

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ”
SILVICULTURA URBANA**

**ÁRVORES MATRIZES NA FLORESTA URBANA
DETERMINADAS POR UM BANCO DE DADOS
RELACIONAL**

Prof. Demóstenes Ferreira da Silva Filho

**Piracicaba – SP
Setembro de 2008**

Introdução

- A antropização dos ambientes naturais e a extinção de inúmeras espécies têm aumentado a preocupação com a Biodiversidade e a sua conservação. Segundo CASTELLEN (2000) a fragmentação provoca a diminuição do tamanho da população que resulta em acréscimo nas taxas de endogamia e deriva genética. Esse quadro tem como consequência a perda de alelos raros e conseqüentemente, a diminuição da diversidade genética da espécie.

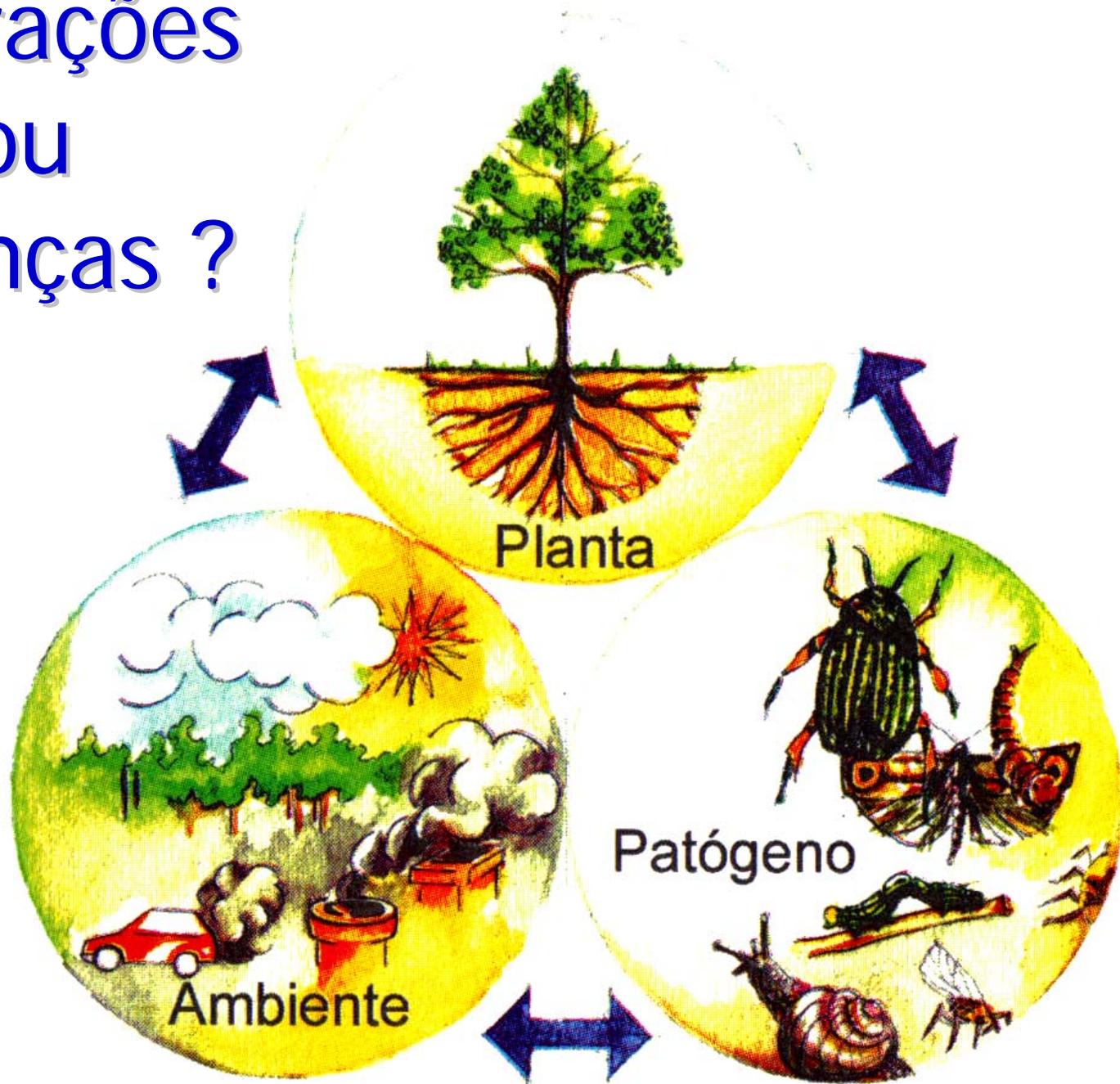
Variabilidade genética

- A variabilidade genética em populações tem grande importância, pois permite a adaptação dos indivíduos frente às diversas **pressões seletivas** exercidas pelo ambiente. Considerando a floresta urbana como sendo um sistema onde existem interações entre os organismos e os indivíduos destas populações, torna-se imprescindível a atenção com a variabilidade genética de seus indivíduos.
- Populações de árvores urbanas com baixa variabilidade genética tornam-se mais vulneráveis à infestação de pragas e doenças, o que é acentuado pelas condições de estresse provocado por esse ambiente bastante alterado.

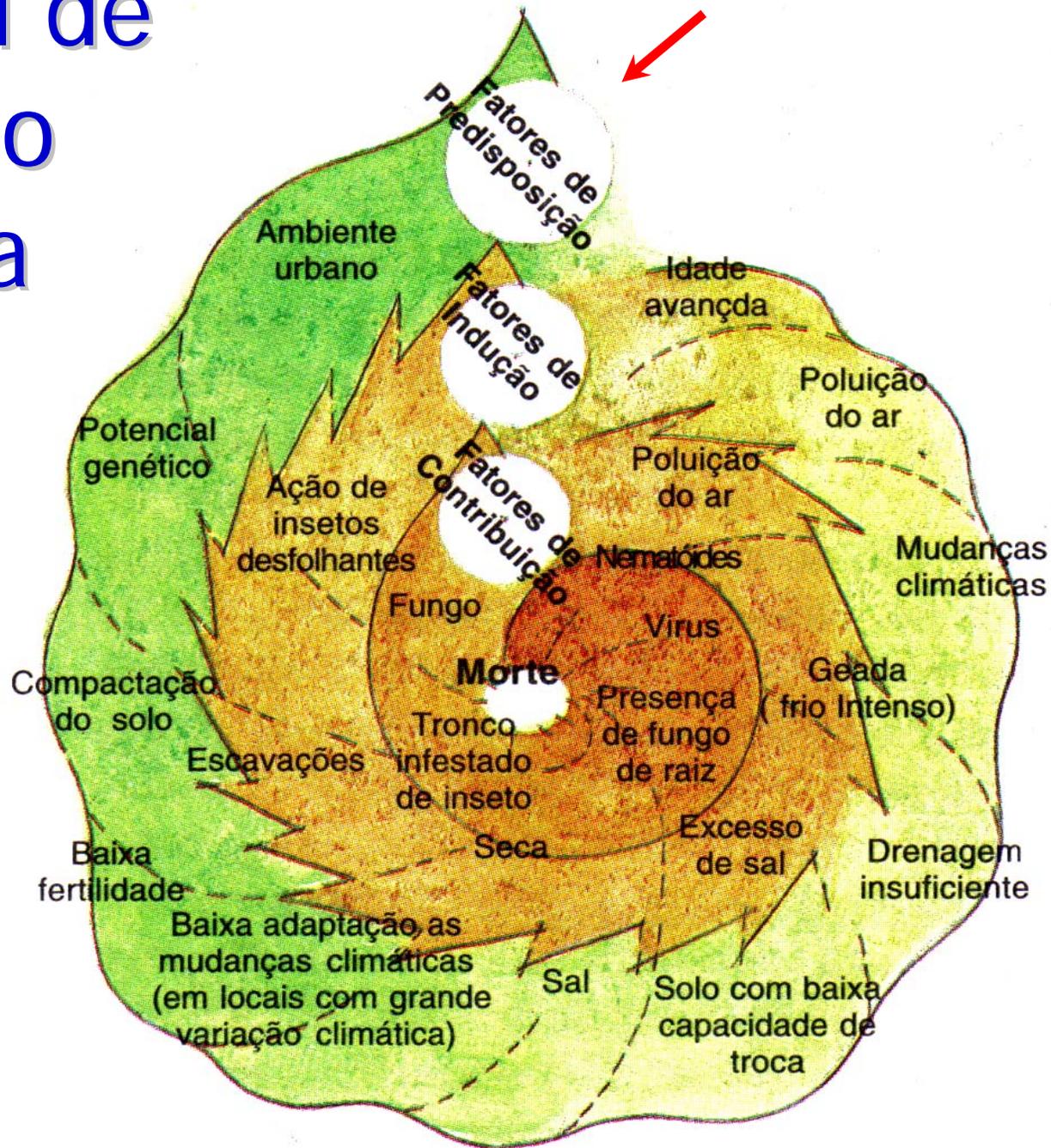
Quais Variáveis ?



Interações ou Doenças ?



Espiral de declínio urbana



Procedência e coleta de sementes

- A procedência das sementes utilizadas é fator fundamental no planejamento da Arborização Urbana, pois definirá a variabilidade genética das mudas a serem implantadas. Comumente, as sementes são coletadas em fragmentos remanescentes nas proximidades dos centros urbanos ou mesmo em calçadas.
- Ao se realizar a coleta em pequenas áreas ou em árvores isoladas, há uma grande chance destas estarem se cruzando com outros indivíduos aparentados, ou até mesmo estarem se autofecundando (SEBBENN et al., 1998). Esse evento acarretará (a curto, a médio, ou a longo prazo), em problemas como, de baixa germinação e resistência (SHIMIZU, 2001).

Coleta e análise de dados na arborização urbana

- Dispor da informação correta no momento certo tem sido a razão de inúmeros sucessos na administração e nos processos de tomada de decisão. Na manutenção de arboretos urbanos não poderia ser diferente. Poder dispor dos dados ordenados ou agrupados da forma mais conveniente, selecioná-los, analisá-los por meio de representações tabulares ou gráficas, e deles extrair informações capazes de servir de subsídio às equipes de planejamento/manutenção e até mesmo ao público interessado é, sem dúvida um “trunfo” para qualquer administrador de arboretos urbanos (DALCIN, 1992).

Bancos de dados informatizados

- GERHOLD *et al* (1987) descreve sobre a utilidade da informação organizada no manejo sistemático da arborização urbana e cita que somente a partir da década de 70 estes sistemas começaram a ser utilizados.

O modelo relacional

- **O modelo relacional** fundamenta-se no relacionamento entre diferentes entidades de dados para um conjunto de informações a ser trabalhado e é por excelência a melhor maneira de sistematizar dados de coleções botânicas. (DALCIN, 1992).

Benefícios do modelo relacional

- Conforme DALCIN (1994), na prática o modelo relacional oferece os seguintes benefícios:
- a) simplicidade e uniformidade (o modelo relacional é compacto);
- b) independência dos dados físicos;
- c) interfaces de alto nível para usuários finais;
- d) visões múltiplas dos dados;
- e) melhoria na segurança dos dados;
- f) redução significativa do tempo gasto na manutenção da base de dados;
- g) possibilidade de expansão devido à flexibilidade do sistema.

Valoração de árvores e matrizes

- As árvores urbanas têm valores econômico-monetários próprios, que necessitam ser conhecidos, principalmente pela busca de informações econômicas que auxiliem no planejamento da implantação e sustentabilidade da floresta urbana e no estabelecimento criterioso de valores de multas e indenizações relativas a danos à arborização (DETZEL, 1994; MILANO & DALCIN, 2000; SILVA FILHO, 2002).

Problemas com procedência

- A atenção em relação à procedência das sementes é ainda mais importante se o objetivo for utilizar essas árvores como futuras matrizes, pois ao se formar uma área de coleta de sementes com base genética restrita, suas progênes terão grande possibilidade de apresentar **baixa adaptabilidade à mudanças do ambiente** e as suas sementes apresentarão baixa porcentagem de germinação.
- Como as informações sobre origem das sementes ou mudas utilizadas nas Florestas Urbanas nem sempre estão disponíveis, e quando existem não podem ser consideradas como sendo precisas, **a determinação de sua procedência fica prejudicada**. Isso impossibilita as inferências sobre o grau de parentesco e a variabilidade genética existente nessas árvores.

Prioridade da pesquisa e objetivo

- Assim, para a manutenção da variabilidade existente na arborização, a preocupação com o tamanho efetivo das sementes a serem coletadas, torna-se prioritária.
- O objetivo do presente trabalho é apontar para a resolução da dúvida permanente de como conservar e ampliar o patrimônio genético nas árvores urbanas por meio da utilização de conceitos de conservação genética e de índices de importância para a coleta de sementes de matrizes arbóreas em áreas urbanizadas.

Seleção de matrizes e endogamia

- BEARDSELL (1994), relatou ocorrência de grande variação no desempenho sanitário de espécies de Eucalipto nas ruas da cidade de Vitória, Austrália e conclui que essa variação pode ser causada por endogamia.
 - Em GRAZIANO *et al.* (1987) o baixo desempenho sanitário de *O. pulchella*, com grande ocorrência de coleobroca (*Cratossomus curassaviencis*) pode ter sido ocasionada por ausência de cuidados na coleta de sementes, ocorrendo endogamia.

Dificuldade operacional

- Como são inúmeras as características a serem analisadas para a seleção de matrizes torna-se difícil para o técnico responsável lidar com um grande número de indivíduos de maneira qualitativa e manter as avaliações constantemente no mesmo nível de qualidade.

Índice de Seleção

- O índice de seleção vai expressar uma nota única agregada para os indivíduos inventariados que poderão servir de base para seleção. Na composição deste índice podem ser atribuídos pesos econômicos diferentes para cada caractere estudado, seguindo as características e objetivos planejados para a seleção (WILLIAMS, 1962; SILVA, 1980; MORAIS, 1992).
- Esse índice possui **grande aceitação pelos melhoristas**, em razão de dispensar as estimativas de variâncias e covariâncias fenotípicas e genotípicas e de ter revelado resultado satisfatório como critério de seleção em várias pesquisas (PAULA et al., 1998).

ESTUDO DE CASO - Nova Piracicaba e Jardim Monumento - MATERIAL E MÉTODOS

- O município de Piracicaba possui atualmente, uma população de 329158 habitantes com uma área de 1312,30km², sendo 158,06km² em áreas urbanas e 1154,24km² em áreas rurais. Localiza-se nas coordenadas geográficas aproximadas de 22°42'30''S e 47°38'01''W, em uma altitude de 554m.
- Foram cadastrados 1084 espécimes.

MATERIAL E MÉTODOS

- O levantamento da arborização abordou ruas da área urbana, incluindo dois bairros da cidade, não considerando praças, distritos municipais e condomínios fechados. Foi realizado no período de 01/01 a 01/06/2003.
- Os dados foram coletados por meio de fichas de campo, Figura 1, e posteriormente digitados em sete computadores, contendo o Sistema Gerenciador de Banco de dados – SGBD, Access 2000.
- Foi utilizado hipsômetro Carleiss – Höhenmesser Neigungsmesser para determinar a altura das árvores, fita métrica para CAP e trena de 20 metros para as demais medições.

I - LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO

Data: / /	Via Pública:	N°	Bairro:
Nome Comum:	Gênero:	espécie:	Calçada: (m) Rua: (m)

II - DIMENSÕES (CM)

Altura Geral:	Altura da 1ª Ramificação:	Diâmetro da Copa:	PAP:
---------------	---------------------------	-------------------	------

III - BIOLOGIA

Estado geral	Equilíbrio geral	Fitossanidade	Intensidade	Local/ataque	Injúrias	Ecologia	Fenologia
ótimo <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Pulgão <input type="checkbox"/> Broca <input type="checkbox"/>		Caule <input type="checkbox"/>	Lesão grave <input type="checkbox"/>	Insetos <input type="checkbox"/>	
bom <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Cupim <input type="checkbox"/>	Leve <input type="checkbox"/>	Raiz <input type="checkbox"/>	Lesão média <input type="checkbox"/>	Ninhos <input type="checkbox"/>	Folha <input type="checkbox"/>
regular <input type="checkbox"/>		Formiga <input type="checkbox"/>	Médio <input type="checkbox"/>	Frutos <input type="checkbox"/>	Lesão leve <input type="checkbox"/>	Líquens <input type="checkbox"/>	Flor <input type="checkbox"/>
péssimo <input type="checkbox"/>	Caule <input type="checkbox"/>	Lagarta <input type="checkbox"/>	Pesado <input type="checkbox"/>	Flores <input type="checkbox"/>	Lesão ausente <input type="checkbox"/>	Epífitas <input type="checkbox"/>	Fruto <input type="checkbox"/>
morta <input type="checkbox"/>	Copa <input type="checkbox"/>	Cochonilha <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>	Ramos <input type="checkbox"/>	Vandalismo <input type="checkbox"/>	Parasitas <input type="checkbox"/>	
		Vaquinha <input type="checkbox"/>		Folhas <input type="checkbox"/>			

IV - ENTORNO E INTERFERÊNCIAS

Local geral	Localização relativa	Pavimento	Afloramento de raiz	Participação	Tipo fiação	Tráfego
Cant. central <input type="checkbox"/>		Terra <input type="checkbox"/>	Calçada <input type="checkbox"/>		Derivação <input type="checkbox"/>	
Calçada <input type="checkbox"/>	Junto a guia <input type="checkbox"/>	Cimento <input type="checkbox"/>	Canteiro <input type="checkbox"/>	Isolada <input type="checkbox"/>	1ª ria <input type="checkbox"/>	Leve <input type="checkbox"/>
Praça <input type="checkbox"/>	Junto a divisa <input type="checkbox"/>	Pedra <input type="checkbox"/>	Construção <input type="checkbox"/>	Duas ou mais <input type="checkbox"/>	2ª ria <input type="checkbox"/>	Pesado <input type="checkbox"/>
Via pública <input type="checkbox"/>	Centrada <input type="checkbox"/>	Cerâmico <input type="checkbox"/>	Leito carroçável <input type="checkbox"/>		Tel <input type="checkbox"/>	Médio <input type="checkbox"/>
		Grama <input type="checkbox"/>				

Recuo? Situação adequada? Manilha Colo pavimentado Árvore dentro do imóvel

Fiação	Posteamento	Iluminação	Sinalização	Muro/Construção
Atual <input type="checkbox"/>				
Potencial <input type="checkbox"/>				
Ausente <input type="checkbox"/>				

V - DEFINIÇÃO DE AÇÕES

Ação executada	Ação recomendada
Poda leve <input type="checkbox"/> Poda pesada <input type="checkbox"/> Plantio <input type="checkbox"/> Reparos de danos <input type="checkbox"/> Controle <input type="checkbox"/> Substituição <input type="checkbox"/> Ampliação de canteiro <input type="checkbox"/>	Poda leve <input type="checkbox"/> Poda pesada <input type="checkbox"/> Plantio <input type="checkbox"/> Reparos de danos <input type="checkbox"/> Controle <input type="checkbox"/> Substituição <input type="checkbox"/> Ampliar canteiro <input type="checkbox"/>
Qualidade da ação: Ótima <input type="checkbox"/> Boa <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Péssima <input type="checkbox"/>	Outra: <input style="width: 50px;" type="text"/>

Variáveis subjetivas

Estado geral (condição):

- *Ótimo* – árvore vigorosa e sadia; sem sinais aparentes de ataque de insetos, doenças ou injúrias mecânicas; pequena ou nenhuma necessidade de manutenção; forma ou arquitetura característica da espécie;
- *Bom* – médias condições de vigor e saúde; necessita de pequenos reparos ou poda; apresenta descaracterização da forma: apresenta sinais de ataque de insetos, doença ou problemas fisiológicos;
- *Regular* – apresenta estado geral de início de declínio; apresenta ataque severo por insetos, doença ou injúria mecânica descaracterizando sua arquitetura ou desequilibrando o vegetal, problemas fisiológicos requerendo reparo;
- *Péssimo* – apresenta estado geral de declínio; apresenta ataque severo por insetos, doença ou injúria mecânica descaracterizando sua arquitetura ou desequilibrando o vegetal, problemas fisiológicos cujos reparos não resultarão em benefício para o indivíduo;
- *Morta* – árvore seca ou com morte iminente.

Tamanho efetivo

O tamanho efetivo foi estimado pelo uso da seguinte equação proposta por Cockerham citado por Sebbenn (2002):

$$N_{e(1)} = 0,5 / \{ \theta [(n-1) / n] + [(1+F) / (2n)] \} \quad (1)$$

Sendo:

$N_{e(1)}$, tamanho efetivo de uma progênie;

n , número total de progênies da população, ou sementes a serem coletadas;

F , coeficiente de endogamia da população ou do conjunto de progênies;

θ , coeficiente de parentesco entre plantas dentro de progênies.

A quantidade necessária de matrizes foi calculada pela equação:

$$m = N_e / N_{e(1)} \quad (2)$$

Onde:

m , o número de matrizes;

N_e , valor teórico de tamanho efetivo;

$N_{e(1)}$, tamanho efetivo de uma progênie;

FÓRMULAS COMPUTACIONAIS

. Índice de importância relativa (Iir)

A determinação do Índice de importância relativa (Iir) é baseada em Dalcin (1992b) com modificações, sendo a expressão completa como segue:

$$Iir = (V_e \times V_c \times V_l \times V_{bm}) / freq \quad (3)$$

onde:

V_e = valor da espécie;

V_c = valor de condição (estado geral);

V_l = valor de localização;

V_{bm} = valor biométrico;

freq = frequência da espécie na arborização

Tabela mestre
Código
Dia
Mês
Ano
Nome da via pública
Número
Bairro
Nome
Gênero
espécie
Largura calçada
Largura Rua
Altura Geral
Altura da 1a ramificação
Diâmetro copa
PAP
Est geral ótimo
Est geral bom

Vias
CÓD
Nome da via pública

Bairro
Código
Bairro

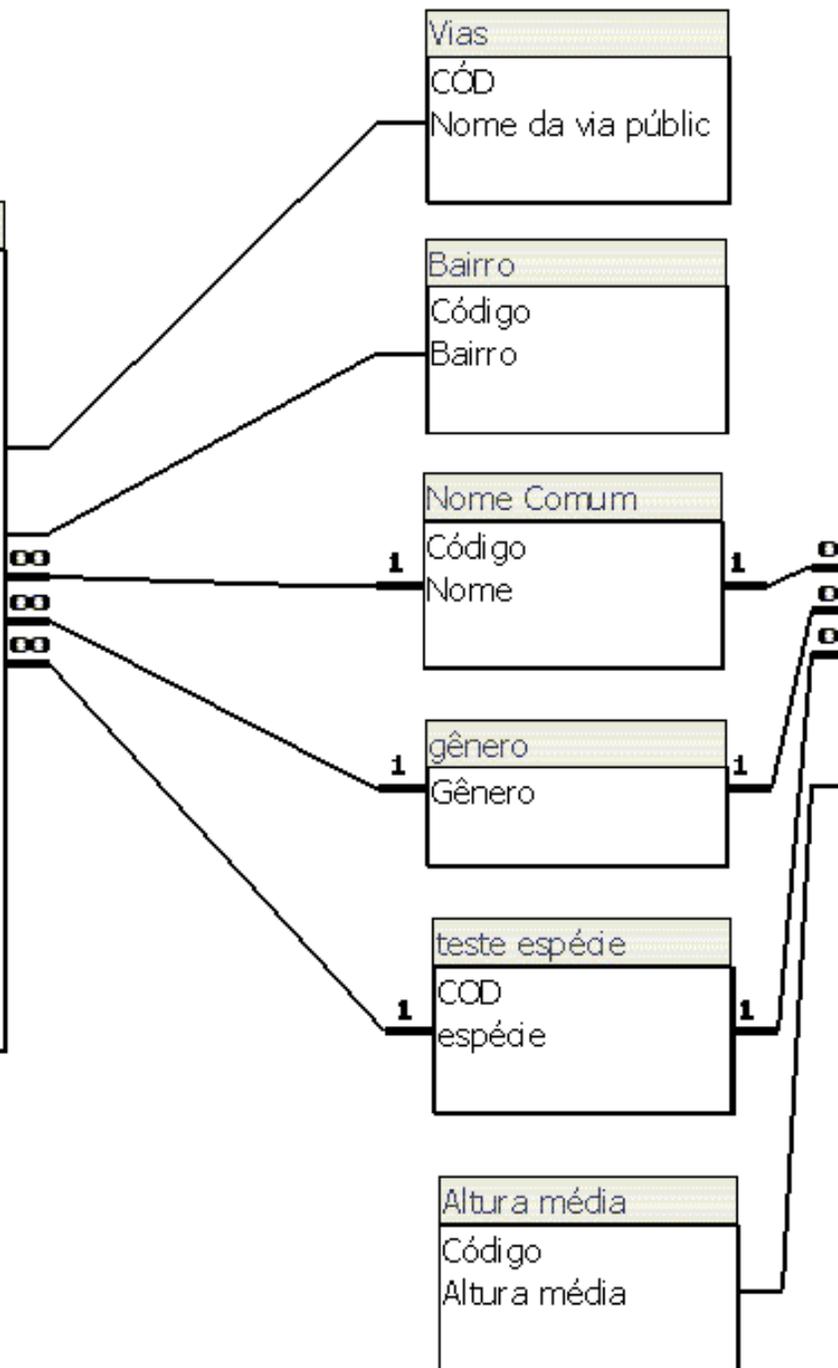
Nome Comum
Código
Nome

gênero
Gênero

teste espécie
COD
espécie

Altura média
Código
Altura média

Biblioteca de espécies
Código
Nome
Gênero
espécie
Família
Clima
Altura média
Diâmetro da copa
Época de floração
Cor da flor
Raízes
Persistência das folhas
Forma da copa



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entende-se por tamanho efetivo como o índice que representa geneticamente uma amostra em relação à sua geração anterior (VENCOVSKY, 1987).

Os valores teóricos de tamanho efetivo são determinados a partir da dimensão temporal que se objetiva atingir com a finalidade de conservação da variabilidade genética. Considera-se como sendo apropriados, os valores de tamanho efetivo de 50 Frankel & Soulé; 100 Nunney & Campbell; e 1000 Lynch citados por SEBBENN (2002). Sendo aceitos como suficientes para esta conservação a curto prazo os valores entre 50 e 100 (10 gerações); e a longo prazo 1000 (100 gerações) (SEBBENN, 2002).

Tamanho efetivo em condições urbanas

- Para a determinação do tamanho efetivo de uma progênie, ou seja, o quanto representa uma árvore matriz na população, utilizou-se os seguintes parâmetros:
- • θ igual a 0,5. Esse valor representa o coeficiente de parentesco em árvores que foram produzidas a partir de sementes de autofecundação. Utilizou-se esse valor pois **não há registro da procedência das sementes** que originaram esta população e portanto, do grau de parentesco dos indivíduos.

- n igual a 50. Esse valor significa que devem ser coletadas **50 sementes** em cada matriz determinada. Sugere-se essa quantidade relativamente baixa, pois as árvores urbanas sofrem constantemente podas, restringindo suas copas e conseqüentemente, os seus potenciais de produção de sementes. Cabral citado por BATISTA (1988) indica que a poda indiscriminada resulta na raridade da presença de árvores com dimensão de copa própria da espécie, o que provavelmente acarreta na diminuição de sementes.

- **F** igual a **0,3**. O coeficiente de endogamia representa a probabilidade de dois genes de qualquer loco serem idênticos por descendência (Brewbaker, 1926). É um parâmetro que indica a probabilidade de estar havendo autofecundação. Em espécies arbóreas, encontram-se valores médios de 10% (Sebbenn, 2002). Por não terem sido realizadas análises para calcular o coeficiente de endogamia dos indivíduos da população estudada, estipulou-se o valor de 0,3.
- Assim, substituindo os valores na equação 1, temos que:

$$N_{e(1)} = 1$$

- A quantidade de matrizes (m) necessárias foi definida pela equação 2, estipulando o valor de tamanho efetivo da amostra (N_e) igual a 50. Esse valor é aceito como sendo suficiente para a **prevenção de perda de alelos raros a curto prazo** conforme proposto por FRANKEL & SOULÉ(1981).
- Logo, m é igual a 50.
- Portanto, são necessárias 50 sementes de 50 matrizes para a conservação da diversidade genética existente, a curto prazo (10 gerações), na área estudada.

Descrição das fórmulas computacionais

- O valor de condição (V_c) adaptado de SILAV FILHO et al. (2002), representa o estado geral do indivíduo. Sendo, 4 (ótimo); 3 (bom); 2 (regular); 1 (péssimo) e 0 (morto).
- O valor de localização (VL) foi calculado pela equação proposta por SILAV FILHO et al. (2002):

$$\mathbf{VL = Ind \times Rec \times Adeq} \quad (5)$$

- Onde,
Ind = presença ou ausência de outro(s) indivíduo(s) da mesma espécie (1 e 0 respectivamente);
Rec = presença ou ausência de recuo predial (1 e 0 respectivamente);
Adeq = adequação ou não da espécie no local (1 e 0 respectivamente).

Descrição das fórmulas computacionais

- O valor biométrico (V_{bm}) foi calculado pela equação adaptada de SILVA FILHO et al. (2002):

$$V_{bm} = (DAP \times 0,5) + (Hb \times 0,3) + (Cop \times 0,2) \quad (6)$$

- Onde,

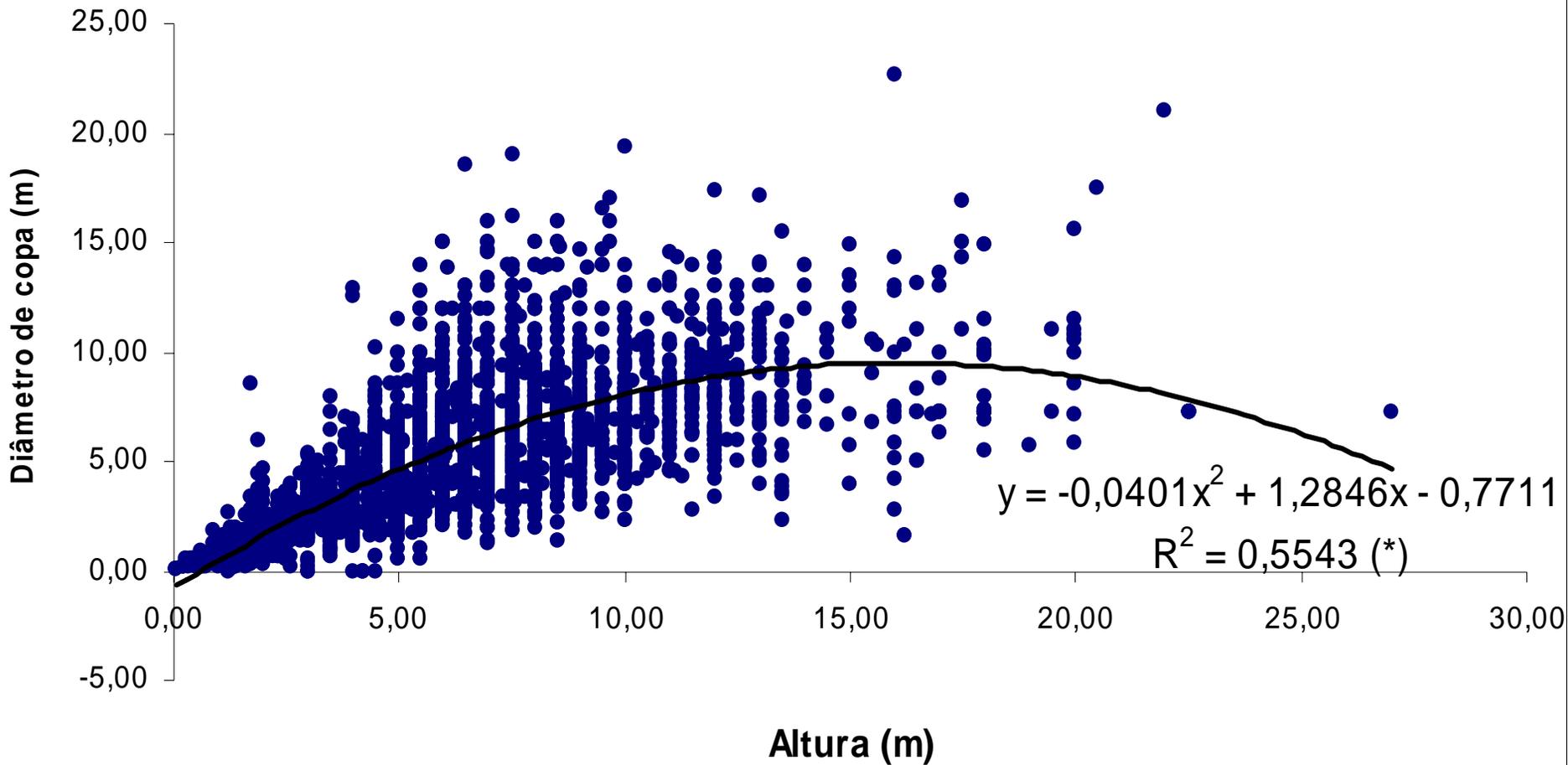
DAP = diâmetro à altura do peito (m);

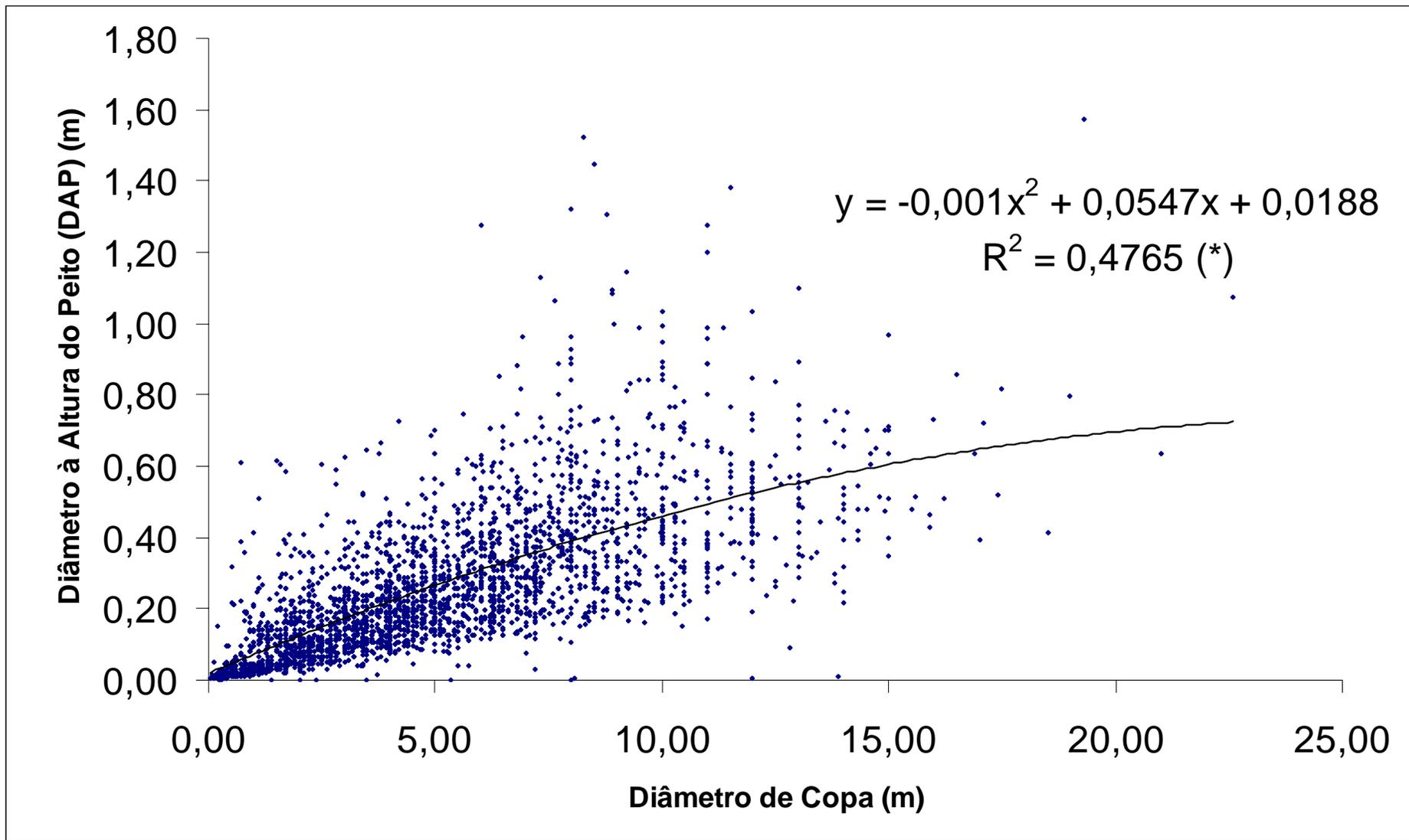
Hb = altura da primeira bifurcação (m);

Cop = diâmetro da copa (m).

- As matrizes foram selecionadas a partir do conjunto daqueles indivíduos, **com altura maior ou igual a 4 m**, que obtiveram os maiores índices em ordem decrescente, determinados pelo banco de dados relacional. Estipulou-se a altura mínima de 4 metros visando a demarcação dos indivíduos que já atingiram a idade reprodutiva.

Diagrama de dispersão e equação de regressão entre Altura (m) vs Diâmetro da Copa (m)

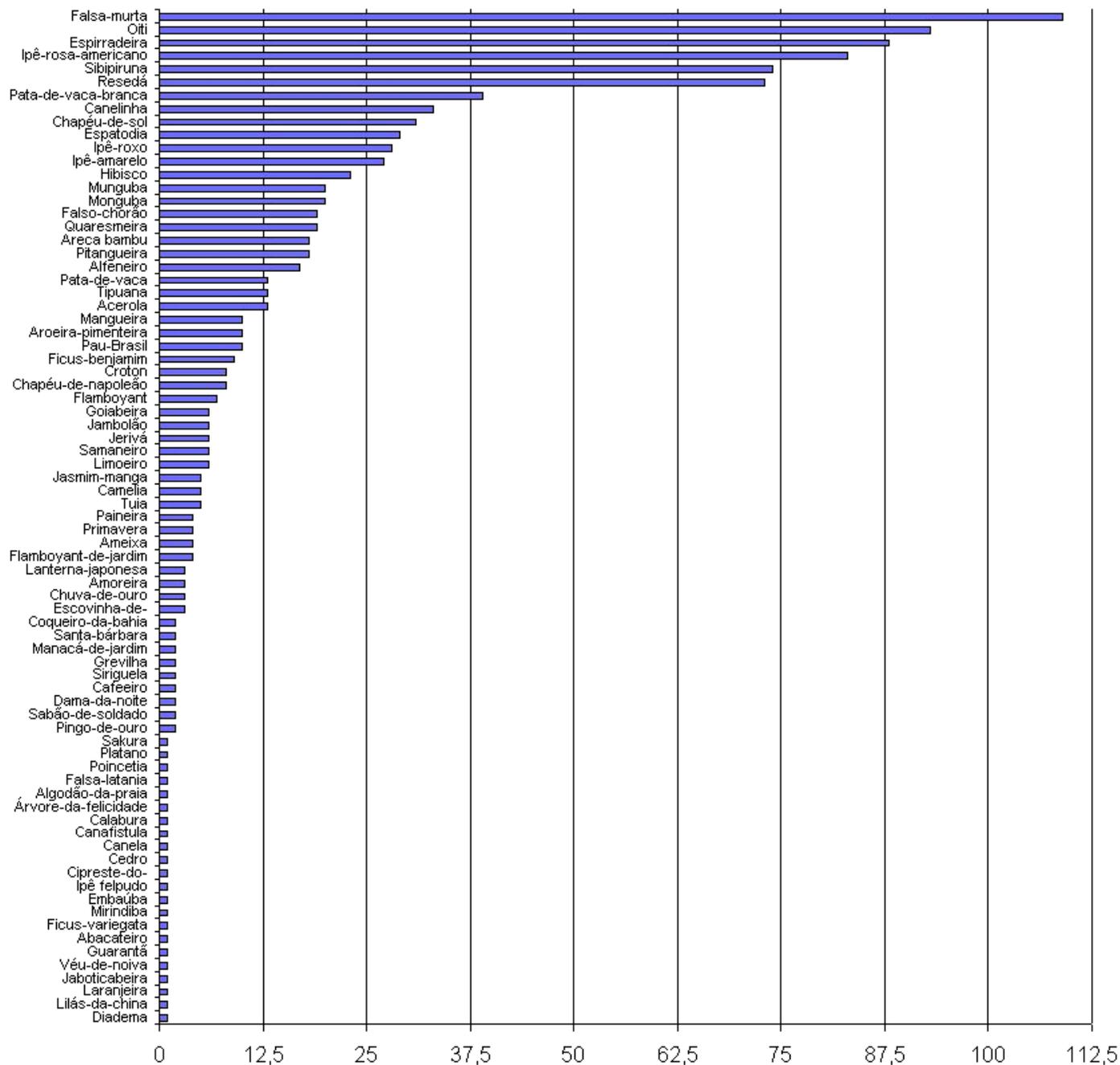




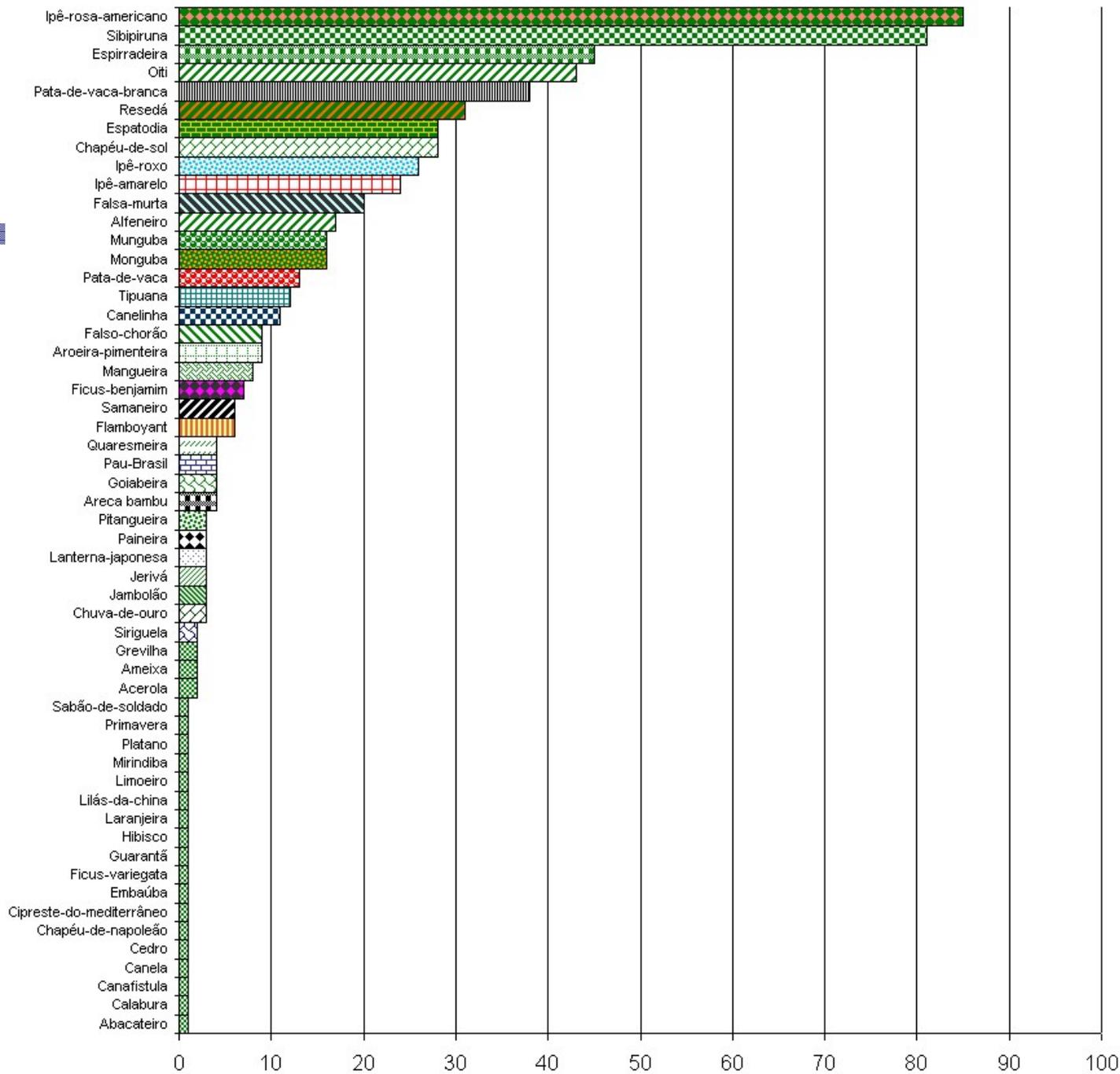
Determinação das árvores matrizes

- Apenas duas espécies (*Caesalpinia peltophoroides* Benth. e *Tabebuia pentaphylla* (L.) Hemsl.) atingiram a frequência absoluta mínima de 50 indivíduos, possibilitando que fossem determinadas as 50 matrizes. Para as espécies deste estudo foram escolhidos os indivíduos que apresentaram os maiores valores de Índice de Importância (Ii) pela avaliação utilizada. Pode-se observar nas Figura 1 e 2 os valores de Ii encontrados nas populações das espécies avaliadas.

Distribuição de espécies



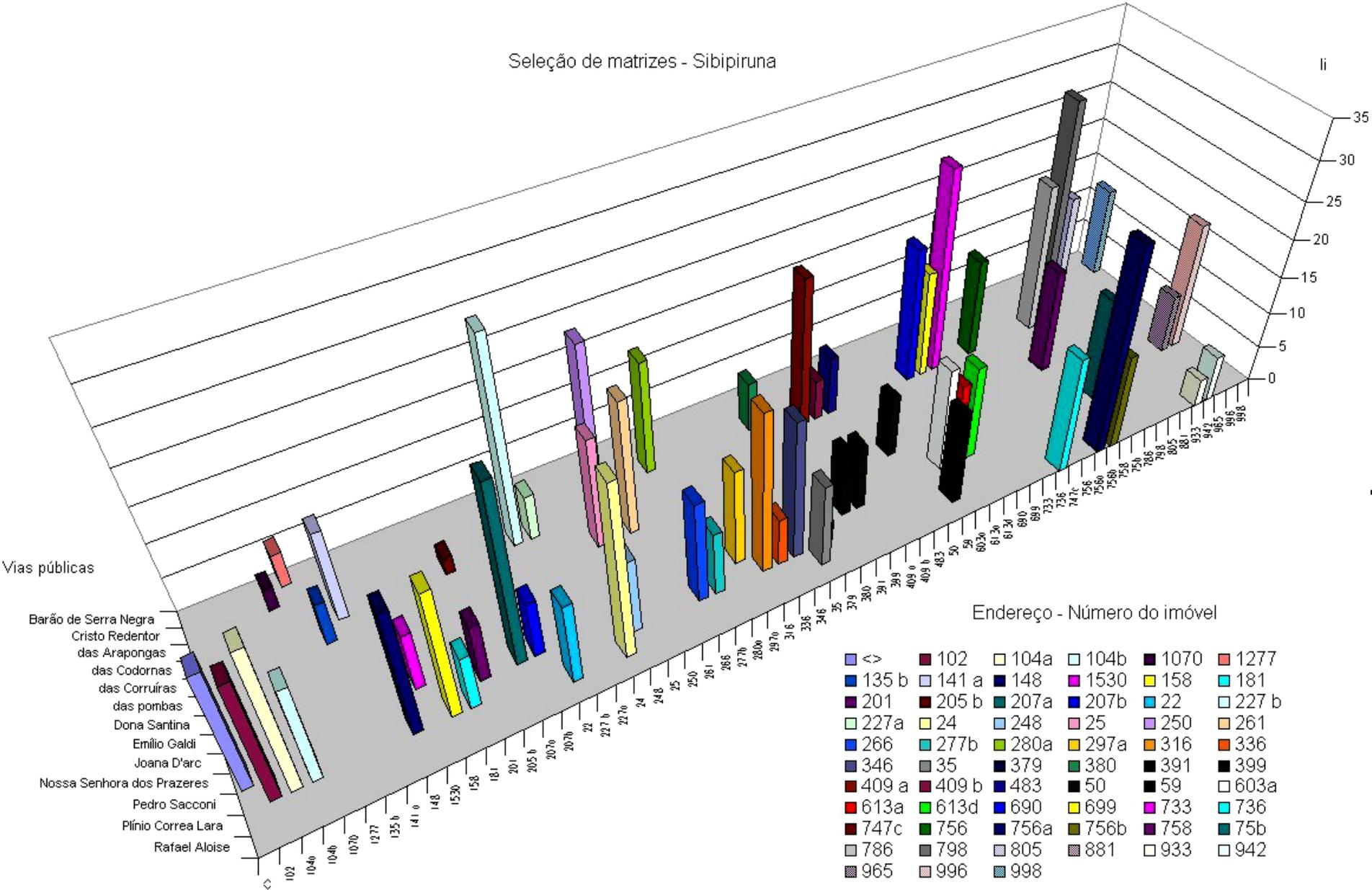
Frequência absoluta das espécies



Caesalpinia peltophoroides / Silvestre Silva - Fone: (011) 814-3641



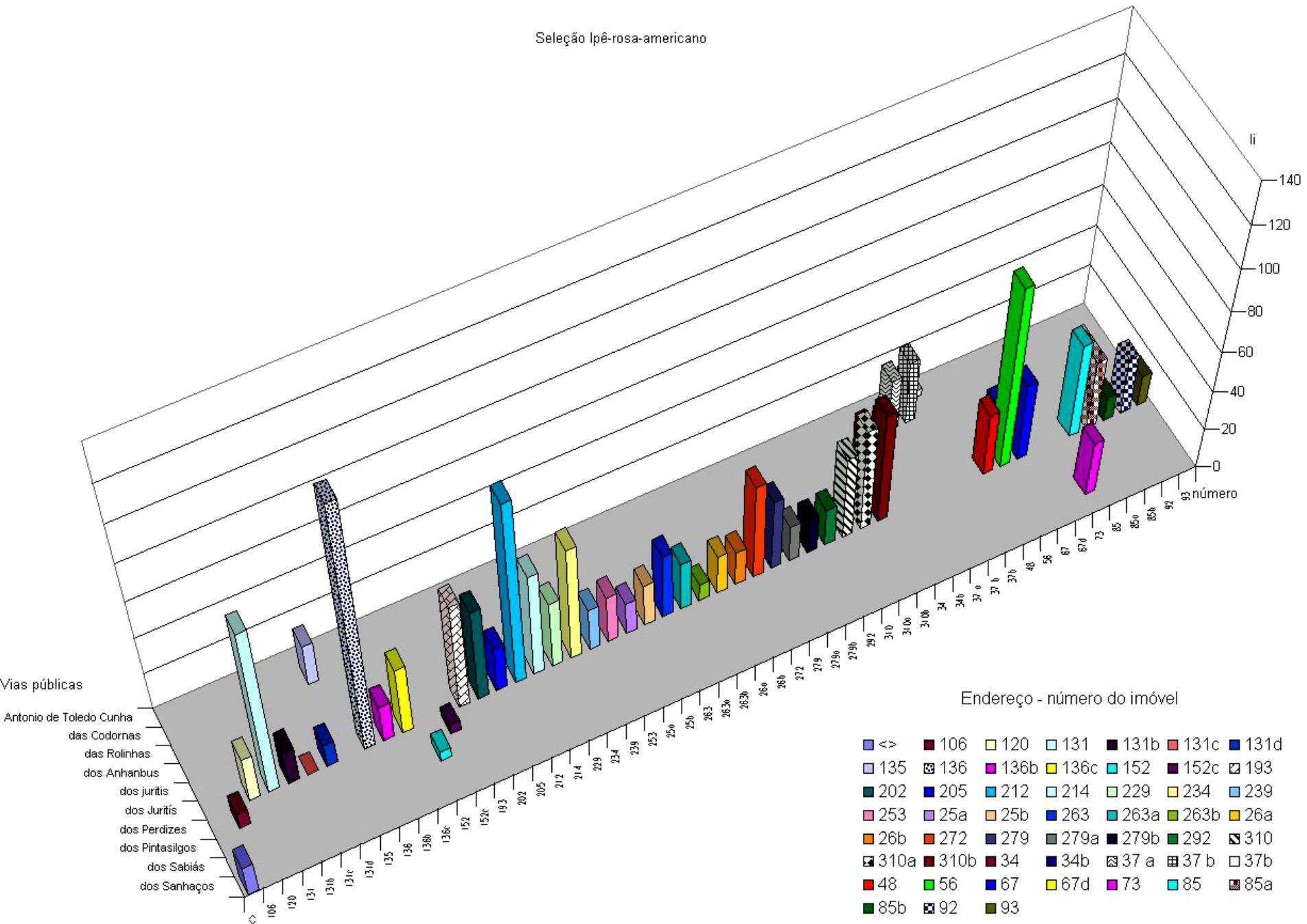
Seleção de matrizes - Sibipiruna



Tabebuia pentaphylla / Silvestre Silva - Fone: (011) 814-3641



Seleção Ipê-rosa-americano



Conclusões

- O método de determinação de matrizes urbanas utilizado no presente trabalho proporciona praticidade ao se eleger indivíduos através de vários parâmetros simultaneamente. Ainda, com a sua atualização, podem ser determinadas novas matrizes com relativa facilidade.
- A introdução de novos indivíduos que representem incremento na variabilidade genética das populações, provavelmente, proporcionará melhores *performances* de indivíduos.

Considerações Finais

- Indica-se a aplicação da seleção de matrizes utilizando o cálculo do lir para obtenção dos melhores indivíduos, como uma estratégia para a melhoria das condições das árvores para arborização urbana em vias públicas.
- O viveiro de mudas municipal deve coletar sementes e trocar material com outras prefeituras e viveiros para aumentar a variabilidade genética evitando problemas futuros com endogamia.

- O recadastramento das árvores deve ser tarefa regular para que o banco de dados possa tornar-se ferramenta de manejo adequada, tornando possível a atualização do cadastro e a realização de comparações, análises e evolução do processo.