do sul do continente e os estados do centro do Brasil.



#### a) Vegetação das Formações Pioneiras

É uma vegetação bastante variada que ocorre nas planícies baixas e inundáveis do rio da Várzea e rio Glória, desempenham uma grande importância ecológica, servindo de habitat de aves, roedores, répteis e mamíferos.

Ao longo das margens dos rios nos locais onde a drenagem do solo é melhor, predominam espécies arbustivas e arbóreas de médio e grande porte. A partir da colonização, estas vegetações foram sendo progressivamente eliminadas, por diversas razões, sendo a principal o uso do solo para a agricultura (soja, milho, trigo...).

#### b) Floresta Umbrófila Mista

A vegetação encontrada nesta área é classificada, dentro dos domínios da Floresta, Umbrófila Mista, é uma formação vegetal cujo desenvolvimento está intimamente relacionado à altitude, possui alta tendência ao gregarismo, principalmente, evidenciada em *Araucaria angustifolia*, e várias espécies *Nectandra sp.*, além de outras latifoliadas (VELOSO; GOES FILHO, 1982).

Devido à ação antrópica, essas florestas têm sido afetadas de forma radical, por meio da redução da área e até mesmo da eliminação de muitos dessas nas últimas décadas, restando apenas capões de mata, que são manchas de vegetação arbórea com araucária, característica do planalto médio, onde ocorre com maior frequência.

#### c) Vegetação Secundária

Esta vegetação ocupa, de forma natural, as áreas em que a vegetação original florestal, arbustiva ou herbácea foi removida. Encontra-se em vários estágios de desenvolvimento, herbáceo, arbustivo e arbóreo, dispersos por toda a área do Município.

O acelerado aumento do desmatamento das florestas trouxe, como consequência o surgimento de enormes áreas de vegetação secundária (ou seja, plantas que substituíram a cobertura original, chamada vegetação primária) em vários estágios de desenvolvimento, localmente chamada de “capoeira”.

Os campos (savanas) se caracterizam dentro deste tipo de vegetação por apresentar estrato herbáceo constituindo basicamente por gramíneas cespitosas, em menor escala, rizomatosas, que estão distribuídas de forma isolada ou pouco agrupadas.

As espécies arbóreas fazem parte de um estágio avançado de sucessão da vegetação, que estão presentes em muitos locais no Município, geralmente, ao longo de arroios,

formando uma floresta de galeria. Como este diagnóstico é obtido através de dados secundários, não atuais, é possível que muitos agrupamentos vegetais arbóreos não sejam exclusivamente secundários, mas originais de Floresta Ombrófila Mista, que foi sendo alterada.

#### d) Vegetação urbana

Na área urbana, a vegetação está localizada em praças, parque, áreas particulares e vias públicas. O município dispõe de 12 praças que apresentam infra-estrutura de lazer para uso da população, porém a maioria dos bairros não tem este espaço verde.

Destaca-se a Praça Albino Hilebrant no centro da cidade, com um fluxo maior de pessoas que circulam diariamente no local e tem grande utilidade para o lazer nos finais de semana, atualmente esta sendo realizado o manejo de algumas árvores danificadas ou exóticas, substituídas por espécies nativas mais apropriadas.



Figura13: Praça Albino Hilebrant na Avenida Flores da Cunha

Quanto às vias públicas, em algumas áreas da cidade, apresentam uma quantidade satisfatória de espécies arbóreas, porém em outras áreas há poucas árvores ou até mesmo não apresenta vegetação. É comum encontrar árvores de espécies e porte inadequados, necessitando de poda e supressão.

A Tabela 3 apresenta o nome popular, nome científico e o status de conservação das principais espécies arbóreas das vias públicas e praças de Carazinho.

Tabela 3 - Principais espécies nativas e exóticas das vias públicas e praças de Carazinho.

Nome Popular	Nome Científico	Status de Conservação
Aroeira-piriquita	<i>Schinus molle</i>	LC
Aroeira-vermelha	<i>Schinus terebinthifolius</i>	LC
Butiá	<i>Butiá capitata</i>	EN
Canafistula	<i>Peltophorum dubium</i>	LC
Chuva-de-ouro	<i>Senna multijuga</i>	LC
Figueira	<i>Ficus pertusa</i>	LC
Guapuruvu	<i>Schizolobium parayba</i>	DD
Jerivá	<i>Syagrus romanzoffianum</i>	DD
Ipê- roxo	<i>Tabebuia avellanedae</i>	NT
Ipê-amarelo	<i>Tabebuia umbellata</i>	NT
Jacarandá-mimoso	<i>Jacarandá mimosaeifolia</i>	DD
Manduirana	<i>Senna macranthera</i>	DD
Paineira	<i>Chorisia speciosa</i>	LC
Pata-de-vaca	<i>Bauhinia candidans</i>	DD
Pau-ferro	<i>Caesalpinia férrea l.</i>	LC
Pinheiro-do-Paraná	<i>Araucária angustifólia</i>	VU
Sibipurana	<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	NT
Umbu	<i>Phitolacca dióica</i>	NT
Uvaia	<i>Eugenia pyriformis</i>	LC
Acácia-trinervis	<i>Acácia longifólia</i>	DD
Cinamomo	<i>Melia azedarach</i>	DD
Hibisco	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	DD
Cássia-imperial	<i>Cássia fistula</i>	DD
Ligustro	<i>Ligustrum japonicum</i>	DD
Grevilha-anã	<i>Gravillea preisii</i>	DD
Grevilha-robusta	<i>Grevillea robusta</i>	DD
Espatódea	<i>Spathodea campanulata</i>	DD
Escova-de-macaco	<i>Callistemon liniars</i>	DD
Espirradeira	<i>Neriun oleander</i>	LC
Ficus	<i>Ficus sp</i>	LC
Cipreste	<i>Cupressus lusitanica</i>	DD
Cipreste-italiano	<i>Cupressus semprepervirens</i>	DD
Acácia-mimosa	<i>Acácia podalyriaefolia</i>	DD
Ipêzinho-de-jardim	<i>Tecoma stans</i>	LC
Perna-de-moça	<i>Brachychiton populneum</i>	LC
Extremosa	<i>Lagerstroemia indica</i>	DD
Ficus	<i>Ficus sp</i>	DD
Uva do Japão	<i>Hovenia dulcis</i>	LC
Tipuana	<i>Tipuana tipu</i>	LC

Fonte: Plano Ambiental Municipal,2007.

A tabela 3, apresenta o nome científico, o nome comum e o status de conservação, das principais espécies arbóreas das vias públicas e praças de Carazinho.

Status de Conservação das Espécies:

- 1) Regionalmente Extinta (RE) - espécies que estão sabidamente ou presumivelmente extintas no estado.
- (2) Criticamente em Perigo (CR) - espécies que, de acordo com os critérios específicos, estão sob um risco extremamente alto de extinção na natureza.

- 3) Em Perigo (EN) - espécies que, de acordo com os critérios específicos, estão sob um risco muito alto de extinção na natureza.
- 4) Vulnerável (VU) - espécies que, de acordo com os critérios específicos, estão sob um risco alto de extinção na natureza.
- 5) Quase Ameaçadas (NT) - não está ameaçada no presente, mas é provável que esteja em um futuro próximo.
- 6) Não Ameaçadas (LC) - são espécies que não estão ameaçadas no presente e apresentam pouca probabilidade de estarem em um futuro próximo.
- 7) Dados Insuficientes (DD) - indica a necessidade de obtenção de mais dados, principalmente, a respeito de abundância e distribuição, para que o status da espécie possa ser corretamente avaliado.

#### **3.1.1.5 Recursos hídricos**

O Município de Carazinho encontra-se fisicamente entre as Bacias Hidrográficas do Rio Uruguai e do Rio Guaíba, entre o limite das Bacias do Rio da Várzea e do Alto Jacuí.

A Bacia do Rio da Várzea possui uma área de 9.508,42 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 7,52% da área total da Bacia Hidrográfica do Uruguai; 170.078 pessoas residem na Bacia do Rio da Várzea, o que equivale a 12,03% do total da população residente na Bacia do Uruguai; possui uma vazão média anual de 276,51 m<sup>3</sup>/s. Os principais sistemas aquíferos aflorantes desta bacia são o Serra Geral I e Serra Geral II. Dentre os usos não consultivos da Bacia do Rio da Várzea, destaca-se a geração de energia, a mineração, o turismo/lazer e a pesca.

Na Bacia do Rio da Várzea, Carazinho possui 50,98% do seu território, o que equivale a uma área de 339,49 km<sup>2</sup>, e um total de 1.273 habitantes.

A Bacia do Alto Jacuí possui uma área de 13.037,20 km<sup>2</sup>, o que equivale a 15,42 do território atribuído à Bacia Hidrográfica do Guaíba, possui 277.332 pessoas residindo sobre sua área, o que equivale a 5,29% do total da população residente sobre a Bacia do Guaíba. Possui uma vazão média anual de 316,39 m<sup>3</sup>/s, e possui os principais sistemas aquíferos aflorantes atribuídos ao Sistema Serra Geral I e Serra Geral II.



Tabela 4. Temperaturas médias observadas em Carazinho no ano de 2006.

Mês	Temperatura mínima	Temperatura máxima	Temperatura média do mês
Janeiro	15,6	35,3	23,9
Fevereiro	13,2	34,7	22,7
Março	10,4	34,3	22,1
Abril	6	30,7	18,6
Mai	2,2	27,8	13,9
Junho	4,1	27,2	15,2
Julho	-0,8	27,1	15,6
Agosto	0	28,9	14,8
Setembro	-1,9	31,3	15,6
Outubro	9	35,3	20,5
Novembro	6,9	34,2	20,8
Dezembro	15,2	36,7	24,2

Fonte: Cooperativa Cotrijal, 2007.

## b) Pluviometria

Em termos pluviométricos, o território de Carazinho se caracteriza por apresentar chuvas bem distribuídas, o que gera um regime fluvial homogêneo. Na região, as chuvas são mais abundantes na primavera e no verão, diferentemente do que em outras regiões do estado, como a Campanha, por exemplo, onde as estações mais chuvosas são o outono e o inverno.

Conforme tabela 5, observa-se que existe uma alta volatilidade entre as médias anuais de chuvas no Município nos últimos 5 anos. O mês de agosto possuiu o menor volume de chuvas dentre todos os meses e o mês de outubro com maiores precipitações.

Tabela 5. Precipitação nos últimos 5 anos no Município de Carazinho.

Mês	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Janeiro	174	193	119	129	194	124
Fevereiro	58,5	257	89	0	123	71
Março	434	141	30	104	128	112
Abril	136	136	188	311	53	181
Mai	254	43	263	333	27	284
Junho	305	189	186	419	141,5	39
Julho	135	167	97	104	157,5	283
Agosto	232	39	40	224	122	114
Setembro	318	95	244	148	104	329,5
Outubro	441	215	207	557	120	184
Novembro	201	186	204	282	319	-
Dezembro	357	548	71	152	91	-
<b>Total do Ano</b>	<b>3045,5</b>	<b>2209</b>	<b>1738</b>	<b>2763</b>	<b>1580</b>	<b>-</b>

Fonte: www.cotrijal.com.br, 2007.

### c) Umidade Relativa do Ar

A umidade relativa do ar no território carazinhense apresenta uma média anual de 77% com variações médias mensais entre 68 e 84%, correspondentes aos meses de dezembro (menor umidade) e junho (maior umidade). A variação das médias mensais correspondentes aos 12 meses do ano para a região de Carazinho é apresentada na Figura 15. Estes valores médios indicam um clima significativamente úmido, característico dos municípios da região sul do Brasil.

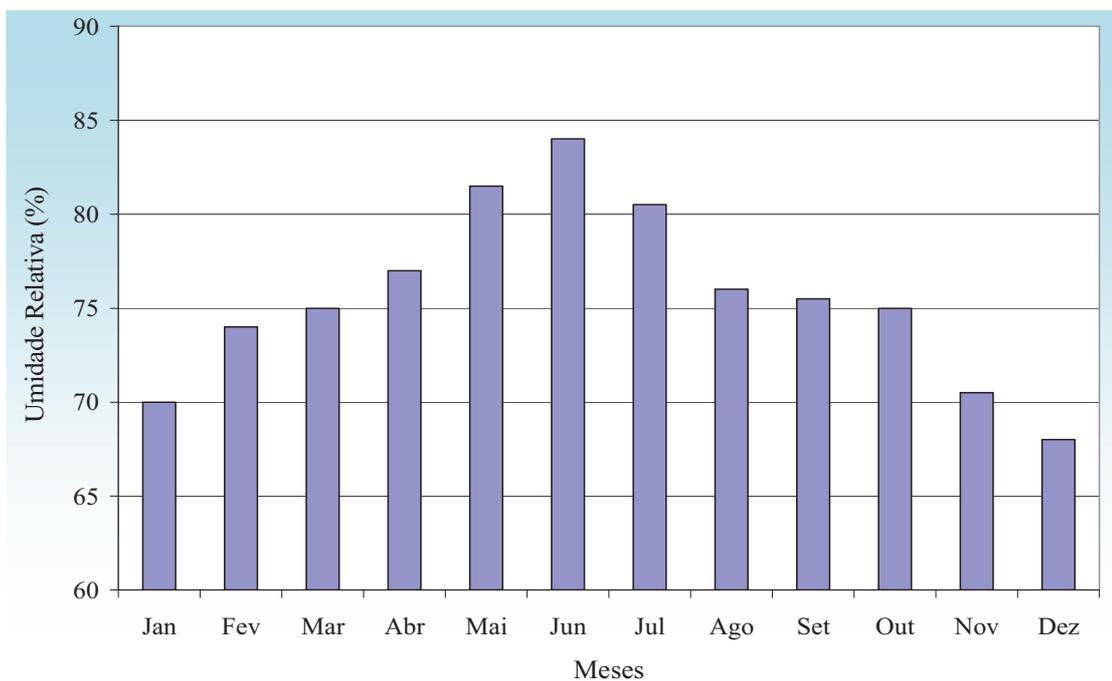


Figura 15: Gráfico com os valores médios mensais da umidade relativa do ar no território carazinhense.  
Fonte: Plano Ambiental do Município de Carazinho, 2007.

#### 3.1.1.7 Legislação

No Código de Posturas do Município de Carazinho, Lei Complementar nº 03/1985, em seu Artigo 20 – O proprietário, titular do domínio útil ou o possuidor, a qualquer título de imóvel situado em zona urbana do Município e em logradouro pavimentado é obrigado a manter ou executar:

- a) Muro ou cerca, na parte fronteira do logradouro;
- b) Passeio pavimentado;

§1º - Danificados os passeios ou outros logradouros pela arborização das vias públicas, repara-los-á o Município a sua custa.

§2º - Os passeios deverão ser em basalto regular antiderrapante nas Zonas Comerciais 1 e 2 e nas demais poderão ser feitos em concreto bruto.

§3º - Constatado o descumprimento do “caput” do presente artigo, o proprietário do imóvel será notificado, pessoalmente, via correio ou através de publicação na imprensa local para efetuar o melhoramento no período de 60 dias, sob pena de multa de mil reais por trimestre do não cumprimento, até o máximo de três por exercício.

§4º - Decorridos dois meses sem que tenha o responsável executado as obras e serviços previstos nesta Lei e constantes da intimação, poderá o Município executá-los, sem prejuízo da multa referida no parágrafo anterior, cobrando o valor correspondente a seu custo, com acréscimo de 20% a título de administração.

O município de Carazinho possui Lei de Arborização urbana Nº 6653/2007, que foi aprovada pelo legislativo municipal em dezembro de 2007, também no mesmo ano foi aprovado pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente o licenciamento ambiental. Hoje o município é responsável por fiscalizar as Leis Ambientais que anteriormente era realizada pela FEPAM- Fundação Estadual de Proteção Ambiental.

No município, para que ocorra corte ou poda de árvores, o contribuinte tem que obter uma autorização no Departamento de Meio Ambiente, que pertence a Secretaria de Desenvolvimento, Indústria, Comércio, Habitação e Meio Ambiente. O licenciamento realizado no município teve início no mês de janeiro de 2008, através da municipalização da Lei Ambiental.

Todas as ações relacionadas com a arborização urbana seguem as regras expostas na Lei nº 6653/2007, o mesmo para os atos de infração cometidos com a arborização, sejam eles ocorridos em propriedade pública ou privada. No Capítulo VIII da Lei nº 6653/2007, que se refere ao Plano de Arborização, destaca-se:

**Art. 41.** Os membros do DEMA, automaticamente, farão parte da equipe responsável pela elaboração e implementação do Plano de Arborização, cabendo a este estruturar e planejar a arborização da cidade, respeitada a legislação ambiental vigente.

**Parágrafo Único.** O Plano de Arborização será compatível com as definições do Planejamento Urbano e textos legais vigentes, devendo considerar, pelo menos, os seguintes aspectos, a serem normatizados pelo DEMA:

- a) Normas para Arborização: espécimes, técnicas para plantio de mudas, tamanho, sanidade, época, dimensões das covas, tipos de solo e adubação, tutoramento, amarração, uso de protetores, canteiros e dimensões, localização e distanciamentos;
- b) Inventário da arborização urbana: o inventário de arborização urbana deverá ser realizado a cada três anos, através de técnicas e procedimentos adequados, dando-se publicidade;
- c) Estabelecimento de índices mínimos de arborização por bairro: através do inventário da arborização deverão ser estabelecidos índices mínimos a serem ampliados, progressivamente, através de campanhas educativas de plantio de árvores na cidade, obedecidas as normas estabelecidas em Lei.

Dessa forma é importante que nesse plano de arborização seja também observado a capacidade das espécies arbóreas em capturar o carbono atmosférico, procurando utilizar aquelas que contribuam para minimizar o impacto que o carbono provoca ao meio ambiente.

No Plano Diretor, Código de Obras e Código de Postura não menciona medidas de largura do passeio público, apenas normas que não estão regulamentadas em Lei, para passeio público em zona residencial e em zona comercial. As figuras 16 e 17 apresentam medidas e formas de revestimento para ser usado no passeio público.

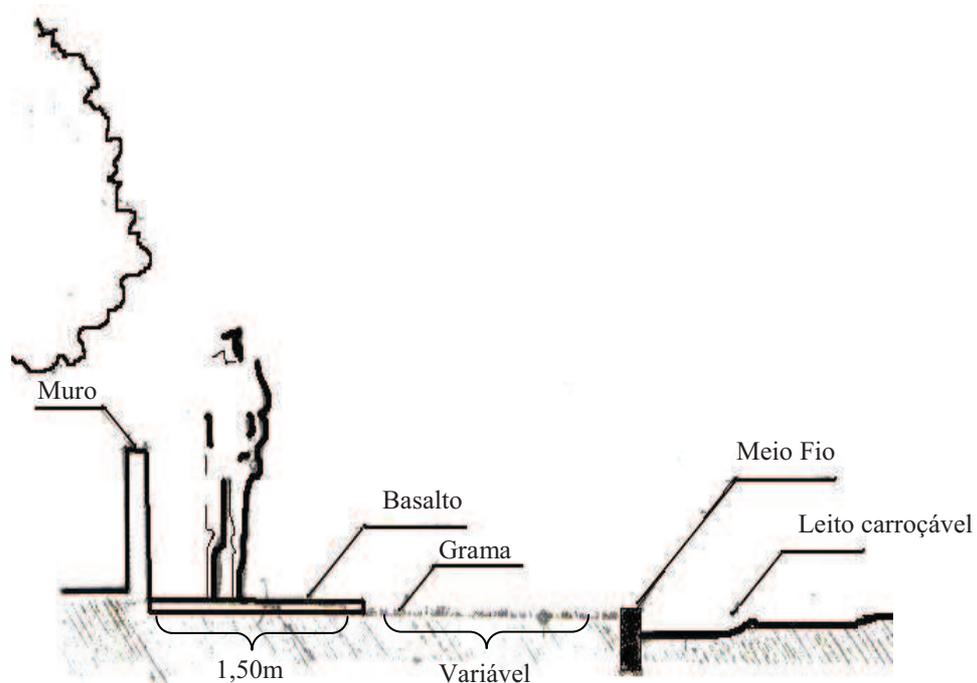


Figura 16: Desenho com normas para passeio público em zonas residenciais  
 Fonte: Folder da Prefeitura Municipal, programa de passeio público – direito do pedestre, 2002.

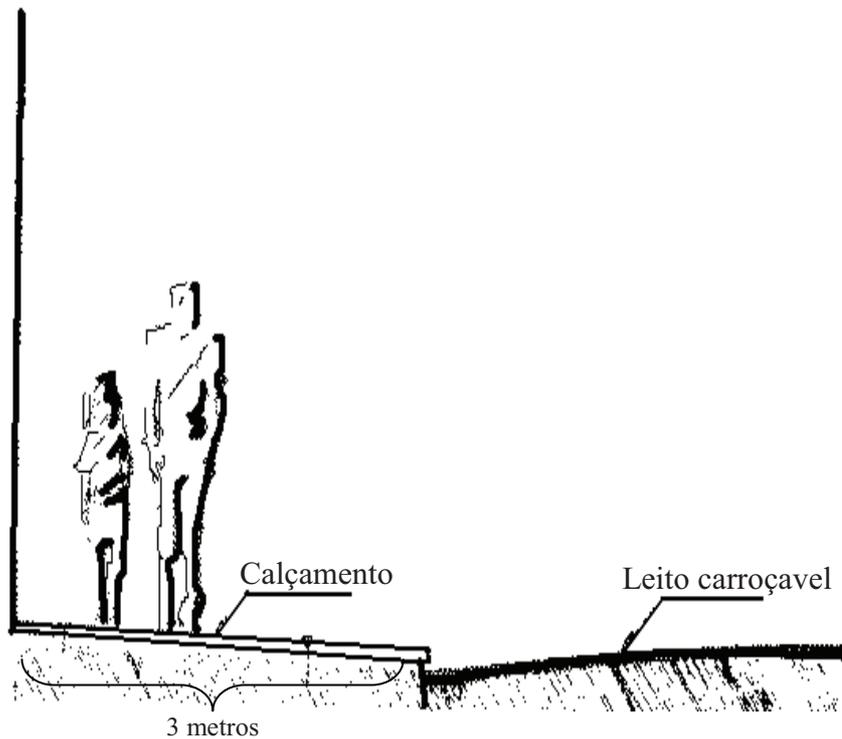


Figura 17. Desenho com normas para passeio público em zonas comerciais  
 Fonte: Folder da Prefeitura Municipal, programa de passeio público – direito do pedestre, 2002.

### 3.2 Seleção da área de estudo

O trabalho foi desenvolvido em duas áreas da cidade de Carazinho, RS, que são denominadas de trecho A e trecho B. Foram realizadas observações e catalogação da arborização urbana existente nos logradouros, bem como a coleta de informações, através da aplicação de questionário, medição de temperatura e umidade, para propor um planejamento para a arborização urbana que seja apropriada para as duas áreas de estudo.

As seleções das duas áreas ocorreram através de alguns critérios, apresentados na tabela 6 que foram fatores determinantes para a escolha dos dois trechos de estudo.

Tabela 6: Critérios de seleção para a escolha do trecho A e B

Trecho A	Trecho B
Alta densidade de ocupação do solo	Baixa densidade de ocupação do solo
Caixa de rua larga	Caixa de rua estreita
Maior fluxo de pessoas e automóveis	Menor fluxo de pessoas e automóveis
Vegetação adulta que causa interferências na rede de infraestrutura aérea	Vegetação nova que não causa interferência na rede de infraestrutura
Menor interferência de vento pela edificação elevada	Maior interferência do vento pela baixa edificação
Maior pavimentação do solo (asfalto)	Menos pavimentação (pedra basalto)
Menor infiltração de água no solo	Maior infiltração de água no solo
Zona residencial e comercial	Zona residencial

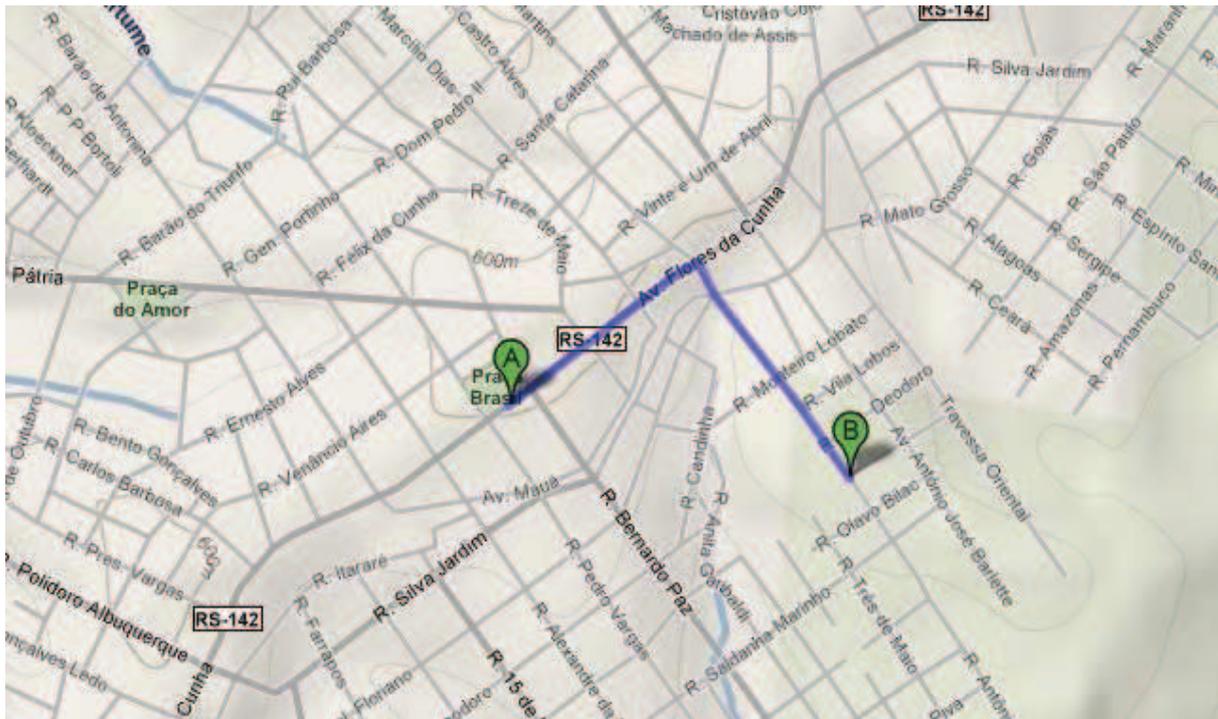


Figura18: Mapa de parte da cidade de Carazinho com localização dos trechos A e B  
 Fonte: <http://maps.google.com.br/maps>,2008.

### 3.2.1 Descrição do trecho A

Este trecho é um recinto circular devido ao trânsito de veículos e pessoas, pois é um bairro no centro da cidade que, além de ser residencial, também é comercial. As edificações possuem na maioria dois pavimentos, com uma arquitetura da década de 1930, apresentando alguns prédios mais modernos, porém, em menor proporção. O local é configurado como um recinto consolidado, devido à maioria dos prédios serem antigos. Apresenta calçadas para passeio largas com três metros e meio de largura, canteiro central com três metros de largura, apresentando duas pistas asfaltadas com dez metros de largura cada lado, circulação de veículos de pequeno porte, não sendo permitida a circulação de ônibus e caminhões.

A calçada para passeio no lado esquerdo sentido Leste/Oeste, não apresenta árvores, no lado direito, a arborização existe apenas em uma das quadras estudadas, a maior parte das árvores estão no canteiro central da Avenida. A rede de infra-estrutura responsável pela distribuição de energia elétrica localiza-se acima das árvores do canteiro central, não tem fiação nas calçadas do passeio lateral, quanto à canalização da rede pluvial, localiza-se na lateral das calçadas do passeio. Os fios da rede de telefonia acompanham os da eletricidade no canteiro central, porém um pouco mais abaixo.

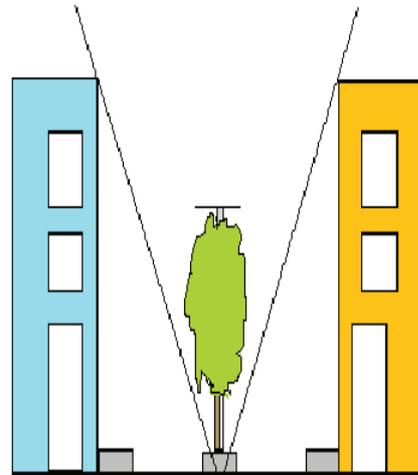


Figura 19: Caixa de rua com recuo duplo.

A parte térrea dos prédios é ocupada por lojas comerciais de vestuários, eletrodomésticos, móveis, farmácias, óticas, calçados, perfumes e bancos. Por esse motivo, durante a semana, há um grande fluxo de pessoas e veículos circulando, diminuindo no final de semana.

Nesse trecho está localizada a praça principal da cidade, que é muito utilizada pela comunidade, como área de lazer junto com a família e amigos. Tanto no verão quanto no inverno, o lado esquerdo da avenida é ensolarado fazendo com que no verão haja um desconforto provocado pelo calor do sol devido à falta de árvores. O canteiro central tem uma boa quantidade de árvores que percorrem toda a Avenida, principalmente, no trecho de estudo.

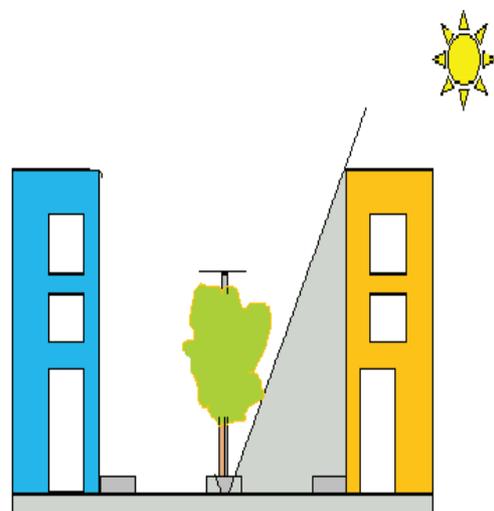


Figura 20: Sombreamento devido posição solar em uma lateral do recuo duplo.

### 3.2.2 Descrição do trecho B

O trecho B apresenta corredor com paisagem linear, permitindo criar passeios para pedestres, os quais formam um recinto urbano amenizado pelo ruído dos veículos e a poluição ambiental. É um bairro novo exclusivamente residencial, as edificações são de um ou dois pavimentos, com edificação moderna em diferentes estilos. Não tem canteiro central, apenas calçada lateral, algumas com três metros, outras com dois metros de largura e o calçamento das vias de acesso tem paralelepípedo medindo nove metros de largura.

As árvores estão nas calçadas de circulação dos pedestres; em alguns pontos desse trecho há carência de espécies arbóreas ou até mesmo não possuem nenhuma árvore. É um trecho bem calmo, devido ao baixo fluxo de pessoas e automóveis, não apresenta interferência da rede elétrica com a arborização, pois a maioria das árvores ainda não atingiu sua altura limite, no geral, são plantadas isoladamente, de copada pequena com grande espaço entre elas, permitindo passagem da luz.

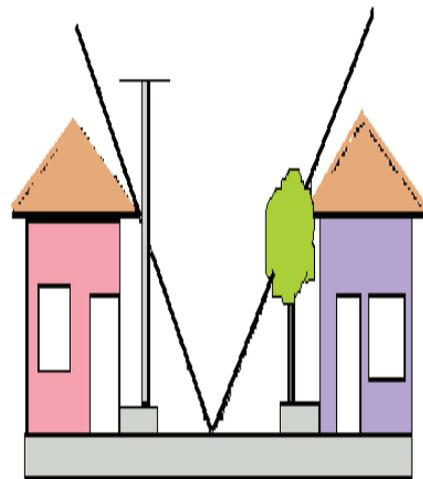


Figura 21: Foto e gravura com caixa de rua ordinária

### 3.3 Métodos e equipamentos

A coleta de dados foi realizada nos dois trechos de estudo, onde foi aplicado um questionário aos usuários para avaliação do grau de satisfação em relação aos ambientes arborizados e um inventário das espécies arbóreas para avaliação do tipo de vegetação

encontradas nestes locais de estudo. Medidas de temperatura e umidade foram realizadas em ambientes arborizados e sem arborização para comparação dos dados levantados.

### **3.3.1 Aplicação do questionário**

O questionário foi aplicado às pessoas que residem ou trabalham nos trechos A ou B, para avaliar o grau de satisfação destes quanto à arborização urbana da cidade de Carazinho e dos trechos pesquisados. No total, foram aplicados 50 questionários, sendo 40 no trecho A por apresentar um universo maior de população, segundo dados levantados no censo do IBGE em maio de 2007, possui aproximadamente 793 moradores distribuídos em 294 residências, e 10 questionários no trecho B, por apresentar aproximadamente 110 moradores em 33 residências.

O trecho A tem uma população aproximadamente seis vezes maior que o trecho B, o número de questionários aplicados nos dois trechos foram determinados, baseando-se no número de habitantes. Dessa forma foram aplicados 10 questionários no trecho B e 40 no trecho A.

Os dados obtidos foram processados e tabulados a fim de gerar gráficos, que permitam analisar as informações, tornando possível identificar a opinião dos usuários. O modelo de questionário foi elaborado com base em APO, Avaliação Pós-Ocupação (ORNSTEIN, 1992).

A aplicação ocorreu através de entrevista face a face com livre escolha nas respostas. Garantindo o anonimato dos respondentes, as perguntas não têm uma seqüência lógica, onde o roteiro estipulado segue os objetivos da pesquisa.

### **3.3.2 Levantamento das espécies arbóreas nos trechos A e B**

O conhecimento do patrimônio público, através do inventário da vegetação, permite a análise dos dados nos dois trechos de estudo, caracterizando as espécies arbóreas existentes para assim estabelecer um diagnóstico da real situação das árvores de pequeno, médio e grande porte que estão presentes em ambos os trechos, com o propósito de elaborar um planejamento adequado a cada um dos locais.

O levantamento dos dados foi desenvolvido entre os meses de maio e junho, através do preenchimento de uma planilha (anexo G), onde foram anotados os dados coletados, relacionando o nome comum, o nome da espécie, a altura, o diâmetro da copa, o diâmetro do caule na altura do peito - DAP, o estado geral, a injúria, o tipo de pavimento, o afloramento da

raiz, o tipo de fiação e o tipo de poda que deve ser realizada com o objetivo de analisar as espécies existentes nos locais e seu atual estado de conservação.

### **3.3.3 Medidas da temperatura e umidade**

No desenvolvimento da pesquisa, foram realizadas medições da temperatura e umidade, em dois pontos de cada trecho estudado.

As medidas foram feitas com o aparelho termômetro/higrômetro de máxima e mínima, modelo digital, desenvolvido pela TFA Germany (Alemanha), que mede em grau Celsius/Fahrenheit a temperatura e umidade relativa do ar em porcentagem. A leitura da temperatura e umidade ocorreu a um metro do solo, na sombra do corpo, com um tempo de espera de dois minutos para realizar as anotações.

As medições foram registradas, observando o horário entre 10h às 16h, nos dois trechos, onde as medidas ocorreram no mesmo dia com um intervalo de 10 minutos, entre um trecho e outro.

Foram estabelecidos quatro pontos de medição, sendo dois no trecho A e os demais no trecho B. No trecho A, o ponto 1 foi localizado na Avenida Flores da Cunha no canteiro central em frente ao nº 1572 arborizado, o ponto 2 localiza-se em uma rua transversal da Avenida, a Rua Alexandre da Mota nº 728 sem arborização.

No trecho B, o ponto 3 localiza-se na Rua Vila Lobos nº 125 com mais árvores e o ponto 4 na Rua Antonio Vargas nº 581 não arborizada.

## **4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Neste capítulo, são apresentados os resultados parciais obtidos na aplicação do questionário, no inventário vegetal, medição de temperatura e umidade nos dois trechos em estudo.

### **4.1 Aplicação do questionário aos usuários do trecho A e B**

A aplicação dos questionários foi realizada face a face com o entrevistado, os critérios para a quantidade aplicada em cada trecho ocorreu baseado em dados fornecidos pelo IBGE de Carazinho, na coleta realizada no censo de abril de 2007. O trecho A faz parte da Zona Comercial 1 - ZC1 de acordo com o Plano Diretor do Município. Durante a semana, triplica o número de pessoas que se deslocam de seus bairros de origem para ir trabalhar nesse local, o trecho B é Zona Residencial 1-ZR 1. Foram aplicados 40 questionários no trecho A e 10 no trecho B, totalizando 50 questionários, as questões (anexo A) visam conhecer o grau de satisfação dos usuários quanto aos ambientes arborizados na cidade de Carazinho, bem como seu conhecimento a respeito da captura do carbono atmosférico realizado pela vegetação.

No trecho A, foram entrevistadas 40 pessoas sendo 18 homens e 22 mulheres, com idade acima dos 20 anos, sendo 7 com ensino fundamental, 23 com ensino médio e 11 com ensino superior.

No trecho B, foram entrevistadas 10 pessoas, 6 do sexo feminino e 4 do sexo masculino, também com idade acima dos 20 anos, sendo 3 pessoas com ensino médio e 7 com ensino superior.

Quando falamos em planejamento adequado para a introdução da arborização urbana em determinados Bairros da cidade é importante saber o que os usuários pensam a respeito de ambientes arborizados, para que as espécies introduzidas venham ao encontro das expectativas da maioria dos moradores nos locais de estudo.

#### 4.1.1 Resultado comparativo dos questionários

Os gráficos a seguir apresentam os resultados da aplicação dos 50 questionários aos usuários do trecho A e B respectivamente.



Figura 22: Gráfico do questionário para a pergunta: Como você classifica a arborização urbana de Carazinho?

Esta pergunta teve como objetivo conhecer a opinião dos usuários sobre a situação atual da arborização de Carazinho. A maioria dos entrevistados classificaram a arborização como razoável, explicaram que faltam árvores e também destacaram os problemas ocasionados por interferência na rede de infraestrutura.

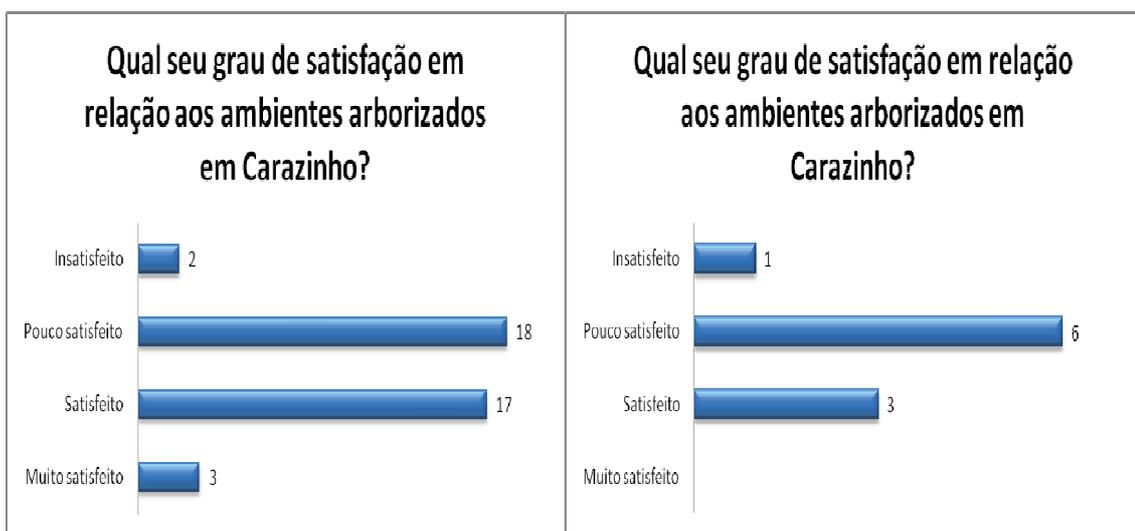


Figura 23: Gráfico com dados do questionário para a pergunta: Qual seu grau de satisfação em relação aos ambientes arborizados em Carazinho?

No trecho A, o número de usuários satisfeitos e pouco satisfeitos é muito parecido, enquanto que, no trecho B, a maioria está pouco satisfeita com os ambientes arborizados em Carazinho, reforçando a resposta da pergunta anterior, onde foi apontado que a arborização urbana da cidade atualmente é razoável, ou seja, pode ser melhor estruturada.

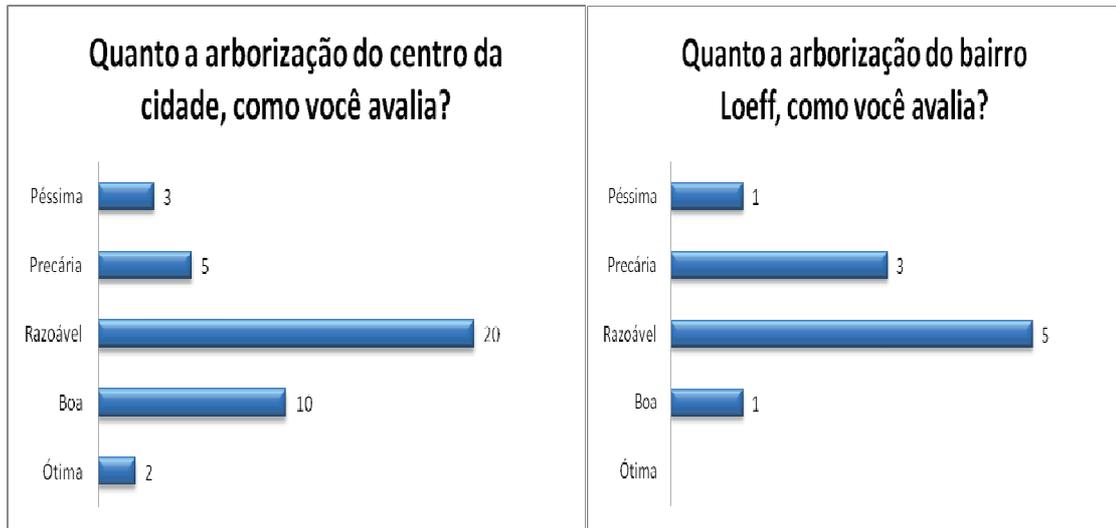


Figura 24: Gráfico com dados do questionário para a pergunta: Quanto à arborização do centro da cidade e do bairro Loeff, como você avalia?

Sobre a pergunta referindo-se a arborização do bairro onde o usuário mora e/ou trabalha, os resultados das respostas mostra que a maioria dos usuários considera razoável ou precária a arborização nestes locais em específico.

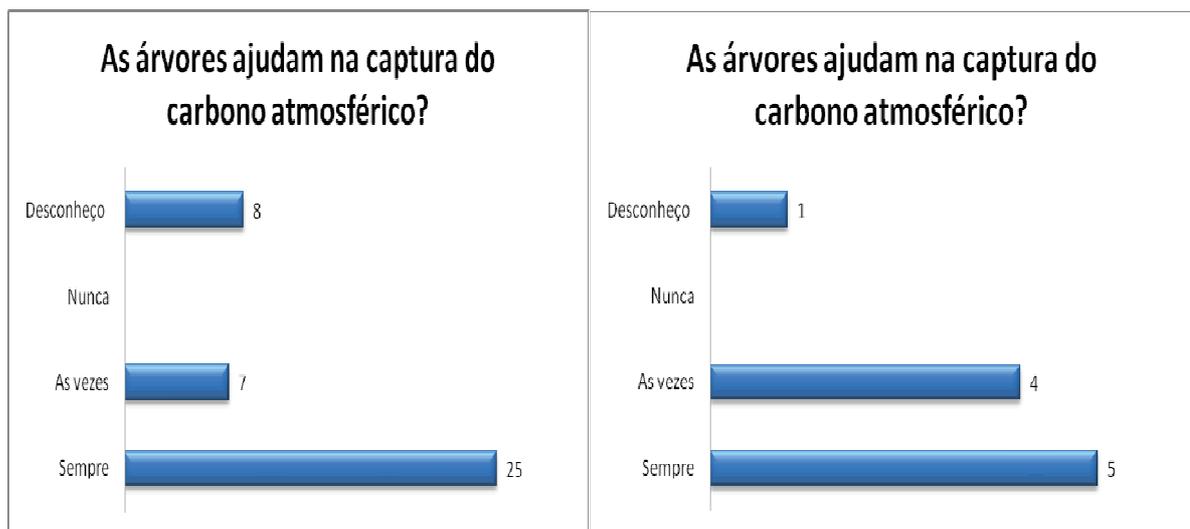


Figura 25: Gráfico com dados do questionário para a pergunta: As árvores ajudam na captura do carbono atmosférico?

Os usuários na maioria demonstraram possuir um certo conhecimento sobre o assunto abordado nesta questão, sendo importante a obtenção deste dado já que este trabalho aborda a melhoria da arborização urbana, para aumentar a captura do carbono e as árvores desempenham papel fundamental neste processo através da realização da fotossíntese.

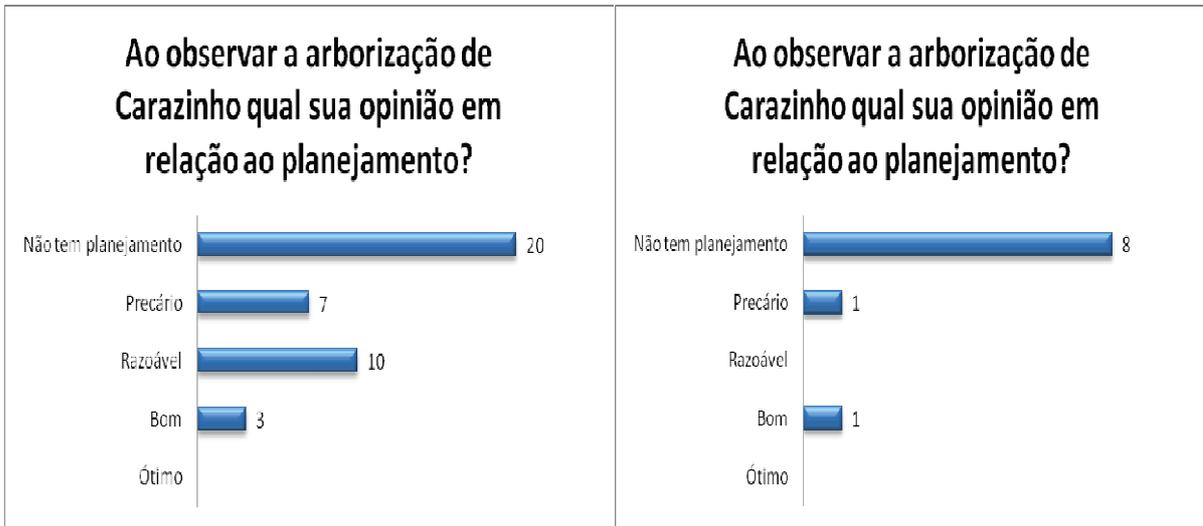


Figura 26: Gráfico com dados do questionário para a pergunta: Ao observar a arborização de Carazinho qual sua opinião em relação ao planejamento?

Nas respostas desta questão, os usuários estão convictos de que realmente não há planejamento na arborização urbana de Carazinho, pois a maioria dos entrevistados definiram não haver planejamento na arborização urbana de Carazinho, pelos vários problemas encontrados e por que vários ambientes da cidade não possuem arborização.

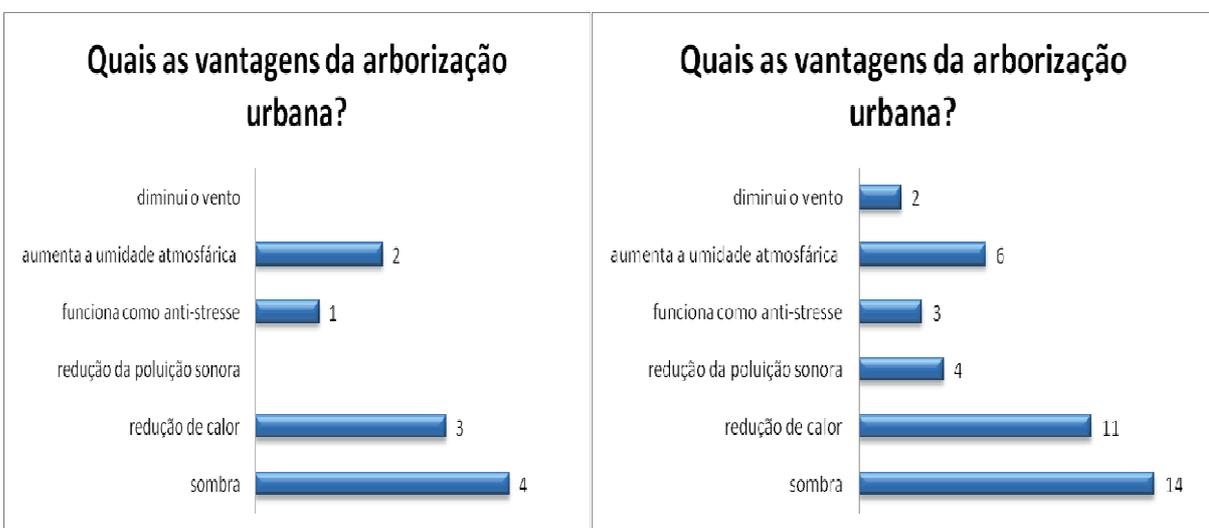


Figura 27: Gráfico com dados do questionário para a pergunta: Quais as vantagens da arborização urbana?

Na elaboração de um projeto de arborização urbana, é importante saber como o usuário se sente em relação ao seu ambiente e, a partir disso, poder traçar planos de ação para implantar a arborização seguindo diretrizes que proporcionem ao usuário o conforto ambiental esperado.

A escolha das vantagens que a arborização traz ao ambiente urbano os usuários que responderam ao questionário puderam escolher três opções. Nos dois trechos de estudo A e B, os três itens mais destacados quanto aos benefícios que as árvores proporcionam ao ambiente, é a presença da sombra, a redução do calor e o aumento da umidade atmosférica.

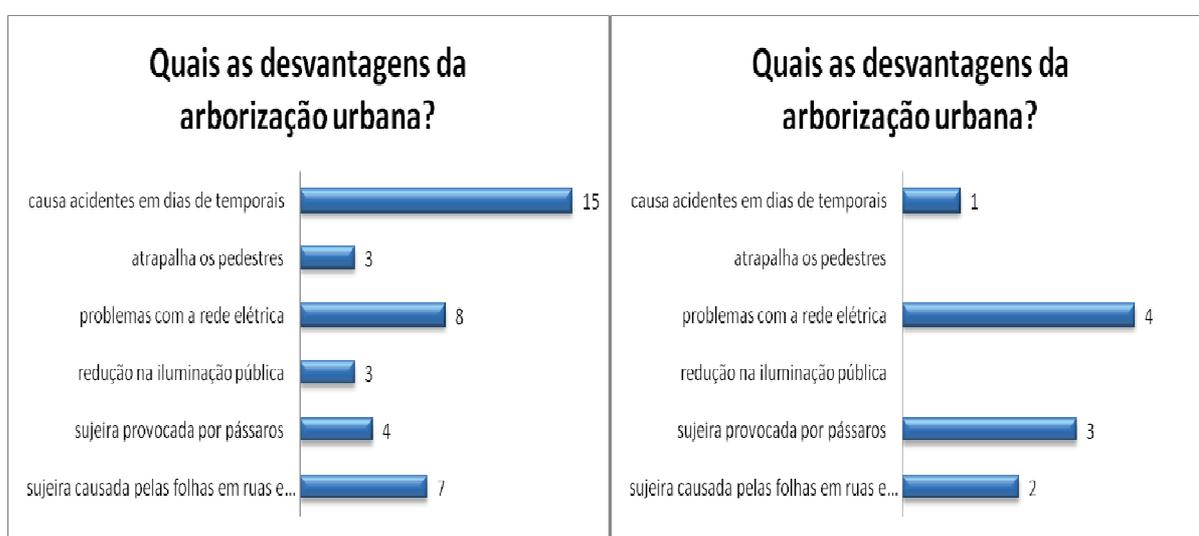


Figura 28: Gráfico com dados do questionário para a pergunta: Quais as desvantagens da arborização urbana?

Também quanto às desvantagens o usuário optou por três situações que as árvores podem causar ao ambiente em que estão inseridas. No trecho A o usuário apontou como desvantagem a interferência das árvores com a rede elétrica, segundo a sujeira provocada pelos pássaros através de suas fezes e em terceiro a sujeira causada pela queda das folhas.

No trecho B os itens apontados foram, a preocupação com os acidentes que podem ocorrer pela queda de galhos ou mesmo da árvore em dias de temporais, a interferência das árvores na rede elétrica e a sujeira provocada pela queda das folhas.

#### 4.1.2 Conclusão parcial dos questionários aplicados

Os resultados dos questionários revelaram que muitos dos entrevistados nos dois trechos de estudo sabem o quanto é importante ambientes arborizados para a melhoria da ambiência urbana. Muitos usuários responderam não estar satisfeitos com a arborização urbana de

Carazinho, apontando como causa a falta de árvores na via de pedestres, canteiro central e praças, bem como os problemas gerados pela interferência das árvores na rede de infraestrutura.

A maioria dos entrevistados tem convicção de que a falta de planejamento da arborização urbana é a causa principal para que ocorram estas interferências, gerando assim alguns conflitos com o meio ambiente local, provocando, muitas vezes, um desconforto para a população.

No que se refere às vantagens proporcionadas por um ambiente bem arborizado, os entrevistados conhecem os vários benefícios que a arborização proporciona ao ambiente da cidade, através da sombra, da melhoria do clima, o qual fica mais úmido e fresco, ajudando a amenizar as altas temperaturas. As desvantagens mais apontadas pelos usuários no questionário aplicado foi referente à sujeira causada pela queda das folhas, que, em alguns casos, poderá causar entupimento das calhas nas edificações.

Sobre a captura de carbono, demonstram possuir informações e conhecimentos sobre este assunto, relacionando a importâncias das árvores para realização de tal fenômeno, percebendo ser necessário investir mais no planejamento da arborização urbana.

#### **4.2 Inventário da arborização nos trechos A e B**

O levantamento das espécies arbóreas existentes nos dois trechos de estudo foi importante para conhecer as particularidades das espécies inseridas nesses locais. No trecho A, existem 60 árvores, sendo 46 nativas e 14 exóticas. Segundo as recomendações de Grey e Deneke (1978), o número de espécies exóticas não deve ultrapassar 15% do total de indivíduos de uma população arbórea, procurando dar preferência para espécies nativas quando se realiza o planejamento da arborização urbana. Observa-se que, neste trecho, o número de exóticas é duas vezes maior do que é recomendado e só foram inventariadas as árvores presentes nos logradouros, não sendo inventariadas as árvores da praça.

Foi observado também que não houve planejamento quanto à interferência na rede de infraestrutura, pois apresenta vários problemas com a rede elétrica e de telefone, são árvores de porte elevado. Nas ruas transversais deste trecho não, há árvores, pois as calçadas são muito estreitas, dificultando a circulação dos pedestres.

As indicações usadas nas Tabelas 7 a 17 possuem informações claras sobre as árvores existentes nesse trecho, onde são interpretados os seguintes dados:

- DAP (Diâmetro na altura do peito): VR (várias ramificações);

- Estado Geral: ótimo (O), bom(B), regular(R), péssimo(P), morta(M);
- Injúria: lesão grave(G), lesão leve(L), lesão média(M), lesão ausente (A), vandalismo (V);
- Local geral: canteiro central (CC), calçada(C), praça(P), via pública (VP);
- Pavimento: terra(T), asfalto (A), pedra(P), cerâmica(C), grama(G);
- Afloramento da raiz: calçada(C), canteiro (CC), construção (CCC);
- Tipo de Fiação: elétrica (E), telefônica(T);
- Poda: formação(F), manutenção(M), segurança(S), remoção da árvore(R), (i) imediata, (f) futura.



Figura 29: Rua Bernardo Paz

A Rua Bernardo Paz apresenta calçadas muito estreitas com um metro e meio de largura que acaba impedindo a realização do plantio de árvores, pois dificulta a passagem dos pedestres.



Figura 30: Rua Pedro Vargas

A Rua Pedro Vargas encontra-se na mesma situação da Rua Bernardo Paz, ou seja, via de circulação do pedestre muito estreita e também não apresenta árvores plantadas ao longo do trecho em estudo.

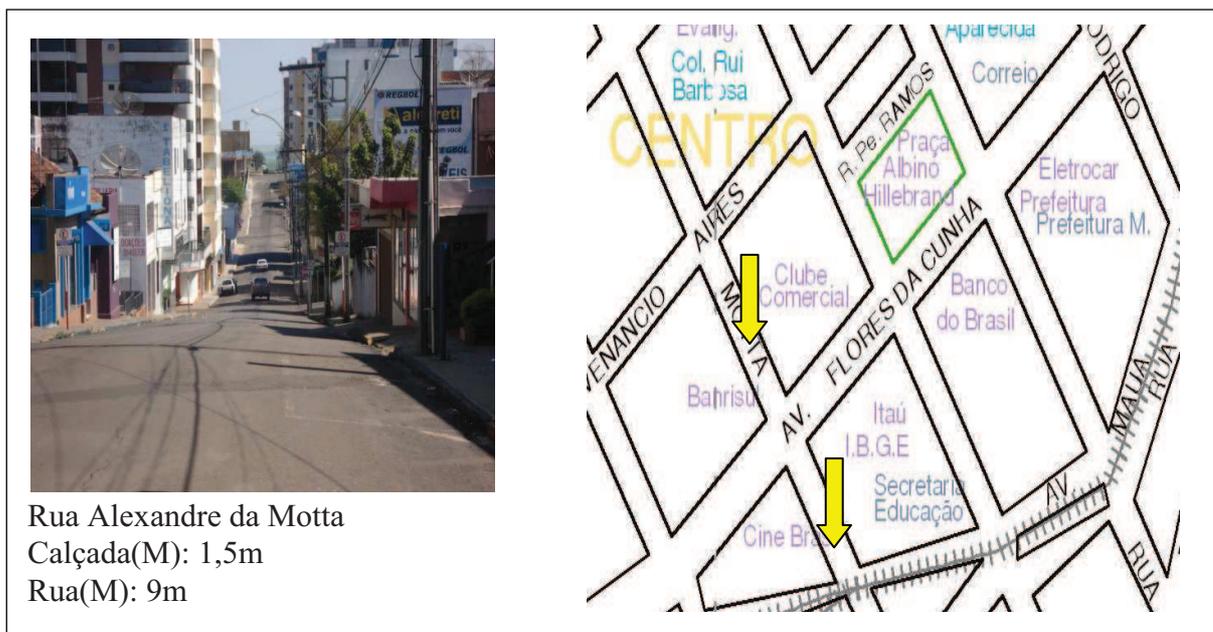


Figura 31: Rua Alexandre da Motta

A Rua Alexandre da Motta o passeio para pedestre apresenta um metro de largura, é muito estreito com poucas árvores, em apenas um ponto desse trecho há árvores, três Canelas que foram plantadas pelos motoristas de um ponto de táxi em busca de sombra para minimizar o calor no verão, quando ficam parados aguardando passageiros.

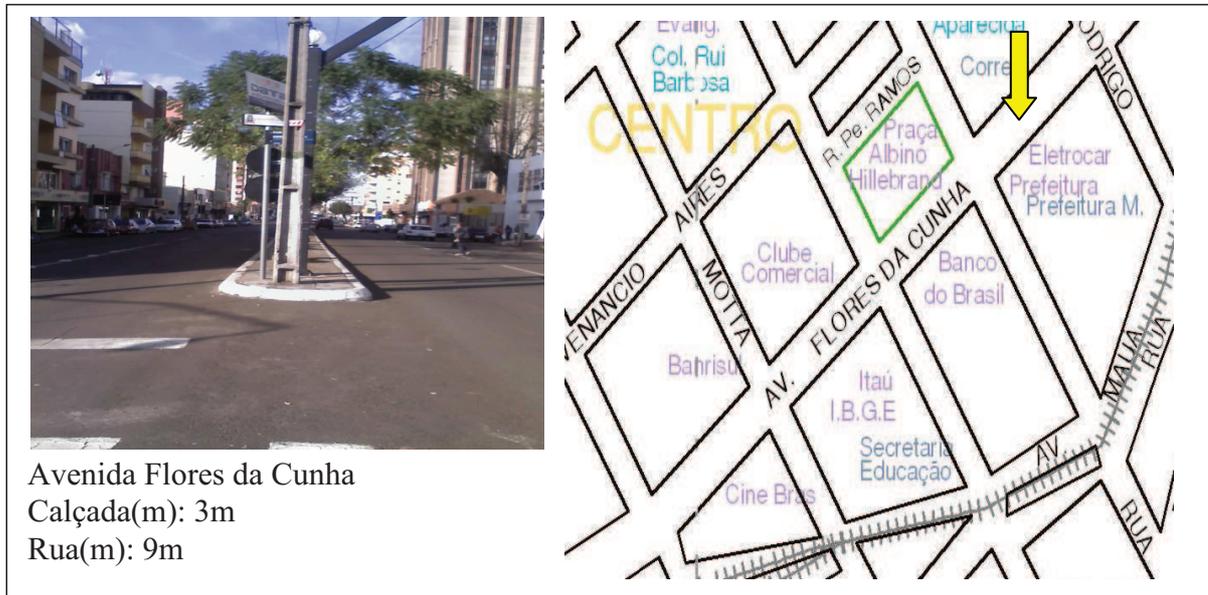


Figura 32: Avenida Flores da Cunha

Este trecho de estudo na Avenida Flores da Cunha apresenta 14 árvores, todas são nativas da região, 6 variedades diferentes: ipê amarelo, ipê roxo, canela, pata de vaca e jacarandá ( Tabela 7). Estas variedades de espécies deixam o ambiente mais agradável tanto para saúde quanto para a estética deste espaço.

As árvores estão presentes somente no canteiro central, apresentam algumas interferências com a rede de infra-estrutura, pois, quando foram introduzidas no local, não foi observado o tipo de espécie que estava sendo utilizada.

Tabela 7: Espécies arbóreas presentes na primeira quadra de estudo na Avenida Flores da Cunha (continua)

Nome Popular	Nome Científico	Altura Geral (m)	Diâmetro da copa (m)	DAP (m)	Estado Geral	Injúria	Local Geral	Pavimento	Afloram. da raiz	Tipo de fiação	Poda
Canela	<i>Nectandra sp</i>	4,5m	1,4m	20cm	B	A	CC	P	-	T	-
Canela	<i>Nectandra sp</i>	3m	1,5m	13cm	R	A	CC	P	-	-	-
Canela	<i>Nectandra sp</i>	4m	2m	22cm	B	A	CC	P	-	-	-
Ipê amarelo	<i>Tabebuia chrysotricha</i>	3,5m	1,8m	38cm	B	A	CC	P	-	-	-
Ipê amarelo	<i>Tabebuia chrysotricha</i>	9m	3,5m	75cm	B	A	CC	P	-	E	M
Ipê amarelo	<i>Tabebuia chrysotricha</i>	6m	1,8m	34cm	B	A	CC	P	-	E	M
Ipê amarelo	<i>Tabebuia chrysotricha</i>	7m	2m	46cm	B	A	CC	P	-	E	M
Ipê roxo	<i>Tabebuia avellanadae</i>	9m	3,5m	1,7m	B	A	CC	P	CC	E	M

Tabela 7: Espécies arbóreas presentes na primeira quadra de estudo na Avenida Flores da Cunha (conclusão)

Nome Popular	Nome Científico	Altura Geral (m)	Diâmetro da copa (m)	DAP (m)	Estado Geral	Injúria	Local Geral	Pavimento	Afloram. da raiz	Tipo de fiação	Poda
Ipê roxo	<i>Tabebuia avellanedae</i>	9m	3m	55cm	B	A	CC	P	-	E	M
Ipê roxo	<i>Tabebuia avellanedae</i>	6m	2m	49cm	B	A	CC	P	-	E	M
Jacarandá	<i>Jacaranda micrantha</i>	10m	4m	1,2m	B	A	CC	P	CC	E	M
Pata de vaca	<i>Bauhinia candicans</i>	6m	1,5m	58cm	B	A	CC	P	-	E	M
Pata de vaca	<i>Bauhinia candicans</i>	6m	1,8m	48cm	B	A	CC	P	-	E	M
Pata de vaca	<i>Bauhinia candicans</i>	4m	2m	30cm	B	A	CC	P	-	-	M

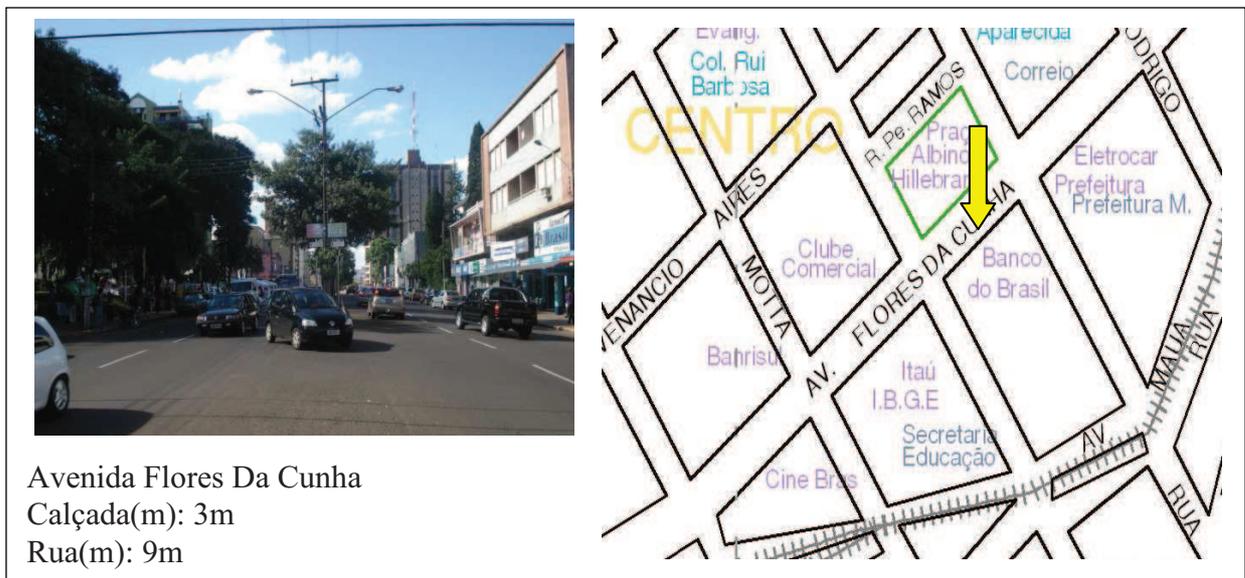


Figura 33: Avenida Flores da Cunha

Esta quadra da Avenida Flores Da Cunha existe poucas árvores no canteiro central, está localizada em frente à Praça Albino Hillebrant. Existem 6 árvores no canteiro central e todas são nativas. As espécies nativas são muito importantes por possuírem um ótimo desenvolvimento nesta região e proporcionarem uma ambiência urbana sem a interferência de fatores climáticos impróprios.



Tabela 9: Espécies arbóreas em uma das quadras da Avenida Flores da Cunha

Nome Popular	Nome Científico	Altura Geral (m)	Diâmetro da copa (m)	DAP (m)	Estado Geral	Injúria	Local Geral	Pavimento	Afloram. da raiz	Tipo de fiação	Poda
Aroeira pimenta	<i>Schinus terebinthifolia</i>	6m	3m	90cm	B	A	CC	P	-	T	-
Aroeira pimenta	<i>Schinus terebinthifolia</i>	7m	4m	1,3m	B	A	CC	P	-	T	-
Ficus	<i>Ficus sp</i>	9m	3m	1,3m	B	A	CC	T	-	E	-
Ficus	<i>Ficus sp</i>	9m	3m	95cm	B	A	CC	T	-	T	-
Pata de vaca	<i>Bauhinia candicans</i>	5m	1,8m	1,8m	B	A	CC	T	-	-	-
Sibipiruna	<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	9m	3m	71cm	B	A	CC	P	-	-	-
Sibipiruna	<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	10m	4m	90cm	B	A	CC	P	-	-	-
Sibipiruna	<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	13m	5m	1,7m	B	L	CC	P	C	E	M

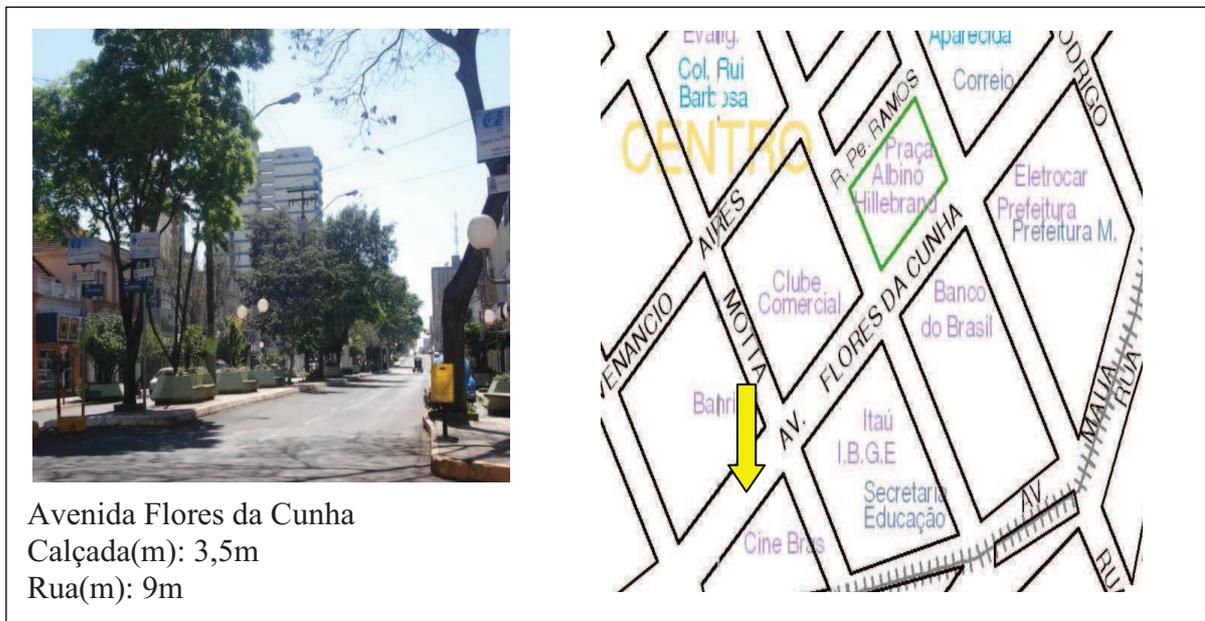


Figura 35: Quadra de estudo na Avenida Flores da Cunha

Esta é a última quadra que foi inventariada na arborização do trecho na Avenida Flores da Cunha, difere das demais quadras da avenida, pois além de ter árvores no canteiro central, também existem espécies plantadas na via de circulação dos pedestres. Apresenta uma diversidade de espécies, totalizando 29 árvores, sendo 15 nativas (sibipiruna, pau ferro, ipê amarelo e canafistula) e 14 exóticas (espirradeira, ficus, hibisco, cheflera, grevilha anã, grevilha robusta e perna de moça). Podem ser introduzidas mais espécies, seria importante suprimir as duas espirradeiras, pois são espécies alergênicas.

Tabela 10: Relação das espécies da terceira quadra da Avenida Flores da Cunha

Nome Popular	Nome Científico	Altura Geral (m)	Diâmetro da copa (m)	DAP (m)	Estado Geral	Injúria	Local Geral	Pavimento	Afloram. da raiz	Tipo de fiação	Poda
Canafistula	<i>Peltophorum dubium</i>	15m	7m	1,6m	R	L	C	P	-	-	M
Cheflera	<i>Schefflera sp</i>	2,5m	1,5m	32cm	B	A	CC	T	-	T	-
Criptocaria	<i>Criptocária sf</i>	10m	3m	1,3m	R	L	C	P	-	-	M
Criptocaria	<i>Criptocária sf</i>	10m	3m	1,1m	R	L	C	P	-	-	M
Espiradeira	<i>Nerium oleander</i>	5m	2m	VR	B	A	CC	P	-	T	M
Espiradeira	<i>Nerium oleander</i>	5m	2,5m	VR	R	L	CC	P	-	T	M
Espiradeira	<i>Nerium oleander</i>	5m	2,5m	VR	R	L	CC	P	-	-	M
Ficus	<i>Ficus sp</i>	5m	1,5m	35cm	B	L	CC	T	S	T	M
Ficus	<i>Ficus sp</i>	7m	2,6m	1,4m	B	A	C	T	-	-	-
Grevilha	<i>Grevilha robusta</i>	8m	1,8m	90cm	R	M	C	P	-	-	-
Grevilha	<i>Grevilha robusta</i>	10m	2,5m	88cm	R	G	C	P	C	-	R
Grevilha Anã	<i>Grevilea banksii</i>	4m	2m	31m	B	A	CC	P	-	T	M
Grevilha Anã	<i>Grevilea banksii</i>	3,5m	1,8m	15cm	B	A	CC	P	-	-	-
Hibisco	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	4m	1m	35cm	R	M	C	T	-	-	-
Hibisco	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	3,5m	2m	29cm	R	L	C	T	-	-	M
Hibisco	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	4m	1,8m	54cm	R	M	C	T	-	-	-
Ipê amarelo	<i>Tabebuia chrysotricha</i>	5m	1,8m	50cm	B	A	CC	P	-	T	M
Ipê amarelo	<i>Tabebuia chrysotricha</i>	8m	1,5m	43cm	B	A	C	P	-	-	-
Ipê amarelo	<i>Tabebuia chrysotricha</i>	7m	1,6m	30m	B	A	C	P	-	-	M
Jeriva	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	1,8m	60cm	35cm	B	A	C	T	-	-	-
Pau ferro	<i>Caesalpinia ferrea</i>	13m	4m	1,1m	B	A	CC	P	C	E	M
Pau ferro	<i>Caesalpinia ferrea</i>	9m	3m	58cm	B	A	CC	P	-	E	M
Pau ferro	<i>Caesalpinia ferrea</i>	12m	4m	1,1m	B	L	CC	P	-	E	M
Pau Ferro	<i>Caesalpinia ferrea</i>	8m	2m	60cm	B	A	CC	P	-	T	-
Perna de moça	<i>Brachychiton populneus</i>	3m	80cm	30cm	B	A	C	P	-	-	-
Sibipiruna	<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	13m	5m	1,7m	B	L	CC	P	C	E	M
Sibipiruna	<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	9m	3m	70cm	B	A	C	P	-	-	-
Sibipurana	<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	9m	2,5m	1,2m	B	L	CC	P	-	T	-
Sibipuruna	<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	13m	4m	1,1m	B	A	CC	P	-	E	M

### 4.3 Diagnóstico do trecho A

No trecho A tem uma extensão de área de estudo de 1.534m, onde foram inventariadas 60 árvores, sendo 46 nativas e 14 exóticas. A maioria das árvores desse trecho são nativas, o que é o adequado quando se faz planejamento, porém podem ser introduzidas mais espécies, pois a carência de árvores é muito grande, principalmente, nas ruas transversais. Na Avenida, deveriam ser introduzidas mais árvores na via de circulação para pedestres no lado esquerdo, sentido BR 285 à BR 386, onde no verão apresenta pouca circulação de pedestres. Devido à

grande incidência dos raios solares, as árvores são recursos eficientes contra o calor, além de fornecer sombreamento e tornar a ambiência urbana mais agradável.

Nas ruas transversais, praticamente, não existe arborização, pois os passeios são muito estreitos, tendo em média 1 metro de largura. Com essas medidas não é possível fazer o plantio de árvores, uma vez que dificultaria a circulação dos pedestres. Uma solução seria ampliar um dos lados da circulação de pedestres, deixando o local para estacionamento de automóveis apenas em uma das laterais ou ampliar somente onde será introduzida a árvore.



Figura 36: Alternativa que pode ser utilizada em via de pedestre estreita.

Outro problema na Avenida Flores da Cunha é a falta de espaço para o desenvolvimento das árvores, pois a gola é muito pequena impedindo a permeabilidade da água e recebimento de nutrientes. Optar por uma gola maior, protegida por uma grade ou pavimento permeável seria o ideal, permitindo assim maior permeabilidade, para que a planta possa ventilar e absorver água da chuva (MASCARÓ, 2004).

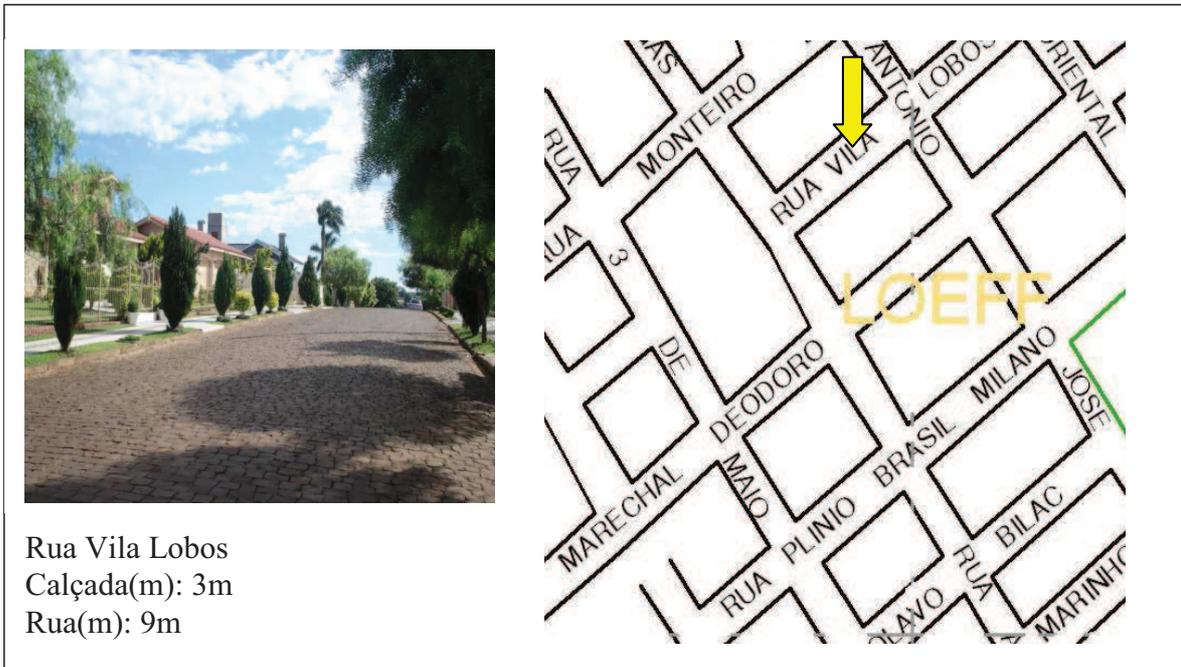
A figura 37 demonstra como é a gola que envolve as árvores na Avenida Flores da Cunha, com pouco espaço para penetração da água e outros dois tipos que permitem a permeabilidade da água e nutrientes, através do uso de grades, usada em Santiago no Chile e em Mendoza na Argentina.



Na Rua Monteiro Lobato verificou-se a existência de seis tipos diferentes de espécies, entre elas 13 são nativas (aroeira periquita, canela, ipê amarelo) e 11 são espécies exóticas (cipreste, estremosa, ligustro), totalizando 24 árvores nas duas quadras do trecho de estudo. O leito carroçável tem 9 metros de largura e é pavimentado com pedra basalto. As calçadas possuem largura igual a 3 metros, tendo uma faixa central com pavimento e nas laterais grama. Em determinados espaços dessa rua não tem árvores e nem pavimento na via de acesso de pedestre, apenas grama.

Tabela 11: Relação das espécies presentes na Rua Monteiro Lobato, com suas respectivas medidas e algumas características de cada espécie.

Nome Popular	Nome Científico	Altura Geral total (m)	Diâmetro da copa (m)	DAP (m)	Estado Geral	Injúria	Local Geral	Pavimento	Afloram. da raiz	Tipo de fiação	Poda
Aroeira periq.	<i>Schinus molle</i>	7m	2m	1,18m	R	L	C	T	-	-	-
Aroeira periq.	<i>Schinus molle</i>	4m	1,5m	66cm	R	L	C	T	-	T	-
Aroeira periq.	<i>Schinus molle</i>	7m	3m	65cm	B	A	C	T	-	-	-
Aroeira periq.	<i>Schinus molle</i>	5m	1,5m	50cm	R	A	C	T	-	-	-
Aroeira periq.	<i>Schinus molle</i>	5m	98cm	55cm	R	A	C	T	-	-	-
Aroeira periq.	<i>Schinus molle</i>	5m	2m	55cm	B	A	C	T	-	-	-
Aroeira periq.	<i>Schinus molle</i>	3,5m	2m	VR	R	L	C	T	-	-	-
Canela	<i>Nectandra sp</i>	2m	40cm	34cm	R	L	C	T	-	-	-
Canela	<i>Nectandra sp</i>	3m	1,4m	VR	B	A	C	T	-	-	-
Canela	<i>Nectandra sp</i>	2,5m	1,3m	40cm	B	A	C	T	-	-	-
Canela	<i>Nectandra sp</i>	3m	1,5m	38cm	B	A	C	T	-	-	-
Cipreste	<i>Cupressus sempervirens L.</i>	1,70m	40cm	18cm	B	A	C	T	-	-	-
Cipreste	<i>Cupressus sempervirens L.</i>	1,50m	38cm	17cm	B	A	C	T	-	-	-
Cipreste	<i>Cupressus sempervirens L.</i>	1,70m	40cm	20cm	B	A	C	T	-	-	-
Cipreste	<i>Cupressus sempervirens L.</i>	1,82m	45cm	24cm	B	A	C	T	-	-	-
Cipreste	<i>Cupressus sempervirens L.</i>	1,60m	45cm	25cm	B	A	C	T	-	-	-
Estremosa	<i>Lagerstroemia Indica</i>	3m	1,5m	VR	B	A	C	T	-	-	-
Estremosa	<i>Lagerstroemia Indica</i>	3m	1m	20cm	B	A	C	T	-	-	-
Ipê amarelo	<i>Tabebuia chrysotricha</i>	3,5m	1,5m	23cm	B	A	C	T	-	-	-
Ipê amarelo	<i>Tabebuia chrysotricha</i>	3m	1m	32cm	B	A	C	T	-	-	-
Ligustro	<i>Ligustrum japonicum</i>	2m	50cm	94cm	B	G	C	T	C	-	-
Ligustro	<i>Ligustrum japonicum</i>	2,50m	50cm	33cm	B	A	C	T	-	-	-
Ligustro	<i>Ligustrum japonicum</i>	3,5m	1,20	84cm	B	A	C	T	-	-	-
Ligustro	<i>Ligustrum japonicum</i>	3m	1m	72cm	B	A	C	T	-	-	-



Rua Vila Lobos  
Calçada(m): 3m  
Rua(m): 9m

Figura 39: Rua Vila Lobos

A Rua Vila Lobos apresenta 4 espécies diferentes de árvores (aroeira periquita, canela, cipreste e ligustro), sendo 11 árvores nativas e 16 exóticas. Apesar do logradouro estar bem arborizado, a quantidade de árvores exóticas usadas nessa arborização provoca uma descaracterização no ambiente, devido ao uso excessivo de Ciprestes, espécie esta que é originária do sudoeste da Europa e Ásia Menor, não apresenta um papel importante para a melhoria do clima local, pois é uma conífera de copa pequena, pouca superfície foliar, não contribuindo significativamente para minimizar o calor em dias quentes e nem desempenhar de forma eficiente a captura do carbono.

Tabela 12: Espécies arbóreas da Rua Vila Lobos (continua).

Nome Popular	Nome Científico	Altura Geral (m)	Diâmetro da copa (m)	DAP (m)	Estado Geral	Injúria	Local Geral	Pavimento	Afloram. da raiz	Tipo de fiação	Poda
Aroeira periq.	<i>Schinus molle</i>	4m	2m	67cm	B	A	C	T	-	-	-
Aroeira periq.	<i>Schinus molle</i>	4,50m	2m	63cm	B	A	C	T	-	-	-
Aroeira periq.	<i>Schinus molle</i>	3,80cm	1,70cm	60cm	B	A	C	T	-	-	-
Aroeira periq.	<i>Schinus molle</i>	4,5m	2m	50cm	B	A	C	T	-	-	-
Aroeira periq.	<i>Schinus molle</i>	4m	1,80m	45cm	B	A	C	T	-	-	-
Aroeira periq.	<i>Schinus molle</i>	4m	2,20m	53cm	B	A	C	T	-	-	-
Aroeira periq.	<i>Schinus molle</i>	4m	1,5	34cm	R	L	C	T	-	-	-
Canela	<i>Nectandra sp</i>	8m	3m	97cm	B	A	C	T	-	-	-
Canela	<i>Nectandra SP</i>	5m	1,5m	41cm	B	A	C	T	-	-	-

Tabela 12: Espécies arbóreas da Rua Vila Lobos (conclusão).

Nome Comum	Espécie	Altura Geral	Diâmetro da copa	DAP	Estado Geral	Injúria	Local Geral	Pavimento	Afloram. da raiz	Tipo de fiação	Poda
Canela	<i>Nectandra SP</i>	4m	1,2m	50cm	B	A	C	T	-	-	-
Canela	<i>Nectandra sp</i>	3m	1m	33cm	B	A	C	T	-	-	-
Cipreste	<i>Cupressus sempervirens L.</i>	3m	50cm	20cm	O	A	C	T	-	-	-
Cipreste	<i>Cupressus sempervirens L.</i>	1,40m	34cm	26cm	O	A	C	T	-	-	-
Cipreste	<i>Cupressus sempervirens L.</i>	2m	45cm	23cm	O	A	C	T	-	-	-
Cipreste	<i>Cupressus sempervirens L.</i>	1,50m	50cm	22cm	O	A	C	T	-	-	-
Cipreste	<i>Cupressus sempervirens L.</i>	2m	55cm	24cm	O	A	C	T	-	-	-
Cipreste	<i>Cupressus sempervirens L.</i>	2,50m	50cm	27cm	O	A	C	T	-	-	-
Cipreste	<i>Cupressus sempervirens L.</i>	3,5m	80cm	17cm	O	A	C	T	-	-	-
Cipreste	<i>Cupressus sempervirens L.</i>	3m	75cm	15cm	O	A	C	T	-	-	-
Cipreste	<i>Cupressus sempervirens L.</i>	3,50m	85cm	18cm	O	A	C	T	-	-	-
Cipreste	<i>Cupressus sempervirens L.</i>	2,80m	70cm	20cm	O	A	C	T	-	-	-
Cipreste	<i>Cupressus sempervirens L.</i>	3m	76cm	23cm	O	A	C	T	-	-	-
Cipreste	<i>Cupressus sempervirens L.</i>	3m	80cm	17cm	O	A	C	T	-	-	-
Cipreste	<i>Cupressus sempervirens L.</i>	2,5m	60cm	19cm	O	A	C	T	-	-	-
Cipreste	<i>Cupressus sempervirens L.</i>	2m	60cm	23cm	O	A	C	T	-	-	-
Ligustro	<i>Ligustrum japonicum</i>	2,5m	1m	VR	B	A	C	T	-	-	-
Ligustro	<i>Ligustrum japonicum</i>	3,5	1m	VR	B	A	C	T	-	-	-

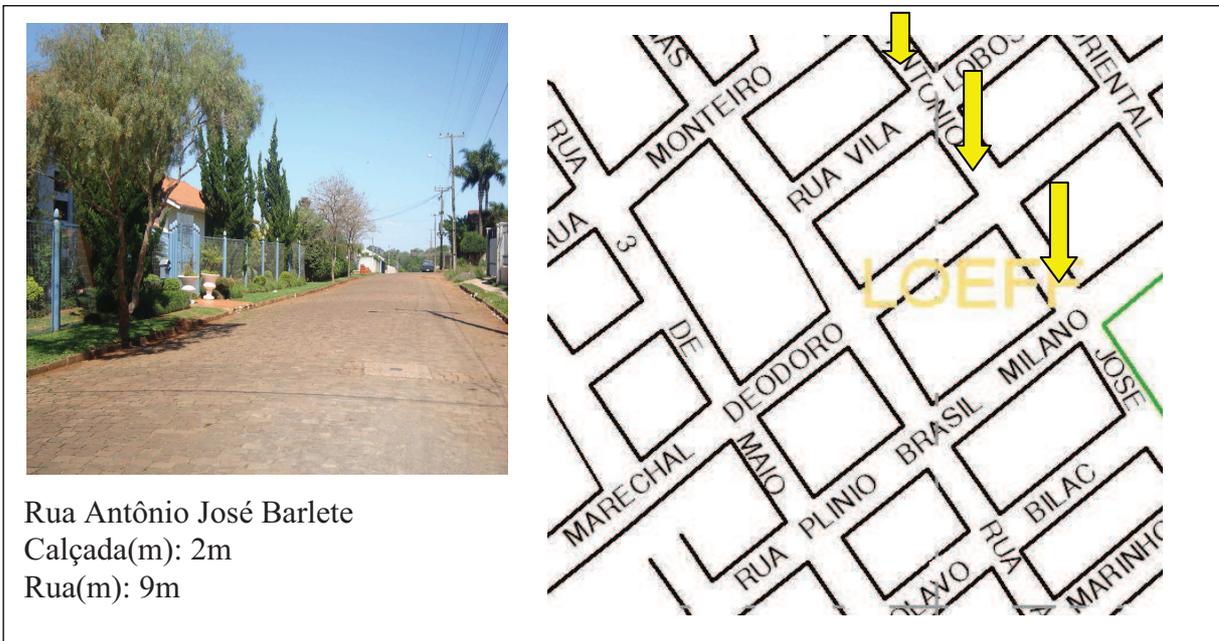


Figura 40: Rua Antônio José Barlete

No trecho de estudo na Rua Antônio José Barlete, foram observadas apenas três quadras, a via de circulação dos pedestres não tem um padrão estabelecido, alguns espaços têm apenas grama outros são pavimentados. Por ser uma rua bem extensa, poderia ter mais

árvores, pois muitos espaço estão sem nenhuma espécie arbórea plantada. Apresenta 3 Canelas e 4 Ipês amarelo .

Tabelas 13: Classificação das espécies arbóreas na Rua Antônio José Barlete

Nome Popular	Nome Científico	Altura Geral (m)	Diâmetro da copa (m)	DAP (m)	Estado Geral	Injuria	Local Geral	Pavimento	Afloram. da raiz	Tipo de fiação	Poda
Aroeira periq.	<i>Schinus molle</i>	5m	1,5m	42cm	R	L	C	T	-	-	-
Canela	<i>Nectandra sp</i>	2m	40cm	16cm	O	A	C	T	-	-	-
Cemélia branca	<i>Camellia japonica</i>	2m	50cm	vr	B	A	C	T	-	-	-
Cipreste	<i>Cupressus sempervirens L.</i>	8m	80cm	VR	B	A	C	T	-	-	-
Ipê amarelo	<i>Tabebuia chrysotricha</i>	4m	1m	32cm	B	A	C	T	-	T	-
Ipê amarelo	<i>Tabebuia chrysotricha</i>	7m	2m	53cm	B	A	C	T	-	-	-
Ipê amarelo	<i>Tabebuia chrysotricha</i>	6,50m	1,80m	50cm	B	A	C	T	-	-	-
Ipê amarelo	<i>Tabebuia chrysotricha</i>	6,50m	2m	48cm	B	A	C	T	-	-	-

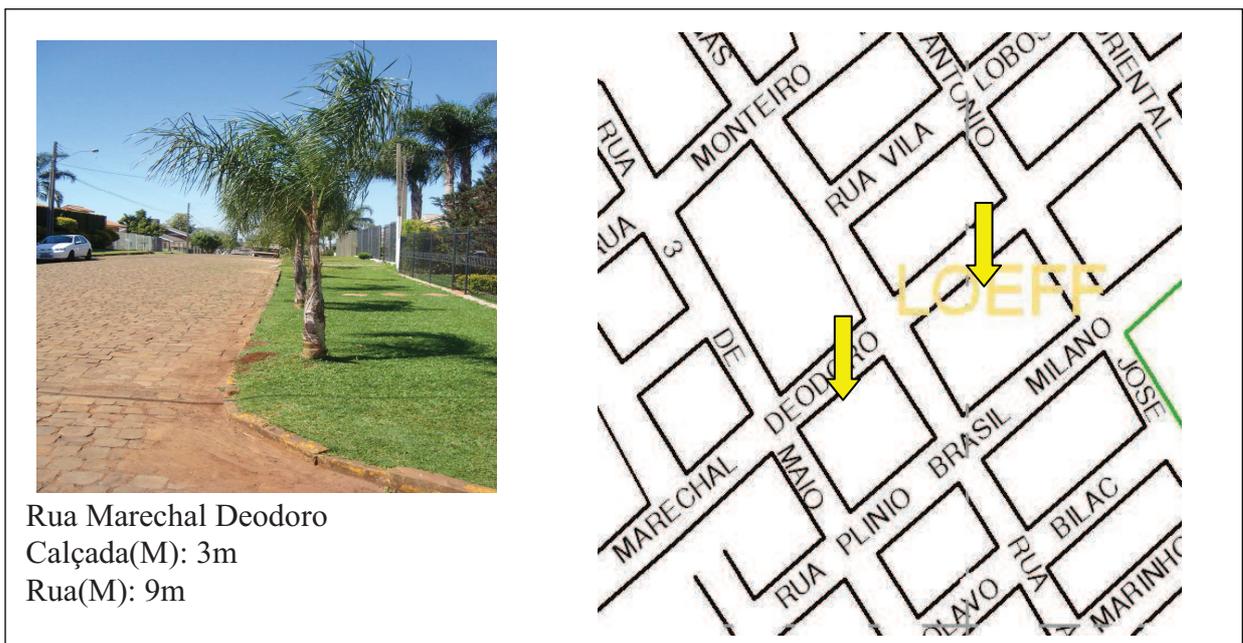


Figura 41: Rua Marechal Deodoro

A Rua Marechal Deodoro, nas suas duas quadras de estudo, apresenta a via de circulação de pedestres sem pavimentação, sendo revestidas de gramíneas, as espécies arbóreas são a maioria nativas, 6 Canelas e 9 Jerivás, as exóticas são no total 8, todas da espécie *Cupressus sempervirens* cujo nome comum é Cipreste.

Mesmo tendo 15 espécies nativas e 8 exóticas, poderia ter mais variabilidade de espécie para contribuir com o microclima urbano, pois o Cipreste é uma árvore que projeta pouca sombra tanto no plano vertical como no plano horizontal.

Tabela 14: Espécies arbóreas presentes na Rua Marechal Deodoro

Nome Popular	Nome Científico	Altura Geral (m)	Diâmetro da copa (m)	DAP (m)	Estado Geral	Injúria	Local Geral	Pavimento	Afloram. da raiz	Tipo de fiação	Poda
Jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	2m	1,50m	30cm	O	A	C	T	-	-	-
Jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	2m	1,40m	35cm	O	A	C	T	-	-	-
Jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	2m	1,45m	30cm	O	A	C	T	-	-	-
Jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	2m	1m	28cm	O	A	C	T	-	-	-
Jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	2m	1,20m	36cm	O	A	C	T	-	-	-
Jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	2m	1,44m	28cm	O	A	C	T	-	-	-
Jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	2m	1,40m	30cm	O	A	C	T	-	-	-
Jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	2m	1,30m	26cm	O	A	C	T	-	-	-
Jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	2m	1,45m	36cm	O	A	C	T	-	-	-
Jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	2m	1,44m	30cm	O	A	C	T	-	-	-
Jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	8m	3m	86cm	B	A	C	T	-	-	-
Jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	8m	3m	80cm	B	A	C	T	-	-	-
Canela	<i>Nectandra sp</i>	4m	1,60m	64cm	B	A	C	T	-	-	-
Canela	<i>Nectandra sp</i>	4m	1,40m	48cm	B	A	C	T	-	T	-
Canela	<i>Nectandra sp</i>	4m	2m	52cm	B	A	C	T	-	T	-
Canela	<i>Nectandra sp</i>	4m	1,80m	55cm	B	A	C	T	-	T	-
Canela	<i>Nectandra sp</i>	4m	2,10m	45cm	B	A	C	T	-	T	-
Canela	<i>Nectandra sp</i>	3,50m	1,60m	40cm	B	A	C	T	-	-	-
Cipreste	<i>Cupressus sempervirens L.</i>	1,80m	8cm	9cm	O	A	C	T	-	-	-
Cipreste	<i>Cupressus sempervirens L.</i>	1,80m	5cm	9cm	O	A	C	T	-	-	-
Cipreste	<i>Cupressus sempervirens L.</i>	1,80m	7cm	9cm	O	A	C	T	-	-	-
Cipreste	<i>Cupressus sempervirens L.</i>	1,80m	10cm	8cm	O	A	C	T	-	-	-
Cipreste	<i>Cupressus sempervirens L.</i>	1,80m	6cm	8cm	O	A	C	T	-	-	-
Cipreste	<i>Cupressus sempervirens L.</i>	1,80m	5cm	9cm	O	A	C	T	-	-	-
Cipreste	<i>Cupressus sempervirens L.</i>	1,80m	5cm	9cm	O	A	C	T	-	-	-
Cipreste	<i>Cupressus sempervirens L.</i>	1,80m	5cm	10cm	O	A	C	T	-	-	-



Figura 42: Rua 3 de Maio



Tabela 16: Apresenta as espécies arbóreas da Rua Antônio Vargas

Nome Popular	Nome Científico	Altura Geral (m)	Diâmetro da copa (m)	DAP (m)	Estado Geral	Injúria	Local Geral	Pavimento	Afloram. Da raiz	Tipo de fiação	Poda
Bolão de ouro	<i>Senna macranthera</i>	6m	2m	70 cm	G	G	C	T	-	-	R
Aroeira periq.	<i>Schinus molle</i>	4m	1,05cm	34 cm	R	L	C	T	-	-	-
Canela	<i>Cupressus sempervirens L.</i>	2m	1,50cm	40cm	B	L	C	T	-	-	-
Canela	<i>Cupressus sempervirens L.</i>	2m	1,40cm	43cm	B	-	C	T	-	-	-



Figura 44: Rua Plínio Brasil Milano

Na Rua Plínio Brasil Milano, foi realizada a observação da arborização em duas quadras. Em uma das quadras não tem árvores plantadas no passeio público e não tem edificação, na outra quadra, as espécies arbóreas introduzidas são a maioria nativa como a Canela e o Jerivá, apresentando apenas o Ligustro como exemplar exótico. A via de circulação de pedestres tem três metros de largura, revestida em grande parte do trecho com gramíneas e pouca pavimentação sobre o solo.

Tabela 17: As espécies arbóreas e suas características presentes na Rua Plínio Brasil Milano.

Nome Comum	Espécie	Altura Geral	Diâmetro da copa	DAP	Estado Geral	Injúria	Local Geral	Pavimento	Afloram. da raiz	Tipo de fiação	Poda
Canela	<i>Nectandra sp</i>	2m	59cm	17cm	O	A	C	T	-	-	-
Canela	<i>Nectandra sp</i>	2m	62cm	17cm	O	A	C	T	-	-	-
Canela	<i>Nectandra sp</i>	2m	56cm	17cm	O	A	C	T	-	-	-
Canela	<i>Nectandra sp</i>	2m	60cm	17cm	O	A	C	T	-	-	-
Canela	<i>Nectandra sp</i>	4m	1,40m	48cm	B	A	C	T	-	T	-
Canela	<i>Nectandra sp</i>	4m	2m	52cm	B	A	C	T	-	T	-
Canela	<i>Nectandra sp</i>	4m	1,80m	55cm	B	A	C	T	-	T	-
Canela	<i>Nectandra sp</i>	4m	2,10m	45cm	B	A	C	T	-	T	-
Espiradeira	<i>Nerium oleander</i>	2,5m	1m	VR	B	A	C	T	-	-	-
Jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	2m	40cm	21cm	R	L	C	T	-	-	-
Jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	90cm	40cm	15cm	O	A	C	T	-	-	-
Jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	90cm	40cm	15cm	O	A	C	T	-	-	-
Ligustro	<i>Ligustrum japonicum</i>	3m	80cm	23cm	B	A	C	T	-	-	-
Ligustro	<i>Ligustrum japonicum</i>	3m	83cm	28cm	B	A	C	T	-	-	-
Ligustro	<i>Ligustrum japonicum</i>	3m	67cm	27cm	B	A	C	T	-	-	-
Ligustro	<i>Ligustrum japonicum</i>	3m	76cm	25cm	B	A	C	T	-	-	-

#### 4.4.1 Diagnóstico do trecho B

O trecho B tem uma extensão de aproximadamente 1.473m de ruas que foram inventariadas, apresentando 109 árvores, destas 60 são nativas e 49 exóticas. Possuem vias de pedestres com largura de 2m e 3m, porém não existe um padrão na execução destas vias, que em determinados pontos é revestida de grama ou grama/ pavimento e outros apenas pavimento. Os locais que apresentam somente grama dificultam o trajeto dos pedestres em dia de chuva, quando o solo fica encharcado de água, os saltos de sapato feminino que são afinados ficam presos ao solo que é muito flexível, também dificultam a circulação de deficientes físicos com suas cadeiras de rodas.

Nos locais onde tem grama/pavimento, permite melhor permeabilidade da água da chuva no solo, permitindo melhor absorção pelas árvores que estão plantadas neste local, ao mesmo tempo, em que permite melhor circulação dos pedestres pela firmeza do pavimento. Quanto às espécies que foram introduzidas nesse trecho a maioria foi plantada pelos moradores o que deveria ter sido realizado pelo órgão municipal responsável, de forma bem planejada com projeto executado por biólogos, agrônomos ou técnicos da área.

As espécies nativas utilizadas são na maioria apropriadas para o local, porém existem muitos exemplares de Jerivá que apresentam mais a função estética, não influenciando muito na diminuição da temperatura, umidade e sombra no local, pois sua copa é pequena e muito

elevada, encontram-se na mesma situação quanto a presença do Cipreste, espécie exótica, que não é indicado para ser usado na arborização devido seu porte ser grande e também por não contribuir de forma significativa com o meio ambiente local.

Esse trecho tem muitos espaços sem arborização, ou seja, é extremamente carente de árvores, devendo ser realizado um planejamento para a introdução das demais espécies que deverão ser utilizadas no Bairro a fim de tornar a ambiência urbana mais agradável, pois segundo dados da ONU (Organização das Nações Unidas), para uma cidade ter uma boa arborização, deve apresentar 2 árvores por habitante ou 12 m<sup>2</sup> / habitante e neste Bairro como os demais na cidade de Carazinho não chegam a uma árvore por habitante.

As vias de automóveis são revestidas de paralelepípedo, apenas um pequeno trecho da Rua 3 de maio, apresenta a rua sem pavimento.

#### **4.4.2 Conclusão parcial do inventário arbóreo dos trechos A e B**

O levantamento da arborização nos dois trechos de estudo, permitiram obter um conhecimento maior das espécies existentes nestes locais bem como a qualidade e quantidade destas espécies. O inventário da vegetação atual é um meio importante para verificar os erros e acertos na arborização de uma cidade.

No trecho A, as espécies existentes são a maioria nativas de vários tipos, desempenhando um papel importante para o ambiente, pois as características são propícias para seu desenvolvimento. O que ocorre neste trecho é a interferência das árvores com a rede elétrica, uma vez que as espécies utilizadas são de grande porte, havendo a necessidade todos os anos de realizar a poda.

Vários locais do trecho A não são preenchidos com árvores, principalmente, nas vias de pedestres, sendo que estes espaços poderiam ser melhor aproveitados introduzindo novas espécies, visando melhorar o aspecto urbanístico e a ambiência urbana. Um grande problema encontrado neste trecho é a via de pedestre que, por ser muito estreita em alguns pontos, impedem o plantio de árvores, pois impediriam o livre acesso dos pedestres, principalmente para a passagem de deficientes físicos.

No trecho B, existe um equilíbrio quanto à presença de espécies nativas e exóticas, não ocorre muita interferência com a rede de infraestrutura, porém existe pouca variabilidade de espécies, havendo o predomínio de canelas, jerivás e ciprestes. Ainda há muito a se fazer neste trecho, pois algumas vias de pedestres não estão arborizadas, causando desconforto em dias muito quentes. Percebe-se também que a maior parte da arborização foi introduzida pelos

moradores, que se preocuparam muito com o aspecto de embelezamento do bairro. A largura da via de pedestre, nesse trecho, permite a introdução de espécies arbóreas e a circulação dos pedestres sem causar interferência.

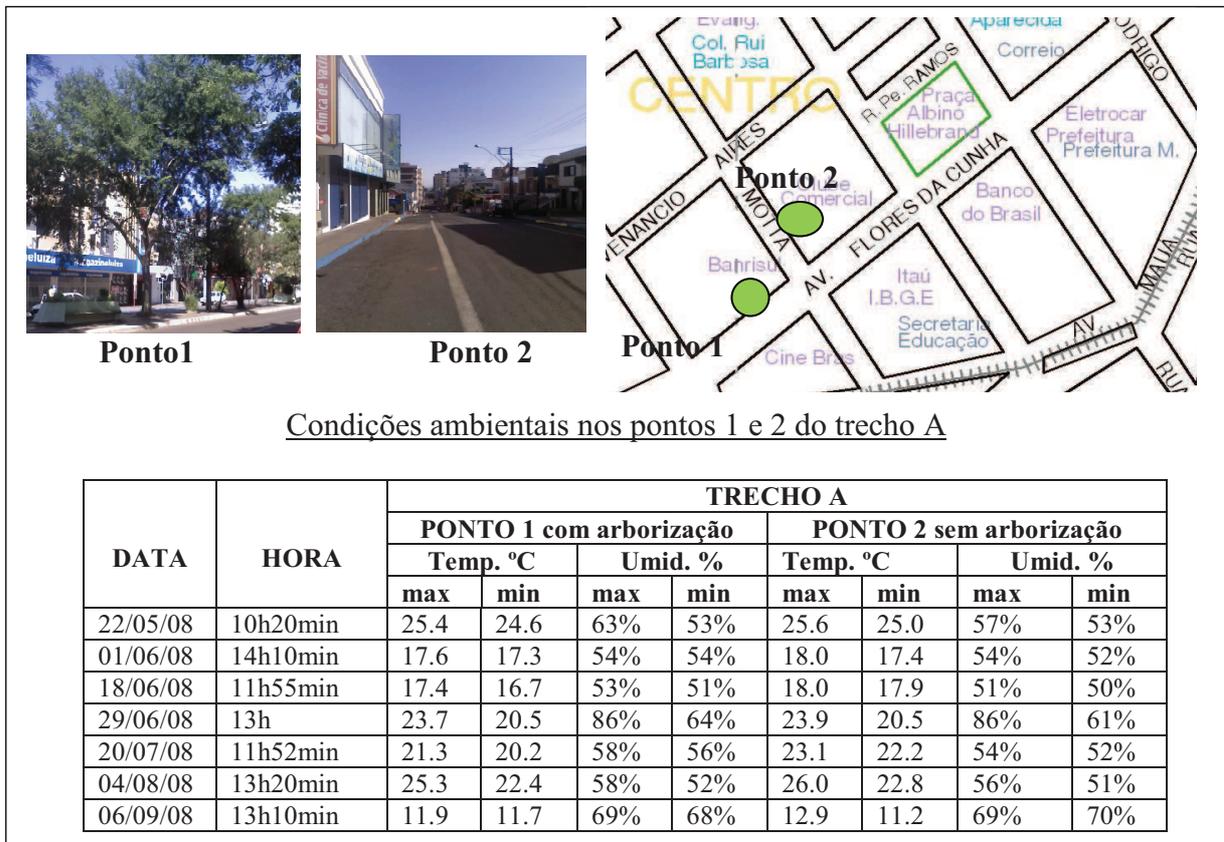
#### **4.5 Medição da temperatura e umidade relativa do ar**

As medidas de temperatura e umidade relativa do ar realizadas nos quatro pontos foram registradas em uma tabela, com sete medições em diferentes dias do ano, porém quando ocorria o registro das medições estas eram realizadas nos quatro pontos procurando intercalar a ordem para coleta dos dados, outro fator observado foi o horário da leitura dos dados para que não houvesse a interferência de fatores de ruído na obtenção dos resultados, os horários variaram entre as 10 horas e 16 horas. Nos demais horários, as medidas podem sofrer mais alterações, provocadas pela queda ou elevação da temperatura e umidade do ar.

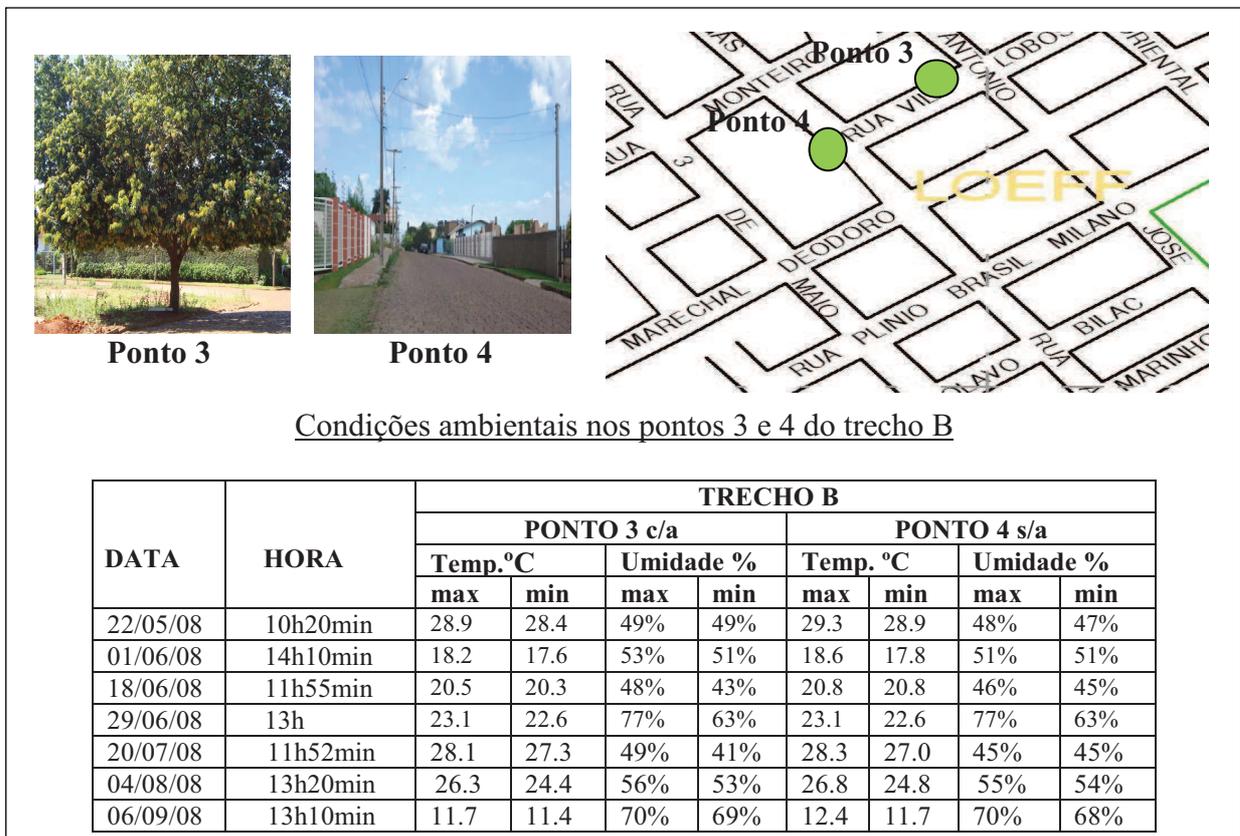
Cada medição teve duração de dois minutos para a leitura e anotação dos dados, com o aparelho a um metro do solo e a sombra do corpo. Utilizou-se um aparelho que mede temperatura e umidade com máxima e mínima, modelo Alemão digital, desenvolvido pela TFA Germany.

Cada trecho com dois pontos de medição sendo um com arborização e outro um pouco mais afastado sem arborização.

Os quadros 4 e 5 informam os pontos onde foram realizadas as medições com a localização no mapa dos trechos estudados, fotografia, dados coletados demonstrando as condições ambientais registradas nestes pontos.



Quadro 4: Medição externa da temperatura e umidade no trecho A



Quadro 5: Medição externa da temperatura e umidade no trecho B

#### 4.6 Análise dos dados obtidos sobre a temperatura e umidade relativa do ar nos pontos de estudo

O equipamento utilizado na medição é de fácil manuseio eletrônico e mede temperatura em graus Celsius e umidade relativa do ar em porcentagem. Os gráficos das figuras 45 e 46 apresentam resultados das medições coletadas, com a realização de uma média, a qual permitiu fazer uma relação da temperatura e umidade em lugares edificados e arborizados, de locais edificados sem arborização.

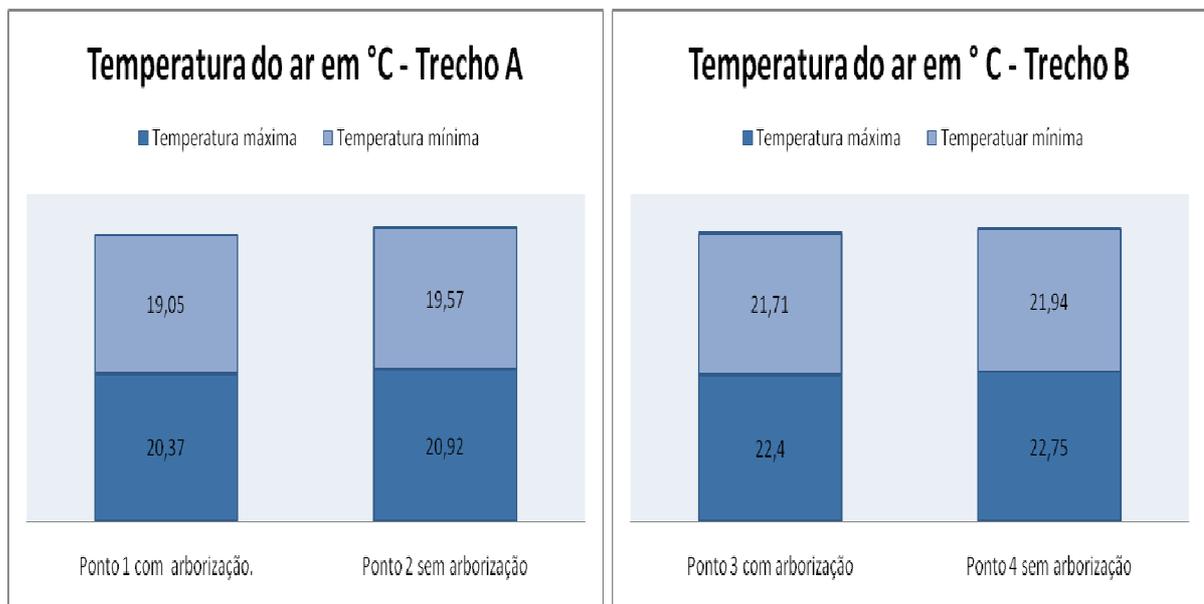


Figura 45: Gráfico de medida da temperatura nos pontos 1, 2, 3 e 4 dos trechos A e B

O gráfico da figura 45 apresenta os dados da temperatura relativa do ar onde o ponto 1 com arborização apresentou a temperatura máxima de 20,37 e a mínima foi 19,05, no ponto 2 sem arborização, a máxima foi 20,92 e a mínima 19,57, sendo o ponto 1 e 2 pertencentes ao trecho A. No trecho B, o resultado da temperatura para o ponto 3 com arborização, a máxima foi de 22,4 e a mínima de 21,71 já no ponto 4, máxima foi de 22,75 e mínima 21,94. Em análise aos dados obtidos, observa-se que nos pontos arborizados a temperatura foi menor em relação aos trechos sem arborização. No ponto 1 a temperatura é menor que o ponto 3, pois o ambiente é mais arborizado, ou seja, tem um número maior de árvores se comparado ao ponto 3.

Através dos dados obtidos, pode-se observar claramente que ambientes arborizados apresentam uma temperatura menor em relação aos ambientes sem arborização. Tal fato confirma o relato em artigos, periódicos e livros publicados que falam da importância que a arborização proporciona nos ambientes tanto urbano quanto rural. Segundo Mascaró (2002), as árvores e arbustos são responsáveis pelas temperaturas amenas em locais edificados, intercambiando o calor com o ar do entorno e constituem uma fonte térmica considerável para o sítio.

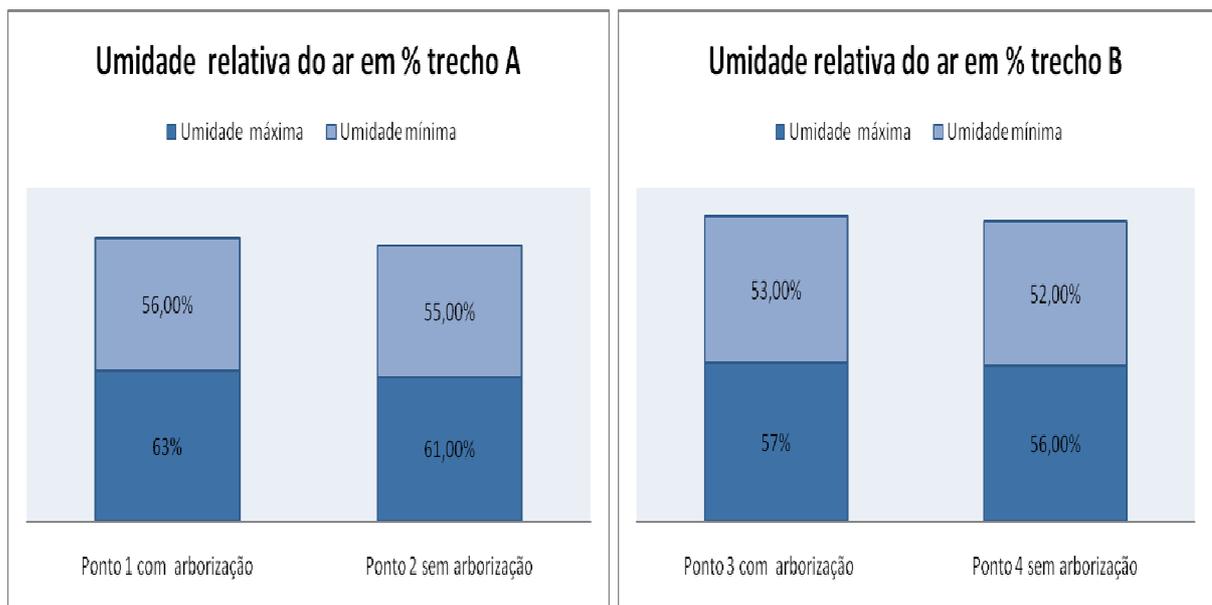


Figura 46: Gráfico de medida da umidade nos pontos 1, 2, 3 e 4 dos trechos A e B

O gráfico da figura 46 apresenta os dados obtidos com a umidade relativa do ar nos dois trechos, sendo que no trecho A o ponto 1 com arborização, a umidade foi máxima de 63% e a mínima de 56%, no ponto 2 sem arborização, a máxima foi de 61% e a mínima de 55%. No trecho B, o ponto 3 com arborização a máxima foi de 57% e a mínima de 53% e o ponto 4 a máxima de 56% e a mínima de 52%. Pode-se constatar na obtenção destes dados é que a umidade nos pontos 1 e 3 com arborização é maior que os pontos 2 e 4 sem arborização, em que a umidade é menor. Em análise aos resultados, constatamos que os ambientes arborizados apresentam maior umidade relativa do ar que nos locais sem arborização, fator esse que se deve a transpiração dos vegetais.

As árvores podem transpirar uma média de 400 litros de água por dia principalmente, quando isoladas umas das outras, situação esta em que se encontra a maioria das árvores da

área urbana, toda esta umidade é que mantém a atmosfera úmida nos ambientes bem arborizados (PITT, 1988).

À medida que a evaporação se desenvolve, a umidade do ar se eleva, porque as árvores constituem eficientes bombas hidráulicas, absorvendo a umidade do solo e liberando-a na atmosfera (PITT, 1988).

#### **4.6.1 Conclusão parcial das medidas de temperatura e umidade**

As medições realizadas nos trechos A e B nos pontos 1 e 3 com arborização e 2 e 4 sem arborização, ocorreram de maio a setembro, onde foram anotados os resultados das medições da temperatura e umidade do ar.

De acordo com Paiva e Gonçalves (2002), o vegetal atua na amenização climática, interceptando os raios solares, criando áreas sombreadas, reduzindo a temperatura ambiente e umedecendo o ar devido à sua constante transpiração.

Os resultados das medições demonstraram que as plantas ajudam amenizar a temperatura, pois nos dois pontos com arborização a média obtida das sete medições, a temperatura foi menor que nos dois pontos sem arborização; com relação à umidade relativa do ar, também pode-se destacar a importância dos ambientes arborizados, pois a umidade do ar foi maior do que nos ambientes sem arborização.

#### **4.7 Critérios utilizados para seleção de espécies arbóreas nativas**

Uma das propostas deste trabalho de pesquisa foi relacionar algumas das principais espécies arbóreas do Rio Grande do Sul, que podem ser introduzidas na arborização urbana.

Devido ao clima no Rio Grande do Sul ser temperado, isto é, apresenta as quatro estações do ano, verão, outono, inverno e primavera, o agrupamento arbóreo maciço deverá ser heterogêneo, por ser distinta a altura, permite a passagem do vento ou sua barreira, também a variedade de espécies entre caducifólia e perenifólia permite maior sombreamento no verão e passagem do sol no inverno que ameniza o frio, variando a temperatura e umidade relativa do ar, conforme a estação do ano.

O espaço ocupado por uma vegetação heterogênea pode influenciar o ambiente tornando-o mais agradável por apresentar diversas florações de diferentes cores, frutos e folhagens, agindo assim como forma de atrair diferentes espécies da fauna, favorecendo a biodiversidade local.

Quando os maciços arbóreos são homogêneos, pode-se melhorar o aspecto urbanístico, porém não se tem todos os benefícios que o maciço heterogêneo proporciona, pois o ambiente se torna quase sempre constante em relação à temperatura, umidade, luminosidade e vento.

Outro fator que se deve levar em conta é saber a distância entre as espécies escolhidas, as quais devem ser plantadas quando se quer luminosidade. O perfil heterogêneo permite a deflexão do vento produzindo maior ventilação nas diferentes direções quebrando o efeito canal (MASCARÓ, 2004).

Vários são os aspectos que devem ser observados para a escolha da espécie arbórea a ser utilizada na arborização urbana, visando alcançar um conjunto de fatores necessários para manter o equilíbrio do ambiente e ainda amenizar o efeito do carbono na atmosfera.

Das espécies catalogadas, serão selecionadas aquelas que apresentarem características apropriadas para serem usadas na arborização urbana de Carazinho, onde serão observados os seguintes critérios:

a) **Espécie nativa do Rio Grande do Sul:** São espécies originárias do Brasil, sendo estas próprias de cada região, ao contrário das exóticas que provêm de outros países. Burle Marx (1980) disse ser necessária a utilização de plantas nativas em projetos de paisagismo urbano para perpetuar as espécies para que a população compreenda a extraordinária riqueza que as regiões possuem.

b) **Celeridade de árvore:** A variação da capacidade de fixação de carbono entre as espécies de árvores está relacionada em função de seu ritmo de crescimento. Melo (2007) explica que, aos 20 anos de idade, uma árvore de crescimento rápido (como angico, por exemplo) teria armazenado por volta de 450 quilos de carbono; uma de crescimento moderado (canafístula, por exemplo) teria fixado cerca de 110 quilos e uma de crescimento lento (como a aroeira periquita) teria fixado 35 quilos. Dessa forma, a taxa de crescimento da árvore influencia na quantidade de absorção do carbono.

c) **Nível de clorofila:** Os receptores de radiação da clorofila podem ser identificados pela coloração da folha, quando pálidas ou esbranquiçadas, ocasionam redução na intensidade fotossintética, isso pode ocorrer geralmente no começo do seu desenvolvimento e novamente no outono, em climas temperados quando as folhas ficam amareladas, porém quando as folhas apresentam um verde mais intenso, aumenta a intensidade fotossintética (LARCHER, 2004).

d) **Tamanho da copa:** A copa das árvores são formadas pelo conjunto de galhos, ramos, folhas, flores, frutos e sementes, sua forma pode mudar conforme a estrutura dos seus galhos, densidade das ramificações e tipos de folhas, determinando assim a forma das copas, que podem ser arredondadas, piramidal, umbeliforme, alongada e larga. Árvores com diâmetro de copa menor que 4 metros são pequenas, entre 4 e 6 metros é média e acima de 6 metros a copa é grande (MASCARÓ, 2004). Segundo Nowak (1993), árvores de copa grande têm capacidade maior de captura do carbono se comparada com as que apresentam um diâmetro menor.

e) **Índice de área foliar (IAF):** é a relação entre a área foliar verde das plantas em determinada área do solo. Num determinado IAF, que esteja recebendo luz e realizando fotossíntese e outra grande área foliar sendo auto-sombreada, estas irão baixar significativamente a capacidade fotossintética (FLOSS,2006).

f) **Persistência foliar:** Quanto à persistência, as plantas estão classificadas em caducifólias, espécies que perdem suas folhas em determinadas épocas do ano geralmente nos meses mais frios, quando a circulação da seiva torna-se mais lenta, próprias para regiões de clima frio, pois no inverno permitem a passagem dos raios do sol; as perenifólias são árvores que permanecem com suas folhas o ano todo, a troca ocorre de forma gradual sem que se perceba, própria para locais de clima quente, uma vez que ajudam a amenizar as altas temperaturas, permitindo mais sombreamento.

g) **Captura de carbono:** Durante o crescimento da planta, para obter energia, ela absorve o gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) da atmosfera e libera o oxigênio (O) através do processo da fotossíntese, o carbono(C) fixa-se nos troncos, galhos, folhas e raízes, permanecendo ali armazenado. O carbono só será liberado à atmosfera, caso a árvore seja queimada ou decomposta por morte natural.

h) **Aspecto paisagístico urbano:** É a introdução da vegetação à paisagem urbana que permitirá formar um cenário aconchegante às pessoas que vivem nas cidades, onde o verde das plantas é cada vez menos visível. As espécies utilizadas devem manter um equilíbrio com o ambiente, criando espaços organizados para os tipos de edificações, as vias de passeio de pedestres e fluxo de pessoas e automóveis, através de locais bem organizados.

i) **Dimensões das ruas e passeios:** Ao introduzir espécies arbóreas no passeio público, tem que se observar as dimensões para que seja utilizada a espécie apropriada ao local, para que mais tarde não acabe causando qualquer tipo de interferência. Em ruas estreitas com passeios largos, o ideal é utilizar espécies de pequeno porte, quando tem rede elétrica média e pequena na calçada oposta, sem fiação aérea. Em passeios largos e ruas largas podem ser espécies de grande e médio porte, sem rede elétrica e pequeno porte se tiver fiação. Em ruas largas e passeio estreito, pode ser alargado um lado do passeio de preferência aquele que não tem fiação elétrica para o plantio da vegetação (MASCARÓ, 2004).

j) **Altura das construções:** Quando a edificação é baixa, deve-se optar por espécies menores para que não cause obstrução de calhas e para não ocorrer invasão de galhos nas residências, já em locais onde existem edificações mais elevadas, pode-se utilizar espécies maiores de médio e grande porte.

k) **Presença de redes aérea e subterrâneas:** As redes de infra-estrutura também devem ser cuidadas quando espécies arbóreas são introduzidas no passeio público, pois poderá causar interferências graves a estas redes. Onde existe fiação elétrica, o ideal é usar espécies de pequeno porte, no caso de redes subterrâneas, deve-se observar o tipo de raiz, se for muito superficial, pode causar rompimento da pavimentação e, se for muito profunda, pode romper canalizações ou entupi-las.

l) **Condições do clima e solo:** Existem plantas que são propícias para clima frio ou quente e algumas resistem a variações de temperatura; dessa forma, é importante utilizar as nativas da região, pois já apresentam resistência ao clima local. O solo tem que ser sempre de boa qualidade para que as árvores possam se desenvolver sem intervenções que possam vir a inibir o seu crescimento.

Na tabela de catalogação (anexo C) estão relacionadas algumas espécies de árvores nativas do Rio Grande do Sul, indicando o nome científico, a família, o nome vulgar, o tamanho, o tempo de permanência das folhas (decídua e perenifólia) e locais onde podem ser utilizadas no planejamento da arborização urbana.

Outros fatores que devem ser levados em consideração, quando é realizado o plantio de árvores em determinados locais na cidade, é observar algumas medidas, como a distância, altura e recuo para que não ocorram conflitos.

Tabela 18: Medidas que devem ser observadas para a implantação da arborização urbana

<b>Características do local</b>	<b>Medidas</b>
Recuo mínimo da rua em relação ao meio-fio	0, 50m
Distância mínima entre árvore e estradas de garagem	1,00m
Vão livre entre a copa das árvores e a rede de baixa tensão	1,00m
Vão livre entre a copa das árvores e a rede de alta tensão	2,00m
Altura máxima das árvores de pequeno porte	4,00m
Altura máxima das árvores de médio porte	6,00m
Distância mínima entre árvores de pequeno porte e placas de sinalização	5,00m
Distância mínima de árvores de médio porte e placas de sinalização	7,00m
Distância mínima das esquinas	7,00m

Fonte: <http://www.ambientebrasil.com.br>. Acesso em 20 nov. 2008.

#### 4.8 Proposta de arborização para aplicar no trecho A e trecho B

Com base nos dados e diagnósticos obtidos das espécies arbóreas presentes nos dois trechos de estudo e a opinião dos usuários sobre a arborização urbana, foi escolhido uma quadra do trecho A e uma quadra do trecho B para propor uma arborização mais planejada que melhore o conforto da população e capture uma quantidade maior de carbono da atmosfera. Observando alguns critérios que devem ser observados no momento em que serão introduzidas novas espécies arbóreas no passeio público presente nos dois trechos da cidade:

- Caracterizar o bairro se é de alta ou baixa densidade de ocupação do solo urbano, tipo de edificação e fluxo de pessoas e automóveis;
- Permitir a participação dos usuários na elaboração do projeto de arborização;
- Deixar as espécies que já estão no local e que não apresentam injúrias;
- Manejar as espécies que estão causando interferências na rede de infraestrutura;
- Introduzir novas espécies;
- Dar preferência às espécies nativas previamente selecionadas;
- Observar se a espécie é decídua ou perene, utilizando aquela que se adapte melhor ao clima local, proporcionando espaços sombreados e espaços com passagem de luz no inverno;
- Em área comercial, observar o fuste da árvore para permitir a visibilidade das vitrines das lojas;
- Cuidar para que a espécie escolhida não interfira na rede de infraestrutura, seja ela aérea ou subterrânea;
- Levantar em conta o aspecto paisagístico do bairro;

- Padronizar a pavimentação do passeio público, observando as normas para áreas residenciais e comerciais.

a) **Proposta para o trecho A** – Avenida Flores da Cunha, com alta densidade de ocupação do solo, caixa de rua larga, grande fluxo de pessoas e automóveis e zona comercial e residencial.

Para essa proposta, no trecho A, foi usado apenas uma quadra da Avenida Flores da Cunha, onde será apresentada a arborização atual, com a simulação do cálculo de absorção do carbono.



Figura 47: Legenda com identificação da copada das árvores

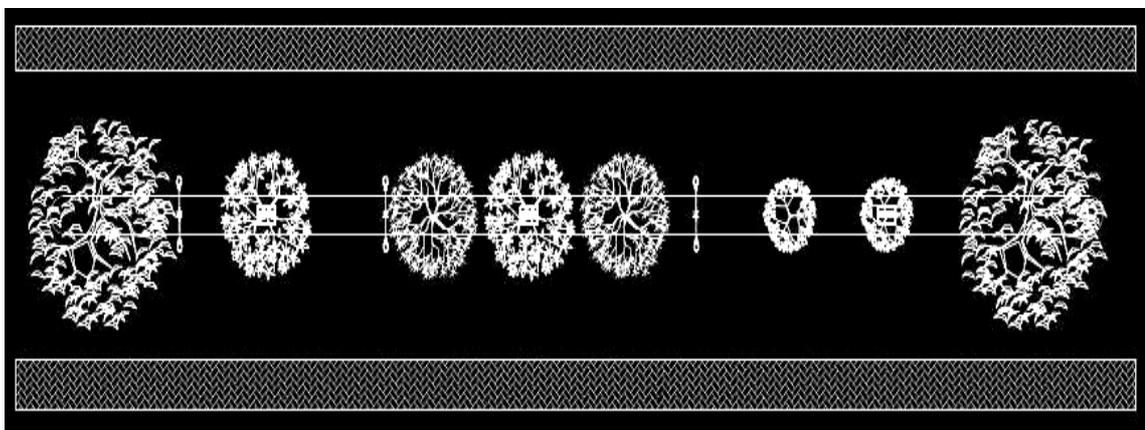


Figura 48: Situação atual da arborização urbana em um trecho da Avenida Flores da Cunha.

Para a simulação do cálculo de captura de carbono foi padronizada a idade das árvores (20 anos) para preenchimento da planilha elaborada por Nowak (quadro 2, tabela 1).

Tabela 19: Cálculo de captura de carbono da situação existente no trecho A.

A Característica da espécie			B Idade da árvore	C nº de árvores plantadas	D Fator de sobrevivência (tabela 3)	E Nº de árvores que sobreviveram (Cx D)	F Taxa anual do seqüestro (tabela 3)	G Seqüestro do carbono (ExF)
Nome	Tipo de árvore (F ou C)	Taxa crescimento (L, M ou R)						
Sibipiruna	F	M	20	2	0.462	0.924	23.2	21.4368
Ficus	F	L	20	2	0.448	0.896	10.8	9.6768
Aroeira Vermelha	F	M	20	2	0.462	0.924	23.2	21.4368
Chiflera	F	M	20	2	0.462	0.924	23.2	21.4368
Total de seqüestro de carbono								73.9872
Total de Kg equivalente ao seqüestro de CO <sub>2</sub> x 3.67								271.533024
Captura de carbono equivalente em toneladas /1000								0.271533024

Para o mesmo local da avenida, uma nova proposta de arborização, utilizando melhor os espaços que podem ser arborizados, proporcionando mais conforto aos pedestres.

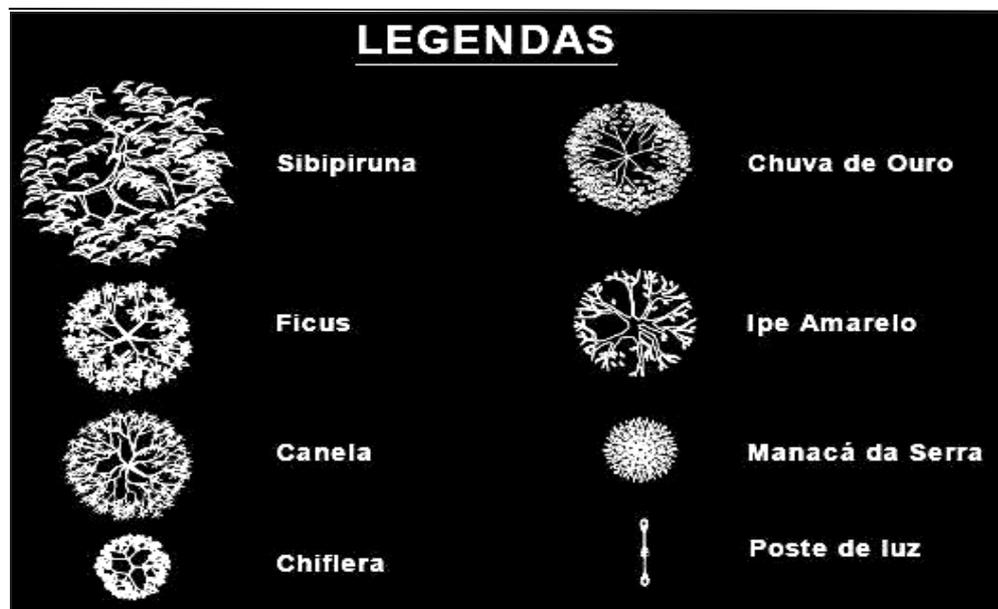


Figura 49: Legenda com as espécies arbóreas da Avenida Flores da Cunha

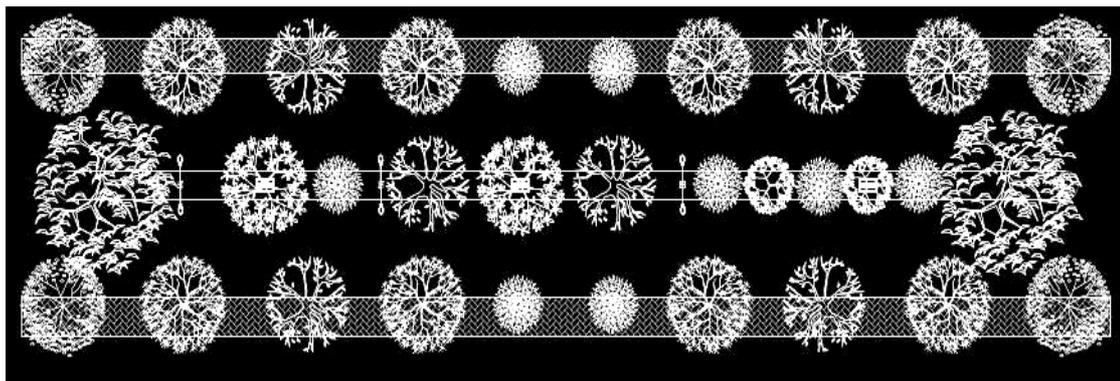


Figura 50: Distribuição de novas espécies arbóreas neste espaço do trecho A.

A Tabela 20 apresenta as anotação das características apresentadas pelas novas das espécies introduzidas nesse trecho de estudo.

Tabela 20. Cálculo simulando a captura do carbono na situação proposta para o trecho A.

A Característica da espécie			B Idade da árvore	C n° de árvores plantadas	D Fator de sobrevivência (tabela 3)	E N° de árvores que sobreviveram (Cx D)	F Taxa anual do seqüestro (tabela 3)	G Seqüestro do carbono (ExF)
Nome	Tipo de árvore (F ou C)	Taxa crescimento (L, M ou R)						
Chuva-de-ouro	F	R	20	4	0.474	1.896	41.0	77.736
Ipê amarelo	F	R	20	6	0.474	2.844	41.0	116.604
Manacá-da-serra	F	M	20	8	0.462	3.696	23.2	85.7472
Ficus	F	L	20	2	0.448	0.896	10.8	9.6768
Chiflera	F	M	20	2	0.462	0.924	23.2	21.4368
Sibipiruna	F	M	20	2	0.462	0.924	23.2	21.4368
Canela	F	R	20	8	0.474	3.792	41.0	155.472
Total de seqüestro de carbono								488.1193
Total de Kg equivalente ao seqüestro de CO <sub>2</sub> x 3.67								191.397831
eqüestro de carbono equivalente em toneladas /1000								1.91397831

A absorção de carbono aumentou consideravelmente passando de 0, 2 toneladas para aproximadamente 1,8 toneladas, isso demonstra que a Avenida Flores da Cunha pode ser melhor arborizada, principalmente no passeio público, sem causar interferência na circulação dos pedestres, pois apresenta uma largura adequada, as espécies utilizadas devem ter um fuste maior para permitir a visibilidade das vitrines das lojas, copa grande para um melhor sombreamento do passeio, proporcionando mais conforto aos usuários em dias quentes no verão, uma vez que hoje os pedestres circulam em apenas um dos lados do passeio, procurando protegerem-se do calor do sol.

O comércio no lado esquerdo da Avenida sentido Leste/Oeste que fica exposta ao sol, é prejudicado, pois os pedestres circulam no lado direito, pois tem sombra o que acaba

favorecendo os comerciantes dessa via, os proprietários dos imóveis também têm o valor de seus imóveis reduzidos em 10 a 15 %.



Figura: 51 - Passeio público na Avenida Flores da Cunha às 16 horas, lado esquerdo com sol sem pedestres e o lado direito com vários pedestres devido à presença da sombra projetada pela edificação.

b) **Proposta para o trecho B** – No Bairro Loeff, tem baixa densidade de ocupação do solo, caixa de rua estreita, exclusivamente residencial com pouco fluxo de pessoas e automóveis.

Para o estudo de caso, neste Bairro, foi usada uma quadra da Rua Marechal Deodoro; o quadro 10 apresenta a atual situação da arborização e a pavimentação do passeio público que se apresenta de várias formas.



Figura 52: Espécies arbóreas presentes na quadra em estudo na Rua Marechal Deodoro

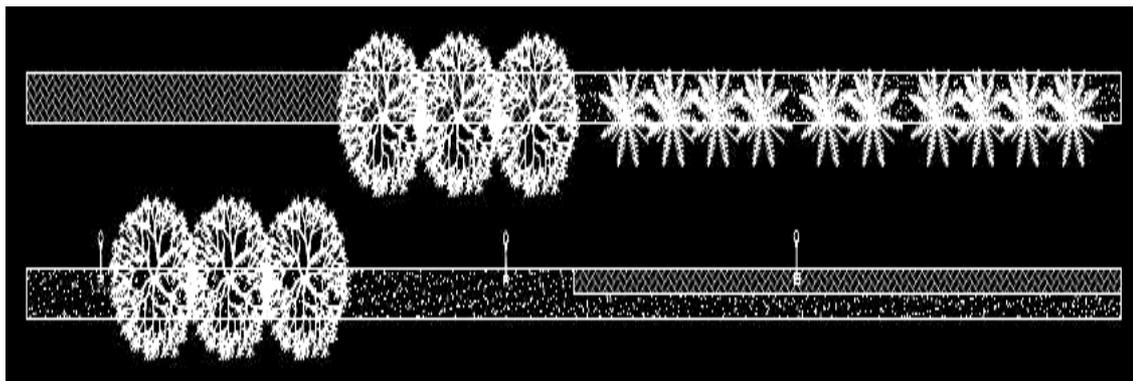


Figura 53: Espécies arbóreas presentes em um trecho da Rua Marechal Deodoro, no Bairro Loeff

Na simulação da captura de carbono foi padronizada a idade das árvores deste trecho (10 anos) para o preenchimento da tabela.

Tabela 21. Planilha com os dados das árvores e a captura de carbono na Rua Marechal Deodoro

A Característica da espécie			B Idade da árvore	C n° de árvores plantadas	D Fator de sobrevivência (tabela 3)	E N° de árvores que sobreviveram (Cx D)	F Taxa anual do seqüestro (tabela 3)	G Seqüestro do carbono (ExF)
Nome	Tipo de árvore (F ou C)	Taxa crescimento (L, M ou R)						
Jerivá	F	M	10	10	0.576	5.76	11.2	64.512
Canela	F	M	10	6	0.576	3.456	11.2	38.7072
Total de seqüestro de carbono								103.2192
Total de Kg equivalente ao seqüestro de CO <sub>2</sub> x 3.67								378.14464
Seqüestro de carbono equivalente em toneladas /1000								0,3788144464

]Para o mesmo local na Rua Marechal Deodoro, a nova proposta de arborização, com outras espécies deixando o local mais arborizado, também foi padronizada a pavimentação do passeio público, seguindo as normas propostas pela prefeitura municipal.



Figura 54: Relação das espécies presentes na quadra em estudo da Avenida Flores da Cunha.

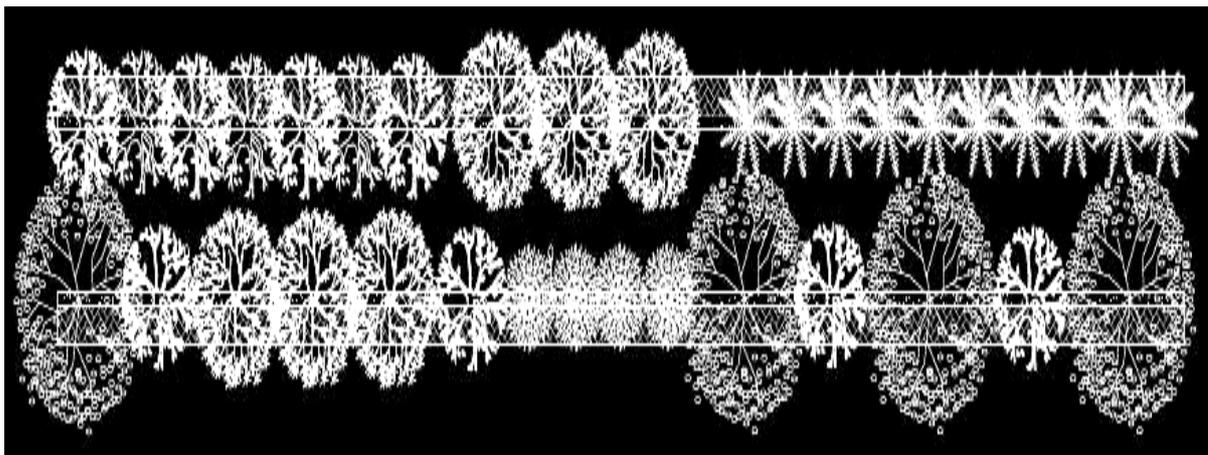


Figura 55. Disposição da nova proposta de arborização para o trecho da Rua Marechal Deodoro no Bairro Loeff.

Planilha com os dados das espécies arbórea propostas para a quadra do trecho B e a simulação da captura de carbono.

Tabela 22 . Planilha com o preenchimento dos dados das árvores e a captura do carbono para a nova proposta de arborização no trecho B

A Característica da espécie			B Idade da árvore	C nº de árvores plantadas	D Fator de sobrevivência (tabela 3)	E Nº de árvores que sobreviveram (Cx D)	F Taxa anual do seqüestro (tabela 3)	G Seqüestro do carbono (ExF)
Nome	Tipo de árvore (F ou C)	Taxa crescimento (L, M ou R)						
Ipê-amarelo	F	R	10	8	0.589	4.712	19.3	90.9416
Ipê-roxo	F	M	10	3	0.576	1.728	11.2	19.3536
Canela	F	R	10	6	0.589	3.534	19.3	68.2062
Aroeia-periquita	F	R	10	5	0.589	2.945	19.3	56.8385
Jerivá	F	M	10	10	0.576	5.76	11.2	64.512
Manacá-da-serra	F	M	10	4	0.576	2.304	11.2	25.8048
Total de seqüestro de carbono								325.6567
Total de Kg equivalente ao seqüestro de CO <sub>2</sub> x 3.67								1195.160089
Seqüestro de carbono equivalente em toneladas /1000								1.195160089

Com o aumento no número de espécies arbóreas que, inicialmente eram de dezesseis, na nova proposta passa para trinta e uma, aproveitando melhor os espaços que não estavam arborizados, a absorção de carbono também teve um aumento significativo de 0,3 toneladas ano passando para 1,1 toneladas ano. Esse resultado demonstra que ainda há muito para ser feito na arborização urbana de Carazinho, que apresenta vários espaços, sem arborização e aumentando o número de espécies arbóreas, também obteremos maior captura do CO<sub>2</sub> que tem se acumulado ao longo dos anos na atmosfera fazendo parte do conjunto de gases que

formam o efeito estufa. A arborização desempenha cada vez mais seu papel de forma a promover a ambiência urbana e a qualidade de vida da população.

#### 4.9 Proposta de arborização em passeio público estreito

Em vários locais na cidade de Carazinho, principalmente nas ruas transversais da Avenida Flores da Cunha, o passeio público é muito estreito com aproximadamente 1,5 metro de largura, não havendo a possibilidade de implantação da arborização, para não dificultar a passagem dos pedestres. Existem duas propostas para introduzir a arborização em via de pedestre estreita:

a) Diminuir a largura da caixa de rua e aumentar um lado do passeio público para o plantio de árvores, utilizando neste mesmo lado estacionamento dos automóveis para fornecer sombra ; esta proposta não prejudicaria o fluxo dos veículos, apenas reduziria os espaços para estacionamento que podem ser solucionados com a criação de estacionamentos públicos ou privados.

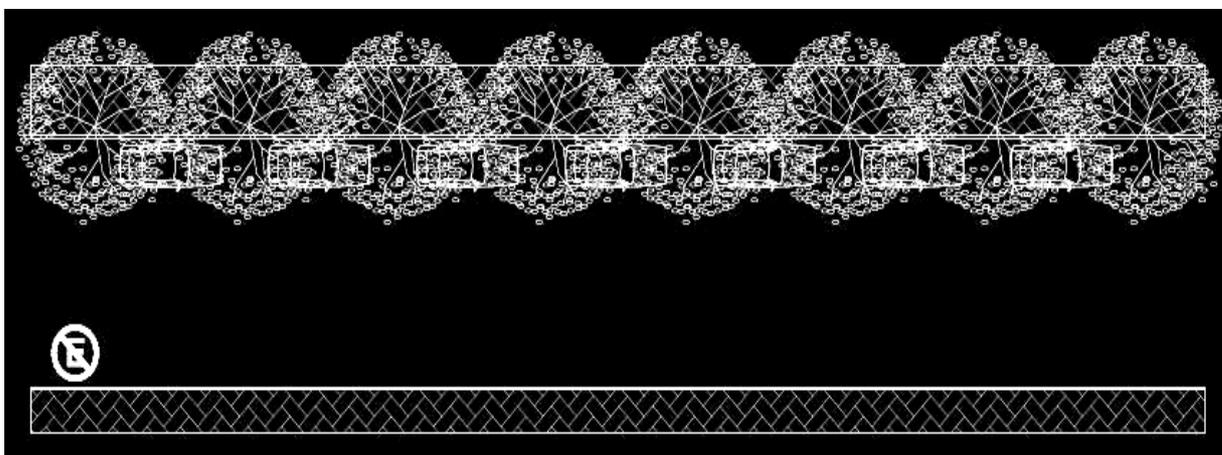


Figura 56. Modelo proposto para ruas com passeio público estreito.

b) Aumentar o passeio público em determinados espaços para o plantio de árvores, intercalado com espaços para estacionamento.

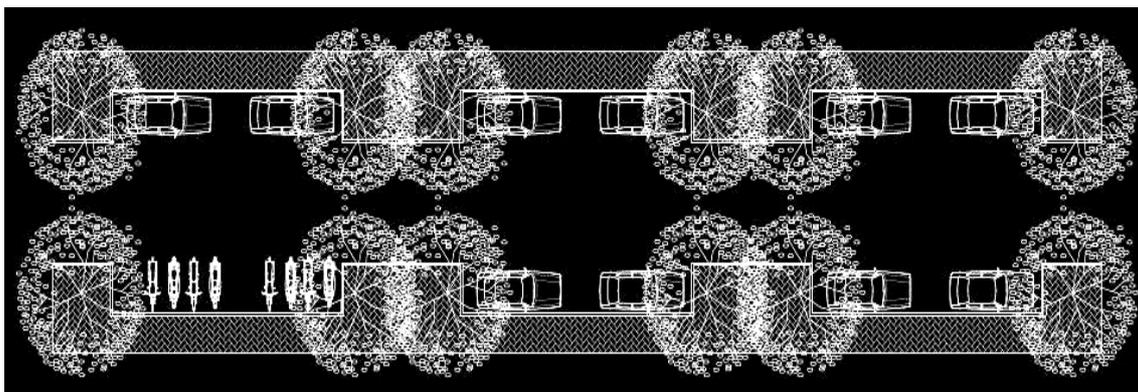


Figura 57. Ampliação do passeio público para o plantio de árvores.

O controle da vegetação pode ser aplicado nos demais Bairros da cidade, seguindo os mesmos critérios apresentados nos dois trechos, porém destaca-se a importância de uma avaliação e análise inicial para a elaboração do diagnóstico e assim elaborar as ações.

Estas propostas podem servir de base para outros projetos que visam à melhoria da arborização urbana bem como promover um estudo mais completo sobre a eficiência desta arborização para captura do carbono atmosférico, uma vez que existem poucas informações e aplicações no Brasil.

#### 4.10 Recomendações para implantação da arborização urbana e a captura do carbono

Plantar árvores em ambientes urbanos além de ser um importante sequestrador de carbono, aumenta a cobertura do dossel, esfria as ilhas de calor urbano e ajuda a economizar energia utilizada para resfriamento da edificação no verão. Para a implantação de um projeto de arborização que vise melhorar os ambientes urbanos e faça uma captura eficiente de carbono é fator fundamental estabelecer parcerias com empresas, políticos, prestadores de serviços, escolas e voluntários para que juntos possam garantir o sucesso do projeto. É importante traçar um roteiro que deixe claras as estratégias que serão usadas.

Alguns critérios devem ser estabelecidos para propor um programa de arborização urbana, destaco aqui as orientações escritas por McPherson e Simpson (1999) e a forma de quantificar a captura de carbono por Nowak (1998), pois ambos possuem vários trabalhos científicos publicados em livros e artigos, com pesquisas e relatos sobre a importância da arborização em áreas urbanas, que podem servir como guia em ações implantadas no ambiente citadino. Relação de etapas que devem ser seguidas no planejamento da arborização urbana:

- Determinar uma quantidade de árvores para ser introduzida na arborização urbana anualmente, propondo metas;
- Selecionar espécies de árvores nativas que já existem na arborização urbana, pois são espécies que se adaptam bem ao clima local, solo e outras condições, tendo mais chances de sobreviver;
- Evitar ao máximo os conflitos com a rede de infraestrutura aérea e subterrânea;
- Utilizar espécies que não seja necessária a realização de podas;
- Manter os usuários informados sobre a importância e o sucesso do projeto, para que haja mais participação e comprometimento na inserção e a conservação da arborização;
- Quantificar a captura do carbono através do preenchimento de planilhas que são encontradas em programas de software, os quais armazenam dados das árvores e podem fornecer a taxa de captura;
- Optar por espécies de crescimento rápido, pois capturam melhor o CO<sub>2</sub> transformando em biomassa;
- Usar espécies nativas variadas para promover uma cobertura contínua do dossel bem como favorecer a fauna silvestre;
- Escolher espécies caducifólias e perenifólias procurando adaptar de acordo com o clima característico da região.

De acordo com as metas propostas e os recursos disponíveis, identificar os locais que serão arborizados para determinar o número e o tipo de árvores que serão plantadas. O projeto deve ser implantado gradualmente, de preferência onde a arborização necessita manejo, por estar causando interferências na rede de infraestrutura, estar com problemas fitossanitários, causar alergias ou apenas porque existem espaços que podem ser preenchidos com o plantio de novas árvores.

A realização do inventário para analisar a arborização existente é importante, para obter um diagnóstico da atual situação da vegetação. Usando com base o diagnóstico, estabelecer quantas e quais espécies serão utilizadas, anotando os dados na planilha conforme modelo do quadro 2, para o cálculo da captura do carbono e também para monitorar o desenvolvimento das espécies. Este referencial é apenas uma ferramenta padronizada que pode ser aplicado a uma grande variedade de locais para a elaboração de um relatório sobre a captura do carbono em áreas urbanas.

## 5 CONCLUSÃO

Os espaços urbanos modernos têm menos vegetação que seu entorno. Essa diferença afeta o clima, consumo de energia e habitabilidade das cidades. A redução da vegetação urbana contribui para o aquecimento do ar nas áreas urbanas, levando a formação da ilha de calor no verão. O tema central deste trabalho foi o uso da arborização urbana como estratégia de controle da ambiência nos recintos urbanos do subtropical úmido e critérios de seleção de espécies arbóreas nativas que contribuam com a captura do carbono atmosférico.

Os estudos foram realizados para a cidade de Carazinho, RS, Brasil, através de medições ambientais sazonais e aplicação de questionários à população para conhecer seu grau de satisfação em relação à arborização pública.

A cidade de Carazinho assim como a maioria das cidades brasileiras, cresceu em população e tamanho nas últimas décadas, passando de 13.008 habitantes rurais e 42.552 urbanos em 1970, para 3.610 e 59.857 respectivamente em 2000 segundo censo do IBGE. Da mesma forma que nas demais cidades do país, o crescimento se deu sem planejamento, de forma improvisada e caótica, afetando a qualidade de vida da população em consequência da extensão do perímetro urbano, do adensamento da edificação, da falta da infraestrutura imprescindível para a realização das atividades citadas.

A mudança ambiental tem como foco principal as atividades antrópicas que estão ligadas a urbanização, que causaram os mais variados tipos de poluição bem como a redução das áreas verdes urbanas, reforçando a idéia de que o problema não é apenas local, mas sim global. Os fenômenos que estão ocorrendo na natureza demonstram a necessidade de ações que visam mudanças de atitudes das populações.

A vegetação urbana de Carazinho, também apresenta impactos que surgiram com o desenvolvimento não planejado da cidade. As observações realizadas *in loco* mostraram que a arborização existente nos logradouros analisados é, no geral, precária, mal conservada,

algumas espécies são de grande porte, provocando conflitos com a rede elétrica. Foi verificado que em determinados pontos das vias analisadas não tem nenhum tipo de vegetação, fato grave numa cidade subtropical úmida com estação quente marcante que precisa da sombra das árvores para amenizar o intenso calor no verão.

As medições de temperatura e umidade relativa do ar realizada confirmaram o que existe de referência bibliográfica sobre o tema, o qual relata sobre os benefícios da arborização urbana no controle da radiação solar, associado ao aumento da umidade relativa do ar, fazendo com que a variação da temperatura seja menor, reduzindo a amplitude térmica sob a vegetação, sendo maior durante o verão, pois a densidade foliar e a evapotranspiração das plantas são mais intensas. A amplitude térmica sob grupamentos é sempre menor que sob as árvores isoladas.

Os usuários dos recintos urbanos analisados (de acordo com os resultados dos questionários aplicados), não estão satisfeitos com a situação já descrita do estado da arborização pública, não só do seu bairro, mas também da cidade como um todo. Apontam a necessidade de promover melhoria da situação atual sem, como é lógico, esboçar medidas concretas. Alguns entrevistados mostraram pouco interesse pela vegetação urbana, lembrando os problemas que acarreta quando é mal implantada ou descuidada. Comprova-se, novamente, a validade da opinião de especialistas que recomendam a participação da população tanto na elaboração como na aplicação do planejamento da arborização urbana, instrumento técnico legal imprescindível para o sucesso da rede verde. Carazinho está iniciando algumas ações para reverter os problemas gerados por anos de arborização sem planejamento. O uso de espécies nativas é outro aspecto fundamental para que a arborização urbana seja adequada.

É necessário que a arborização urbana seja planejada por técnicos habilitados, que utilizam seus conhecimentos e as informações coletadas dos usuários, para estimular o comprometimento das pessoas com as mudanças adotadas, para assim contribuir com o desenvolvimento e preservação da vegetação.

Carazinho necessita proteger os recintos urbanos da radiação solar através do uso da vegetação como forma de melhorar a qualidade de vida da população e promover a sustentabilidade nas áreas urbanas. Diante de todos os dados obtidos e diagnosticados, fica perfeitamente visível a importância da arborização urbana para minimizar os impactos gerados.

Sobre a captura do carbono, podemos concluir que quanto mais utilizarmos os espaços dos recintos urbanos com a arborização, maior será a absorção desse gás da atmosfera, uma vez que as árvores estão diretamente envolvidas com a realização desse fenômeno. Os

investimentos em florestas urbanas proporcionam os mesmos benefícios que os projetos desenvolvidos em áreas de reflorestamento, com a vantagem de, poderem ter um melhor acompanhamento no seu desenvolvimento e reposição das árvores que não sobrevivem.

Novos trabalhos de pesquisa podem ser desenvolvidos a partir dos dados coletados nessa pesquisa, buscando parcerias junto ao poder público e/ou privado para implantação de projetos de arborização urbana e captura do carbono bem como desenvolver programas de educação ambiental, que destaquem a importância das árvores para melhoria da ambiência urbana, fomentando o compromisso da comunidade com a arborização.

## REFERÊNCIAS

ALESSANDRO, M.; SCHULTZ, E. Airborne dust Pollution in Mendoza, Argentina. In: CLIMATE AND ENVIRONMENTAL CHANGE – PRE-REGIONAL CONFERENCE MEETING OF THE COMMISSION ON CLIMATOLOGY, 1998, Lisboa. **Anais...** Lisboa: International Geographical Union – Commission on Climatology, 1998. p. 15-16.

AREVALO L. A, ALEGRE J.C, VILCAHUAMAN. **Metodologia para estimar o estoque de carbono em diferentes sistemas de uso da terra.** Colombo-PR : Embrapa Florestas, 2002. p.41.

BATISTA, J.L.F. **Apontamentos de silvicultura urbana.** Piracicaba: ESALQ/DCF, 1988. 36p.

CÓDIGO de obras do Município de Carazinho. Lei Municipal nº 4.356/92 de 23 de dez. de 1992.

CÓDIGO de Postura do Município de Carazinho. Lei complementar nº 03/05 de jan. de 1985.

CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.** Coleção Mudanças Climáticas. [S.l.]: 2001. 35 p.

COOPERATIVA DE NÃO-ME-TOQUE. **Dados Meteorológicos.** Disponível em: <<http://www.cotrijal.com.br>>. Acesso em: 9 ago. 2007.

COSTA, L.M.S.A. Arborização urbana e parques públicos. In: SEMINÁRIO DE ARBORIZAÇÃO URBANA NO RIO DE JANEIRO, 1., 1996, Rio de Janeiro. **Coleção paisagismo.** Rio de Janeiro: EBA - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1997. p.44-61.

COSTA, P. M. A **convenção climática e o surgimento de commodities ambientais.** [S.l.], Gazeta Mercantil, dez. 1997. 4 p.

CUNHA, G.E.;ZECHMEISTER, D.;MELO, Q.E. **Elementos de arquitetura de climatização natural**. Passo Fundo: UPF, 2005.

DE ANGELIS, B. **Praça no contexto das cidades o caso de Maringá/PR. 2000**. Tese . (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo: 2000.

\_\_\_\_\_,SCARASCIA-MUGNOZZA,G.E. **Long-term CO<sub>2</sub> enrichment in a Mediterranean natural Forest: na application of Large open top chambers**. Chemosphere, v.36.n 4-5.p. 763-770,1998.

ECOSECURITIES. **Prototype Carbon Fund (PCF) Market 1 Intelligence Report**.Washington D.C., jun. 2001. 27 p.

ELALI,A. G. **Imagem Sócio-Ambiental de Áreas Urbanas: Um estudo na Ribeira, Natal-RN-Brasil**. Artigo nº10 da Revista Electrónica de La unión latinoamericana de entidades de psicologia. Psicologia para América Latina, julho de 2007.

ENCICLOPÉDIA LIVRE. In Wikipédia . Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Mendoza>>. Acesso em: 01 out. 2008

ESTRUTURAS DA CÉLULA DE UMA PLANTA/CLOROPLASTO. Disponível em: <[www.herbario.com.br/cie/universi/teoria/1027clor.htm](http://www.herbario.com.br/cie/universi/teoria/1027clor.htm)>. Acesso em: 22 set. 2007

FLOSS, E.L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo do que está por trás do que se vê**. 3.ed. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2006. 751p.

FOTOS DA ARBORIZAÇÃO URBANA. Disponível em: <<http://imagens.google.com.br>>. Acesso em: 3 jan. 2009.

GOYA, C. R. Relato histórico da arborização na cidade de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1., Vitória, 1992. **Anais**. Vitória: Prefeitura Municipal de Vitória, 1992. p.403-408.

GREY, G. DENEKE, F. **Urban forestry**. New York: John Wiley, 1978.

IMAGENS DA CIDADE DE CARAZINHO. Disponível em:  
<<http://www.carazinho.net/fotos.html>>. outubro, Anúncios Google. Acesso em: 14 mar. 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, Disponível em:  
<<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 15 set. 2007 e 15 dez. 2007.

KANDINSKY, Wassily. **Curso da Bauhaus**. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

LARCHER, Walter. **Ecofisiologia vegetal**. Tradução: Carlos Henrique B.A . Prado. Revisão Técnica: Carlos Henrique B. A . Prado e Augusto César Franco. São Carlos – SP, RiMa, 2000, 2004.

LIMA, A.M.L. **Análise da arborização viária na área central e em seu entorno**. Piracicaba, 1993. 238p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

LOMBARDO, M.A. Vegetação e clima. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO Urbana, 3., Curitiba, 1990. **Anais ...**Curitiba: FUPEF, 1990. p.1-13.

LONGUI, Rubens Alberto. **Livro das árvores: árvores e arvoretas do sul**. Porto Alegre: L&PM. 1995.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 2 ed. Nova Odessa: Plantarum. 1998 ( v 1 e 2 ), p.

LORENZI, H. O homem deve se adaptar à árvore não ela ao homem. **Folha do meio ambiente cultura viva**. Brasília DF: 2001, n. 120, p. 12–17.

LORUSSO, D. C. S. Gestão de áreas verdes urbanas. In: 1<sup>o</sup> ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA . (1992: Vitória). **Anais ...** Vitória, Prefeitura Municipal de Vitória, 1992. p. 181 -185.

LUTZEMBERGER, J. A. **Do jardim ao poder**. Porto Alegre: L&PM. 1985. 102 p.

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA CIDADE DE CARAZINHO. Disponível em:  
<<http://maps.google.com.br/maps>>. Acesso em: 12 jul. 2008.

MARX, R. B. **Arte e paisagem: conferências escolhidas**. São Paulo: Livraria Nobel, 1987.

MASCARÓ,L.;MASCARÓ,J. **Vegetação urbana**. Porto Alegre: Edelbra, 2002.

MASCARÓ,L. **Ambiência urbana = Urban environment**. 2.ed. Porto Alegre: + 4 Editora, 2004.

McPHERSON, E. G. **Environmental benefits and costs of the urban forest**. In: Rodbell, Phillip D., ed. Proceedings of the 5th National Urban Forest Conference.; 1991 November 15-19; Los Angeles, CA. Washington, DC: American Forestry Association, 52-54.

\_\_\_\_\_, **Benefits and costs of tree planting and care in Chicago**. In: McPherson, E.G., Nowak, D.J., Rowntree, R.A., eds. Chicago's urban forest ecosystem: results of the Chicago Urban Forest Climate Project. Gen. Tech. Rep. NE-186. Radnor, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station, 115-133,1994.

McPHERSON, E.G.,SIMPSON, J.R.**Carbon dioxide reduction through urban forestry: guidelines for Professional and volunteer tree planters**. Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, Washington,1999.

\_\_\_\_\_, **A comparison of municipal Forest**. Benefits and costs in Modesto and Santa Monica, Califórnia, USA. Urban Forestry & Urban Green, Davis n.1, p61-74,2002.

McPHERSON,E.G.;SIMPSON, J.R.; PEPER,P.J.; XIAO,Q. **Tree guidelines for San Joaquin Valley communités**. Sacramento, Government Omission Sacramento, 1999. 68p.

MELO,C.A.,SANQUETTA, R.C.**Qualificação de biomassa e carbono em reflorestamento de restauração**. Relatório parcial de projeto pesquisa.Secretaria do Meio Ambiente. Floresta estadual de Assis, Lutécia,São Paulo,2008.

MELLO FILHO, L.E. de. Arborização urbana. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1985, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 1985. p.51-56.

MIGUEZ, J. G. **Brasil está concluindo inventário sobre emissões de gases do efeito estufa**. Disponível em <[www.mct.gov.br](http://www.mct.gov.br)>. Acesso em: 10 out. 2007.

MILANO, M. **Avaliação e análise da arborização de ruas de Curitiba/PR.** Dissertação. (Mestrado em Ciências Florestais) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1984.

\_\_\_\_\_. **O planejamento da arborização, as necessidades de manejo e tratamentos culturais das árvores de ruas de Curitiba, PR.** Floresta, v.17, n.1/2, p.15-21, jun./dez.1987.

\_\_\_\_\_,DALCIN, E.C. **Arborização de vias públicas.** Rio de Janeiro, RJ: Light, 2000. 226p.

MMA – Ministério do Meio Ambiente . **Mapa das Províncias Hidrogeológicas do Brasil,** 2003.

MOSER, G. **Psicologia Ambiental** . Artigo científico. Publicado pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte,2004.

NEVES,C.C.N. **Modelo de compensação de CO<sub>2</sub> para empresas poluidoras do ar: um estudo de caso no Vale do Itapocu, região norte de Santa Catarina.** 2002.103p.Dissertação de mestrado.Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis,2002.

NOBRE, C.A. O aquecimento global e o papel do Brasil. **Revista Ciências Hoje.** v..36. n. 211, dez. 2004. p.38-40.

NOWAK,D.J. Atmospheric carbon reduction by urban trees. **Journal of Environmental Management,** New York,v.37,p.207-217, 1993.

\_\_\_\_\_,CRANE,D.E. Carbon storage e sequestration by urban trees in the USA. **Environmental Pollution,** London,v.116, p.381-389, July 2002.

OKAMOTO, J. **Percepção ambiental e comportamento:** visão holística de percepção ambiental na arquitetura e na comunicação. São Paulo: Mackenzie, 2002.

ORNSTEIN, S.W. **Avaliação pós-ocupação do ambiente construído (APO).** São Paulo: Studio Nobel/Edusp,1992.

PAIVA,H.N. Seleção de espécies para arborização urbana. **Revista Ação Ambiental,**Viçosa,MG.v.2,n.9, p.14-16, 1999/2000.

PAIVA, H.N.; GONÇALVES, W. **Florestas urbanas**: planejamento para melhoria da qualidade de vida. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2002. 180 p.

PITT, D.; SOERGELL, K.; ZUBE, E. **Trees in the city**. In: Nature in cities: the natural environment in the desing and development of urban green spaces. I.C. Lavrie(Ed.). Chichester: John Wiley e Sons, 1988.

PLANO Ambiental do Município de Carazinho, RS. 2007.

PLANO Diretor. Município de Carazinho. Lei Ordinária nº 04365 de 1992.

POLÍTICAS do aquecimento global. Revista On Line, **Aquecimento Global**. Ano 1, nº 2. 2008.

PORTAL ambiente Brasil. **Seqüestro de Carbono**. São Paulo. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br>>. Acesso em 20 dez. 2007.

PREVISÃO DO TEMPO. Somar Meteorologia. Disponível em: <<http://www.via-rs.net/tempo/index.php>>. Acesso em: 06 set. 2008.

RELATÓRIO DO IPCC/ONU. **Novos cenários climáticos**. Traduzido pela Ecolatina. Divulgado em Paris, 2007.

RENNER, R. M. **Seqüestro de carbono e a viabilização de novos reflorestamentos no Brasil**. 2004. 132 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

REZENDE, P.L.J.; VALVERDE R.S.; CARVALHO, A. M.R. Mercado de crédito de carbono. **Revista Ação Ambiental**. Ano IV, nº 21. p.8-10, 2001.

ROMANO, R. A. **Modelagem e controle de CO2 em câmaras de topo aberto utilizados em estudos de fisiologia vegetal**. 2006. 82p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

SALATI, E. Emissão x seqüestro de CO2-uma nova oportunidade de negócios para o Brasil. In: SEMINÁRIO EMISSÃO X SEQÜESTRO DE CO2- UMA NOVA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O BRASIL, 1994, Rio de Janeiro: **Anais**. Rio de Janeiro: Companhia Vale do Rio Doce, 1994. p. 15-37.

SANCHOTENE, M. C. C. Desenvolvimento e perspectivas da arborização urbana no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2., 1994, São Luís. **Anais...** São Luís: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 1994. p.15-26.

SANCHOTENE, M. do C.C. **Frutíferas nativas úteis a fauna na arborização urbana.** Porto Alegre: FEPLAM, 1985. 311p.

SANQUETA, C.R.; BALBINOT, R. Metodologias para determinação de biomassa florestal. In: SANQUETA, C.R.; BALBINOT, R.; ZILLOTTO, M.A.B. **Fixação de carbono: atualidade, projetos e pesquisas.** Curitiba: UFPR/ Ecoplan.2004. pp. 77-93.

SANTOS, N. R. Z.; TEIXEIRA, I. F. **Arborização de Vias Públicas: Ambiente X Vegetação.** Instituto Souza Cruz. Santa Cruz do Sul, RS, Ed. 2001. 135 p.

SCARPINELLA, G. A. **Reflorestamento no Brasil e o Protocolo de Quioto.** 2002. 182f. Dissertação (Mestrado em Energia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

SILVA FILHO, D.F. ; BORTOLETO, S. . Uso de indicadores de diversidade na definição de Plano de manejo da arborização viária de águas de São Pedro - SP . **Revista Árvore,** Viçosa - MG, v. 29, n. 6, p. 973-981, 2005.

SIRKIS, A. **Ecologia urbana e poder local.** Rio de Janeiro: Fundação Ondazul, 1999. 318p.

STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D. **Solos do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre. Editora da UFRGS, 2002. Porto Alegre: EMATER/RS

STRINGHETA, O.C.A. Arborização Urbana no Brasil. **Revista Ação Ambiental.** Setembro/Outubro, 2005. Universidade Federal de Viçosa-MG. Ano VIII, n.33.p.9.

TAKAHASHI, L.Y. Arborização urbana: Inventário. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2., ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 5., 1994. São Luís. **Anais....** São Luís: Prefeitura Municipal de São Luís, 1994.p, 193-199.

TERRA, C. G. **O jardim no Brasil no século XIX: Glaziou revisitado,** 2.ed. Rio de Janeiro: EBA/UFRJ, 2000. 166p.

TOLEDO, D.V.; PARENTE, P.R. Arborização urbana com essências nativas. **Boletim Técnico do Instituto Florestal,** v.42, p.19-31, mai.1988.

TONON, R. O que é seqüestro de carbono. **Revista Super Interessante**, São Paulo, 15 dez. de 2007, n. 247.p.38.

VALDIR, W.L. **A psicodinâmica das cores como ferramenta de marketing**: A percepção, influência e utilização das cores na comunicação mercadológica. 2005. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2005.

VELOSO, H. P.; GOES FILHO, L. **Fitogeografia brasileira, classificação fisionômica ecológica da vegetação neotropical**. Projeto RADAMBRASIL, Sér. Vegetação, Salvador: 1982, 80 p.

VOLUNTARY REPORTING OF GREENHOUSE GASES PROGRAM. Disponível em: <<http://www.eia.doe.gov/oiaf/1605/frntend.html>>, U.S. Department of Energy, Washington.. Acesso em: 15 set. 2008.

WILSON, E.O. **Biodiversidade**. Trad. Marcos Santos/Ricardo Silveira. Ed. Nova Fronteira. 657. p. 1988.

WINTERS, G.H.M. PERRENOUD, L.A. MOHAMED, E.M.H.M. Arborização urbana em 259 municípios de São Paulo. In: Encontro Nacional sobre arborização. 4., 1992. **Anais...** Vitória: Prefeitura Municipal de Vitória, 1992.p.175-192.

YAAKOV, Y.; POTCHTER, O.; BITAN. A. The influence of a small urban park on climatical parameters: a case study of Gan-Meir, Tel-Aviv. In: Climate and environmental change – Pre-Regional Conference Meeting of the Commission on Climatology, 1998, Lisboa. **Anais...** Lisboa: International Geographical Union – Comission on Climatology, 1998. p. 3-4.

ZILLER, S. R. Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica. **Revista Ciência Hoje**. n. 178, p. 77 – 79, dez. 2001.

## ANEXO A

Questionário aplicado para avaliação da opinião do cidadão sobre a arborização urbana de Carazinho no geral e no trecho de estudo A e B

Trecho A ( ) Bairro Centro

Trecho B ( ) Bairro Loeff

### Perfil do Entrevistado

Sexo: ( ) Masculino ( ) Feminino

Idade: ( ) < 20 anos ( ) 20 a 40 anos ( ) > 40 anos

Escolaridade: ( ) Ensino Fundamental

( ) Ensino Médio

( ) Ensino Superior

### Opinião do Entrevistado

1. Como você classificaria a arborização urbana de Carazinho:  
 Ótima  Boa  Razoável  Precária  Péssima
2. Qual seu grau de satisfação em relação aos ambientes arborizados em Carazinho:  
 muito satisfeito  satisfeito  pouco satisfeito  insatisfeito
3. Quanto a arborização do seu bairro, como você avalia:  
 Ótima  Boa  Razoável  Precária  Péssima
4. As árvores ajudam diminuir o aquecimento global, realizando a captura do carbono da atmosfera, isto ocorre:  
 sempre  as vezes  nunca  desconhece o assunto
5. Ao observar a arborização de Carazinho qual sua opinião, quanto ao planejamento:  
 Ótimo  Bom  Razoável  Precário  Não tem planejamento
6. Quais as vantagens da arborização urbana, assinale três alternativas abaixo:  
 sombra  
 redução o vento  
 redução da poluição sonora  
 funciona como anti-stresse  
 aumenta a umidade atmosférica  
 diminui o calor
7. Quais as desvantagens da arborização urbana, assinale três alternativas abaixo:  
 sujeira nas ruas e calçadas  
 sujeira provocada por pássaros  
 redução da iluminação pública  
 problemas com a rede elétrica  
 atrapalha os pedestres  
 causa acidentes em dia de temporal

8. Na sua opinião quem é responsável pelo plantio de árvores nas ruas e praças da cidade de Carazinho:

- os moradores
- a prefeitura
- as escolas
- prefeitura e moradores
- não sabe

9. Você sabe identificar o nome comum das árvores de ruas e praças:

- todas
- algumas
- poucas
- nenhuma

## ANEXO B

Catálogo das principais espécies arbóreas presentes na região sul do Rio Grande do Sul.

Nome Científico	Família	Nome Popular	Tamanho	Persistência foliar	Utilidade
<i>Luehea divaricata</i>	Tiliaceae	Açoita-cavalo	20 e 30m	decídua	Paisagismo
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	Sapotaceae	Aguaí-da-Serra	10 a 15m	semidecídua	Arborização urbana em ruas estreitas
<i>Holocalyx balansae</i>	Caesalpinaceae	Alecrim	10m	semidecídua	Arborização urbana, fornece boa sombra
<i>Parapiptadenia rigida</i>	Mimosoideae	Angico	20-30m	decídua	Paisagismo,reflorestamento
<i>Rollinia sericea</i>	Annonaceae	Araticum	6- 8m	perenifólia	Áreas degradadas -
<i>Schinus molle</i>	Anacardiaceae	Aroeira Piriquita	6 - 10m	perenifólia	Arborização urbana
<i>Litheaea molleoides</i>	Anacardiaceae	Aroeira-branca	6-12m	perenifólia	Usada em parques e jardins, pode causar alergia
<i>Schinus terebinthifolius</i>	Anacardiaceae	Aroeira-vermelha	5-10m	perenifólia	Arborização de ruas estreitas,pode causar alergia
<i>Rheedia gardneriana</i>	Guttiferae	Bacopari	5-7m	perenifólia	Arborização urbana
<i>Mimosa scabrella</i>	Mimosaceae	Bracatinga	5 a 12m	semidecídua	Arborização de ruas estreitas
<i>Butia eriospatha</i>	Arecáceas	Butiá	4-6m	perenifólia	Arborização de ruas e praças
<i>Gochmatia polymorpha</i>	Asteraceae	Cambará	6-8m	decídua	Paisagismo em geral
<i>Cupania vernalis</i>	Sapindaceae	Camboatá-vermelho	10-22m	semidecídua	Arborização de ruas
<i>Myrcia selloi</i>	Myrtaceae	Cambuí	4 - 5m	perenifólia	Arborização de ruas estreitas e sob rede elétrica
<i>Peltophorum dubium</i>	Caesalpinaceae	Canafistula	15 - 25m	deciduais	Paisagismo em geral
<i>Nectandra lanceolata</i>	Lauraceae	Canela-amarela	15-25m	semidecídua	Arborização de áreas abertas
<i>Heliatta longifoliata</i>	Rutaceae	Canela-de-Veado	10- 20m	perenifólia	Arborização em geral
<i>Nectandra rigida</i>	Lauraceae	Canela-ferrugem	15-20	perenifólia	Arborização em geral, ornamental
<i>Ocotea catharinensis</i>	Lauraceae	Canela	20-25m	Perenifólia	Construção civil, móveis
<i>Nectandra magapotamica</i>	Lauraceae	Canela-Preta	15-20m	perenifólia	Arborização de ruas
<i>Ocotea odorifera</i>	Lauraceae	Canela-sassafrás	15-25m	perenifólia	Paisagismo, arborização urbana
<i>Rapanea umbellata</i>	Mirsinaceae	Capororoça	10 - 12m	perenifólia	Arborização urbana
<i>Jacarandá micrantha</i>	Bignoniaceae	Caroba	8-12m	decídua	Arborização em geral
<i>Jacarandá puberula</i>	Bignoniaceae	Carobinha	4-7m	decídua	Arborização de ruas estreitas e sob rede elétrica
<i>Sapium haemospermum</i>	Rutaceae	Carrapateira	4-5m	perenifólia	Arborização de ruas estreitas sob fiação elétrica
<i>Roupala brasiliensis</i>	Protaceae	Carvalho	15-25m	decídua	Paisagismo em geral

Nome Científico	Família	Nome Vulgar	Tamanho	Persistência foliar	Utilidade
<i>Drimys winteri</i>	Winteraceae	Casca-de-Anta	3-4m	decídua	Paisagismo em geral
<i>Cedrela brasiliensis</i>	Meliaceae	Cedro	25-35m	decíduas	Paisagismo de parques
<i>Eugenia involucrata</i>	Myrtaceae	Cerejeira	10 - 15m	decídua	Arborização de ruas estreitas e sob redes elétricas
<i>Allophylus edulis</i>	Sapindaceae	Chal-Chal	5 -7m	Perenifólia	Arborização de ruas e praças
<i>Cassia ferruginea</i>	Caesalpinoideae	Chuva-de-ouro	8-15m	decídua	Paisagismo
<i>Parkinsonia aculeata</i>	Caesalpiniaceae	Cina-cina	5-10m	perenifólia	Arborização de ruas
<i>Erythroxylum deciduum</i>	Erythroxylaceae	Cocão	4 a 8m	decídua	Arborização de ruas estreitas e sob redes elétricas
<i>Ilex dumosa</i>	Aquifoliaceae	Congonha-miuda	4-9m	perenifólia	Arborização urbana
<i>Erythrina crista-galli</i>	Fabaceae	Corticeira-do-Banhado	6-10m	decídua	Usada em parques e jardins
<i>Lafoensia parari</i>	Lythraceae	Dedaleiro	15-20m	perenifólia	Arborização urbana
<i>Ilex paraguariensis</i>	Aquifoliaceae	Erva-mate	4- 8m	perenifólia	Paisagismo
<i>Cássia leptophylla</i>	Caesalpinoideae	Falso-barbatimão	8- 10m	perenifólia	Arborização de ruas
<i>Coussapoa microcarpa</i>	Cecropiaceae	Fiqueira	8-15m	perenifólia	Arborização de parques e jardins
<i>Oreopanax fulvum</i>	Araliaceae	Fiqueira-do-mato	6-12m	semidecídua	Arborização urbana
<i>Cinnamomum glaziovii</i>	Lauraceae	Garuva	20-30m	semidecídua	Arborização rural
<i>Feijoa sellowiana</i>	Myrtaceae	Goiaba Serrana	2 - 4m	semidecídua	Paisagismo em geral
<i>Trema micrantha</i>	Ulmaceae	Grandiúva	5-12m	perenifólia	Reflorestamento
<i>Myrcianthes pungens</i>	Myrtaceae	Guabiju	12-15m	perenifólia	Arborização urbana e rural
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	Myrtaceae	Guabirobeira	15-25m	perenifólia	Paisagismo em logradouros, pomares domésticos
<i>Patagonula americana</i>	Boraginaceae	Guajuvira	10-25	semidecídua	Paisagismo em geral
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	Myrtaceae	Murta	15-20m	perenifólia	Reflorestamento ao longo das margens de rios
<i>Myrceugenia euosma</i>	Myrtaceae	Cambuizinho	4 e 6m	Semidecídua	Arborização e reflorestamento
<i>Schizolobium parahyba</i>	Caesalpinoideae	Guapuruvu	20-30m	decídua	Reflorestamento de áreas degradadas
<i>Casearia decandra</i>	Flacourtiaceae	Guaçatunga	4-6m	perenifólia	Arborização urbana
<i>Ocotea porosa</i>	lauraceae	Imbuia	15-20m	semidecídua	Paisagismo em geral
<i>Ingá sessilis</i>	Mimosoideae	Ingá	12-20m	semidecídua	Reflorestamento
<i>Ingá marginata</i>	Mimosaceae	Ingá-Feijão	5 - 15m	Semidecídua	Arborização urbana
<i>Ingá uruguensis</i>	Mimosoideae	Ingá	5-10m	semidecídua	Paisagismo
<i>Tabebuia umbellata</i>	Bignoniaceae	Ipê-da-varzea	10- 15m	decídua	Paisagismo, arborização de ruas
<i>Tabebuia avellanedae</i>	Bignoneaceae	Ipê-Roxo	25- 30m	decidua	Paisagismo, praças
<i>Myrciaria cauliflora</i>	Myrtaceae	Jaboticabeira	10 - 15m	perenifólia	Pomar doméstico, paisagismo
<i>Jacaranda micrantha</i>	Bignoniaceae	Jacarandá	5-10m	decídua	Arborização de ruas desprovidas de rede elétrica

Nome Científico	Família	Nome Vulgar	Tamanho	Persistência foliar	Utilidade
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Arecaceae	Jerivá	10-20m	perenifólia	Arborização de ruas e avenidas
<i>Cordia macrocarpa</i>	Boraginaceae	Louro-branco	10-20m	caducifólia	Arborização paisagística
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	Rutaceae	Mamica-de-cadela	6-12m	semidecídua	Arborização urbana
<i>Senna macranthera</i>	Caesalpiniaceae	Manduirana	6-8m	semidecídua	Arborização de ruas estreitas e sob redes elétricas
<i>Guapira opposita</i>	Nyctaginaceae	Maria-mole	6-20m	perenifólia	Reflorestamento
<i>Dalbergia brasiliensis</i>	Papilionoideae	Marmeleiro	4 -16m	perenifólia	Arborização de ruas e avenidas
<i>Chorisia speciosa</i>	Bombacaceae	Paineira	12 - 15m	decíduas	Arborização de ruas e praças
<i>Bauhinia candicans</i>	Caesalpiniceae	Pata-de-Vaca	5 - 9m	Decídua	Arborização de ruas estreitas e sob redes elétricas
<i>Caesalpinia ferrea</i>	Caesalpinoideae	Pau-ferro	20 - 30m	semidecídua	Reflorestamentos mistos
<i>Aspidosperma australe</i>	Apocinaceae	Peroba	8 - 20m	decídua	Arborização paisagística
<i>Capsicodendron dinisii</i>	Canellaceae	Pimenteira	10 - 20m	perenifólia	Arborização urbana
<i>Podocarpus lambertii</i>	Podocarpaceae	Pinheiro-bravo	6- 15m	perenifólia	Paisagismo
<i>Araucaria angustifolia</i>	Araucariaceae	Pinheiro-do-Parana	20-50m	perenifólia	Alimentação
<i>Eugenia uniflora</i>	Myrtaceae	Pitangueira	6 - 10m	semidecídua	Paisagismo em geral
<i>Brunfelsia uniflora</i>	Solanaceae	Primavera	1-2m	perenifólia	Arborização em geral
<i>Bougainvillea glabra</i>	Nyctaginaceae	Três-Maria	10-20m	perenifólia	Arborização de parques e jardins
<i>Tibouchina sellowiana</i>	Melastomataceae	Quaresmeira	4-5m	perenifólia	Arborização em geral
<i>Lonchocarpus campestris</i>	Papilionoideae	Rabo-de-macaco	5 - 12m	decídua	Arborização urbana
<i>Campomanesia guazumaefolia</i>	Myrtaceae	Sete-capotes	6-10m	decídua	Pomares domésticos
<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	Leguminosae	Sibipurana	8-16m	semidecídua	Arborização de ruas
<i>Pera glabrata</i>	Euphorbiaceae	Tabocuva	8-10 m	perenifólia	Arborização de ruas
<i>Phitolacca dióica</i>	Phitolaccaceae	Umbu	20m	decíduas	Arborização de praças
<i>Eugenia pyriformis</i>	Myrtaceae	Uvaia	5-15m	perenifólia	Arborização de ruas estreitas
<i>Allophylus guaraniticus</i>	Sapindaceae	Vacum	5-10m	perenifólia	Arborização de ruas

Fonte: Lorenzi (1998) e Longui (1995)

## ANEXO C

As fichas com as características das espécies arbóreas nativas, selecionadas do anexo C, foram elaboradas para serem usadas na arborização urbana da cidade de Carazinho.

A

**Nome comum:** Aroeira-periquita

**Nome científico:** *Schinus molle*

**Família:** Anacardiaceae

**Porte:** Pequeno

**Persistência foliar:** Perene

**Coloração da folha:** Verde-clara

**Tipo de raiz:** Mista



Informações complementares

- ✓ Tronco com 25-35cm de diâmetro
- ✓ Folhas compostas com 4-12 jugos
- ✓ Florescem durante os meses de agosto a novembro
- ✓ Frutos com maturação em dezembro e janeiro
- ✓ Sementes podem ser armazenadas por um ano
- ✓ Resistente a geada e a seca
- ✓ Copa larga
- ✓ Tempo de crescimento: Rápido



Uso: Árvore muito ornamental, amplamente empregada na arborização de ruas e no paisagismo em geral.

Nomes populares: aroeira-salsa, aroeira, aroeira-mole, pimenteiro, terebinto.

Chave de identificação conforme anexo D:

1b	2a	3b	4a	5b	6c	7b	8a	9b	10c	11c	12a
----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----

## B

**Nome comum:** Cambará

**Nome científico:** *Gochnatia polymorpha*

**Família:** Asteraceae

**Porte:** Médio

**Persistência foliar:** Decídua

**Coloração da folha:** Verde-clara

**Tipo de raiz:** Mista



Foto: LORENZI,1998

Informações complementares

- ✓ Tronco tortuoso de 40-50 cm de diâmetro
- ✓ Folhas simples
- ✓ Florescem durante os meses de outubro e dezembro
- ✓ Frutos com maturação de dezembro a fevereiro
- ✓ Copa arredondada
- ✓ Raízes ramificadas
- ✓ Sementes podem ser armazenadas em torno de três meses
- ✓ Tempo de crescimento: Rápido



Foto: LORENZI,1998

Uso: Ornamental podendo ser usada no paisagismo em geral.

Nomes populares: Candeia, cambará-de-folha-grande, cambará-do-mato, cambará-guaçu

Chave de identificação conforme anexo D:

1b	2b	3a	4b	5a	6a	7a	8b	9b	10b	11c	12a
----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----

C

**Nome comum:** Jacarandá mimoso

**Nome científico:** *Jacaranda mimosaeifolia*

**Família:** Bignoniaceae

**Porte:** Grande

**Persistência foliar:** Decídua

**Coloração da folha:** Verde-clara

**Tipo de raiz:** Mista



Informações complementares

- ✓ Tronco com 40-60 cm de diâmetro
- ✓ Folhas grandes opostas imparipinadas com 4-8 pinas de 20-25cm de comprimento
- ✓ Florescem durante os meses de outubro a dezembro
- ✓ Frutos com maturação em julho a setembro
- ✓ Sementes devem ser plantadas logo que colhidas
- ✓ Copa arredondada
- ✓ Raízes mistas, com raiz principal e ramificações laterais
- ✓ Tempo de crescimento: Rápido



Uso: Ornamental principalmente quando possui flor, usada em paisagismo de jardins e na arborização de ruas sem rede elétrica.

Nomes populares: Carobão, paraparaí, Caroba

Chave de identificação conforme anexo D:

1b	2a	3a	4a	5b	6a	7a	8c	9c	10c	11c	12a
----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----

## D

**Nome comum:** Chal-chal

**Nome científico:** *Allophyllus edulis*

**Família:** Sapindaceae

**Porte:** Pequena

**Persistência foliar:** Decídua

**Coloração da folha:** Verde-escura

**Tipo de raiz:** Ramificada



Foto: LORENZI, 1998

Informações complementares

- ✓ Tronco com 20-30 cm de diâmetro
- ✓ Folhas compostas trifolioladas, com folíolos de 8-12 cm de comprimento
- ✓ Florescem durante os meses de setembro a novembro
- ✓ Frutos baga com maturação em novembro e dezembro
- ✓ Sementes podem ser postas ao plantio em menos de seis meses
- ✓ Raízes ramificadas
- ✓ Copa arredondada
- ✓ Tempo de crescimento: Rápido.

Uso: Ornamental, muito usada na arborização urbana de ruas e praças, os frutos servem de alimentos para os pássaros.

Nomes populares: Vacum, vacunzeiro, murta-branca, fruta-de-pombo

Chave de identificação conforme anexo D:



Foto: LORENZI, 1998

1b	2b	3a	4a	5a	6a	7c	8b	9b	10b	11c	12a
----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----

E

**Nome comum:** Bolão-de-ouro

**Nome científico:** *Senna macranthera*

**Família:** Caesalpinoideae

**Porte:** Médio

**Persistência foliar:** Decídua

**Coloração da folha:** Verde-escura

**Tipo de raiz:** Pivotal



Informações complementares

- ✓ Tronco com 20-30 de diâmetro
- ✓ Folhas compostas com 2 pares de folíolos opostos
- ✓ Florescem de dezembro-abril
- ✓ Frutos com maturação em julho a agosto
- ✓ Sementes devem ser postas a germinar logo após a colheita
- ✓ Copa larga arredondada
- ✓ Tempo de crescimento: Rápido



Uso: Ornamental, empregada no paisagismo em geral arborização urbana.

Nomes populares: manduirana, aleluia, fedegoso

Chave de identificação conforme anexo D:

1b	2a	3b	4a	5a	6a	7b	8b	9b	10a	11c	12c
----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----

## F

**Nome comum:** Jerivá

**Nome científico:** *Syagrus romanzoffiana*

**Família:** Arecaceae

**Porte:** Grande

**Persistência foliar:** Perene

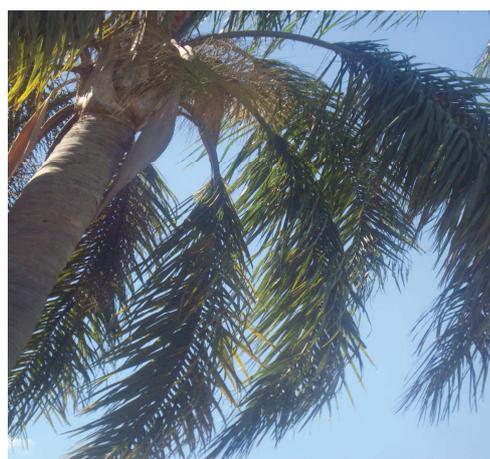
**Coloração da folha:** Verde-escura

**Tipo de raiz:** Mista



Informações complementares

- ✓ Tronco do tipo estipe
- ✓ Folhas de 2-3 metros de comprimento
- ✓ Florescem quase que o ano inteiro, com mais intensidade de setembro até março
- ✓ Frutos amadurecem nos meses de fevereiro-agosto
- ✓ Sementes devem ser colocadas em germinação logo após serem colhidas
- ✓ Tempo de crescimento: Moderado
- ✓ Copa globular bem distribuída



Uso: Altamente decorativa fácil de ser transplantada usada na arborização de ruas e avenidas.

Nomes populares: coqueiro-jerivá, coqueiro, baba-de-boi, coco - catarro

Chave de identificação conforme anexo D:

1a	2b	3b	4a	5b	6a	7c	8c	9b	10c	11b	12b
----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----

## G

**Nome comum:** Manaca-da-serra

**Nome científico:** *Tibouchina mutabilis*

**Família:** Melastomataceae

**Porte:** Pequeno

**Persistência foliar:** Perene

**Coloração da folha:** Verde-escura

**Tipo de raiz:** Pivotantes



Informações complementares

- ✓ Tronco com 25-30 cm de diâmetro
- ✓ Folhas rígidas, de 8-10 cm de comprimento
- ✓ Florescem durante os meses de novembro a fevereiro com cor branca e roxa na mesma árvore
- ✓ Frutos cápsula com maturação em fevereiro-março
- ✓ Sementes devem ser postas a germinar logo após a colhida
- ✓ Copa arredondada
- ✓ Tronco liso
- ✓ Raízes pivotantes
- ✓ Tempo de crescimento: Moderado

Foto: LORENZI,1998



Foto: LORENZI,1998

Uso: Árvore muito ornamental devido a beleza das suas flores.

Nomes populares: Flor-de-maio, flor-de-quaresma, pau-de-flor

Chave de identificação conforme anexo D:

1b	2a	3b	4a	5b	6a	7a	8b	9b	10a	11b	12a
----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----

## H

**Nome comum:** Sibipiruna

**Nome científico:** *Caesalpinia peltophoroides*

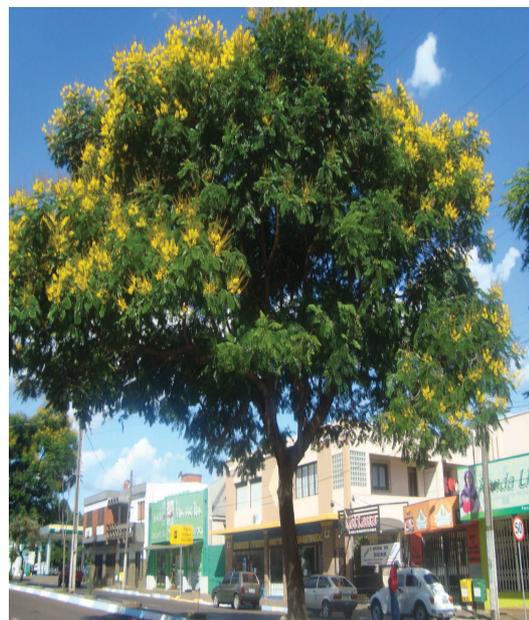
**Família:** Leguminosae

**Porte:** Grande (cima de 10m)

**Persistência foliar:** Decídua

**Coloração da folha:** Verde-escura

**Tipo de raiz:** Pivotante



Informações complementares

- ✓ Tronco com 30-40 cm de diâmetro
- ✓ Folhas compostas bipinadas de 17-19 pares de pinas
- ✓ Flores amarelas que florescem a partir de agosto até novembro
- ✓ Frutos com maturação final de julho a meados de setembro
- ✓ Sementes podem ser armazenadas por um ano
- ✓ Tempo de crescimento: Moderado



Uso: Canteiro centrais, parques, não pode ser utilizado onde tem redes aéreas, suas raízes não danificam o calçamento do passeio público.

Nomes populares: Pau-brasil, sebipira, sepipiruna, coração-de-negro

Chave de identificação conforme anexo D:

1b	2a	3a	4a	5b	6a	7a	8c	9c	10a	11b	12c
----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----

I

**Nome comum:** Falso barbatimão

**Nome científico:** *Cassia leptophylla*

**Família:** Leguminosae

**Porte:** Médio

**Persistência foliar:** Perene

**Coloração da folha:** Verde-escura

**Tipo de raiz:** Pivotal

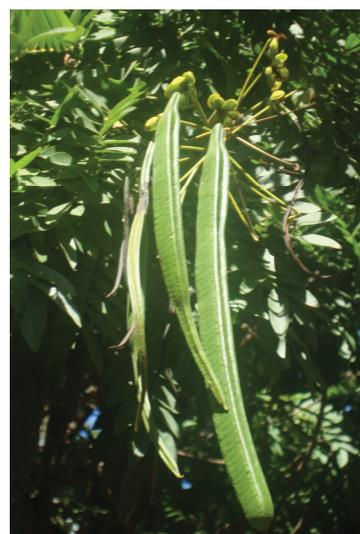


#### Informações complementares

- ✓ Tronco com 30-40 cm de diâmetro
- ✓ Folhas compostas bipinadas de 8-12 pares de folíolos
- ✓ Florescem nos meses de novembro-janeiro
- ✓ Frutos madurecem durante os meses de junho-julho
- ✓ Sementes podem ser armazenadas por dez meses
- ✓ Copa arredondada
- ✓ Tempo de crescimento: Moderado

Uso: Paisagismo em geral, arborização de ruas.

Chave de identificação conforme anexo D:



1b	2a	3b	4b	5b	6a	7b	8b	9b	10a	11b	12c
----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----

## J

**Nome comum:** ipê amarelo

**Nome científico:** *Tabebuia alba*

**Família:** Bignoneaceae

**Porte:** Médio

**Persistência foliar:** Decídua

**Coloração da folha:** Verde-clara

**Tipo de raiz:** Pivotante



Informações complementares

- ✓ Tronco com 40-60 cm de diâmetro
- ✓ Folhas compostas 5-7 folíolos
- ✓ Florescem durante os meses de julho-setembro
- ✓ Frutos cápsulas bivalvares com maturação dos frutos iniciam no mês de outubro até final de novembro
- ✓ Sementes não devem permanecer mais que 4 meses armazenadas
- ✓ Tronco liso
- ✓ Raízes profundas
- ✓ Copa alongada e larga na base
- ✓ Tempo de crescimento: Rápido



Foto: LORENZI, 1998

Uso: Árvore extremamente ornamental usada no paisagismo em geral.

Nomes populares: ipê-da-serra, ipê-mandioca, ipê-tabaco, ipê-mamona

Chave de identificação conforme anexo D:

1b	2a	3a	4a	5a	6c	7a	8b	9b	10a	11c	12c
----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----

## L

**Nome comum:** Ipê-roxo

**Nome científico:** *Tabebuia avellanedae*

**Família:** Bignoneaceae

**Porte:** Grande

**Persistência foliar:** Decídua

**Coloração da folha:** Verde-escura

**Tipo de raiz:** Pivotante



Informações complementares

- ✓ Tronco com 60-80 cm de diâmetro
- ✓ Folhas compostas palmadas
- ✓ Florescem nos meses junho e agosto
- ✓ Frutos cápsula bivalentes, maturação em agosto-novembro
- ✓ Sementes devem ser plantadas logo após serem colhidas
- ✓ Copa larga
- ✓ Raízes profundas
- ✓ Tempo de crescimento: Moderado



Foto: LORENZI,1998

Uso: Ornamental, usada no paisagismo em geral.

Nomes populares: ipê-roxo-da-mata, ipê-preto, ipê-rosa, ipê-comum

Chave de identificação conforme anexo D:

1b	2a	3a	4a	5b	6c	7a	8c	9c	10a	11b	12c
----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----

## M

**Nome comum:** Pata-de-vaca

**Nome científico:** *Bauhinia forficata*

**Família:** Leguminosae

**Porte:** Pequeno

**Persistência foliar:** Decídua

**Coloração da folha:** Verde-clara

**Tipo de raiz:** Mista



Informações complementares

- ✓ Tronco tortuoso de 30-40 cm de diâmetro
- ✓ Folhas glabras, dividida ao meio de 8-12 cm de comprimento
- ✓ Florescem final do mês de outubro, prolongando-se até o mês de janeiro na cor branca
- ✓ Frutos vagens compridas com maturação durante os meses de julho e agosto
- ✓ Sementes devem ser usadas logo após a colheita
- ✓ Raízes superficiais
- ✓ Tronco liso
- ✓ Copa arredondada
- ✓ Tempo de crescimento: O desenvolvimento das mudas é rápido em menos de 5 meses.



Uso: Ornamental usada no paisagismo em geral, arborização de ruas estreitas e sob rede elétrica.

Nomes populares: casco-de-vaca, mororó, pata-de-boi, unha-de-vaca

Chave de identificação conforme anexo D:

1b	2b	3b	4b	5b	6c	7a	8a	9a	10c	11c	12c
----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----

N

**Nome comum:** Ingá - feijão

**Nome científico:** *Inga marginata*

**Família:** Mimosoideae

**Porte:** Médio

**Persistência foliar:** Perene

**Coloração da folha:** Verde-escura

**Tipo de raiz:** Pivotante



#### Informações complementares

- ✓ Tronco com 30-40 cm de diâmetro
- ✓ Folhas compostas paripinadas de 17-19 pares de pinas
- ✓ Florescem a partir de agosto até novembro
- ✓ Frutos vagem com maturação entre dezembro e fevereiro
- ✓ Sementes podem ser armazenadas por um ano, semelhantes a feijão
- ✓ Raízes profundas e fortes
- ✓ Copa arredondada
- ✓ Tempo de crescimento: Rápido



Uso: Recomendada para parques, pois devido ao tipo de copa que se estende lateralmente, não é muito indicada para passeio público, deve-se cuidar as redes aéreas.

Chave de identificação conforme anexo D:

1b	2a	3b	4a	5b	6a	7a	8b	9b	10a	11b	12a
----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----

## O

**Nome comum:** Canela

**Nome científico:** *Nectandra sp*

**Família:** Lauraceae

**Porte:** Grande

**Persistência foliar:** Perene

**Coloração da folha:** Verde-clara

**Tipo de raiz:** Pivotante



Informações complementares

- ✓ Tronco com 20 a 30 cm de diâmetro
- ✓ Folhas compostas, bipinadas, pequenas, com 3-9 pares de pinas
- ✓ Florescem em diferentes épocas do ano depende da espécie
- ✓ Frutos em diferentes épocas do ano dependendo a espécie
- ✓ Sementes podem ser armazenadas por um ano
- ✓ Tempo de crescimento: Rápido



Uso: Ornamental principalmente pela copa arredondada, usada na arborização de ruas, seus frutos servem de alimento aos pássaros.

Nomes populares: canela-preta, canelinha, canela-ferrugem, canela-amarela, canela fedida, canela-sassafrás, canela cheirosa

Chave de identificação conforme anexo D:

1b	2b	3b	4b	5b	6a	7c	8c	9b	10a	11c	12b
----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----

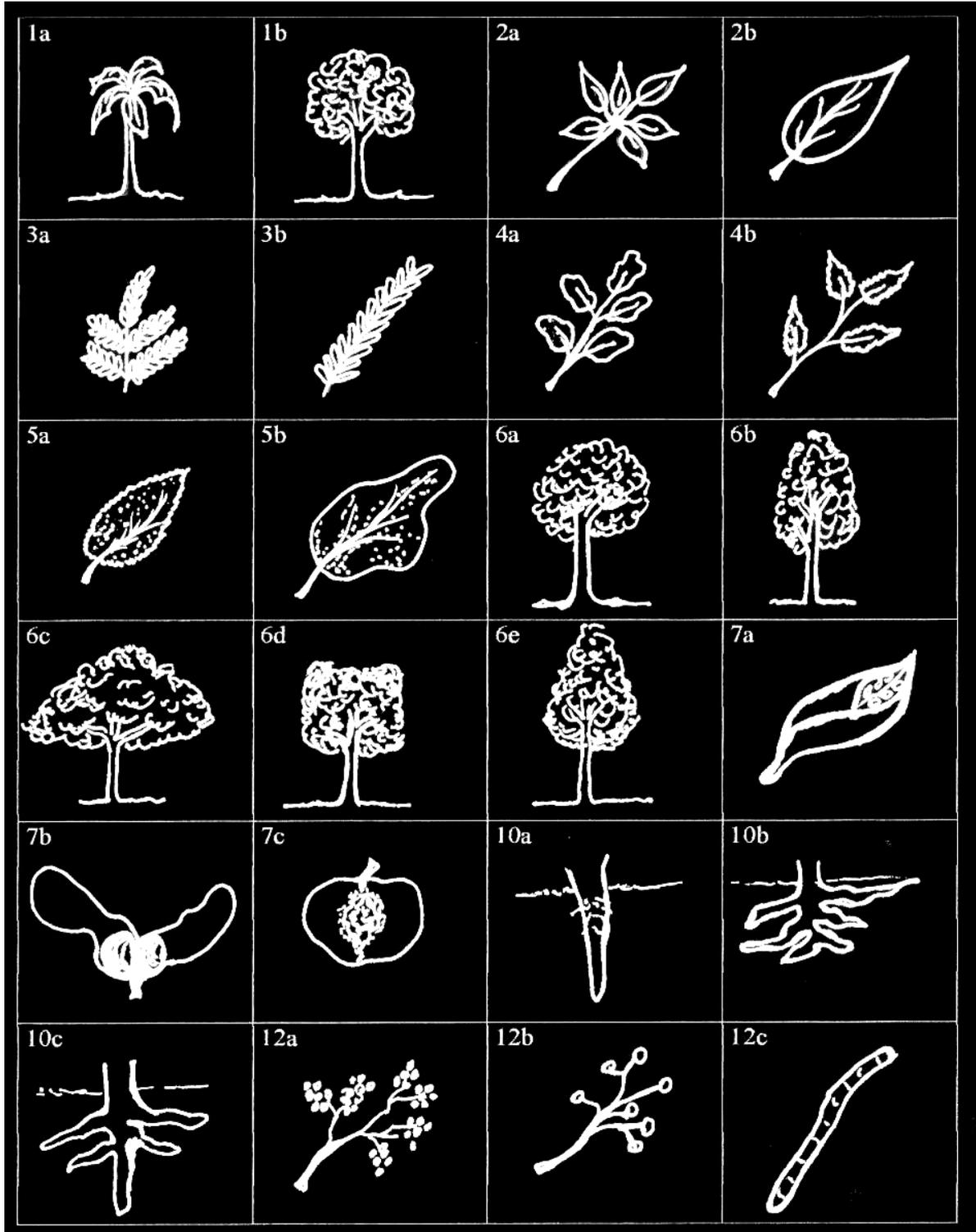
## ANEXO D

Chave de identificação ou chave dicotômica que auxilia na descrição das características morfológicas dos vegetais.

1a	Tronco sem ramificação com folhas no ápice
1b	Tronco com ramificação, folhas distribuídas nos ramos
2a	Folha composta
2b	Folhas simples
3a	Folhas bipinadas ou tripinadas
3b	Folha pinada ou digitada
4a	Folha disposta em forma oposta ao longo do ramo
4b	Folha disposta de forma alternada ao longo do ramo
5a	Folha com margem serreada
5b	Folha com margem lisa
6a	Copa arredondada
6b	Copa alongada
6c	Copa larga
6d	Copa umbeliforme
6e	Copa piramidal
7a	Fruto seco deiscente
7b	Fruto seco indeiscente
7c	Fruto carnoso indeiscente
8a	Porte pequeno: 4 a 6m
8b	Porte médio: 6 a 10m
8c	Porte grande: acima de 10m
9a	Diâmetro da copa pequeno menos de 4m
9b	Diâmetro da copa médio, 4 a 6m
9c	Diâmetro da copa grande acima de 6m
10a	Raiz pivotante
10b	Raiz superficial
10c	Raiz mista
11a	Taxa de crescimento lento
11b	Taxa de crescimento moderado
11c	Taxa de crescimento rápido
12a	Semente-baga
12b	Semente-drupa
12c	Vagem

ANEXO E

Desenho representativo de alguns itens da chaves de identificação do anexo E



## ANEXO F

Planilha para anotação dos dados das espécies arbóreas inventariadas nos trechos A e B

Nome Comum	Espécie	Altura Geral	Diâmetro da copa	DAP	Estado Geral	Injúria	Local Geral	Pavimento	Afloram. da raiz	Tipo de fiação	Poda

DAP (Diâmetro na altura do peito): VR (várias ramificações);

Estado Geral: ótimo (O), bom(B), regular(R), péssimo(P), morta(M);

Injúria: lesão grave(G), lesão leve(L), lesão média(M), lesão ausente (A), vandalismo (V);

Local geral: canteiro central (CC), calçada(C), praça(P), via pública (VP);

Pavimento: terra(T), asfalto (A), pedra(P), cerâmica(C), grama(G);

Afloramento da raiz: calçada(C), canteiro (CC), construção (CCC);

Tipo de Fiação: elétrica (E), telefônica(T);

Poda: formação(F), manutenção(M), segurança(S), remoção da árvore(R), (i) imediata, (f) futura.