

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPIRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

VICTOR KELECHI EMENEKWUM

ARBORIZAÇÃO URBANA NO *CAMPUS* DE ALEGRE – UFES:
INVENTÁRIO QUALI-QUANTITATIVO E INFLUÊNCIA NO
CONFORTO TÉRMICO

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPIRITO SANTO

2016

VICTOR KELECHI EMENEKWUM

ARBORIZAÇÃO URBANA NO *CAMPUS* DE ALEGRE – UFES:
INVENTÁRIO QUALI-QUANTITATIVO E INFLUÊNCIA NO
CONFORTO TÉRMICO

Monografia apresentada ao
Departamento de Ciências
Florestais e da Madeira da
Universidade Federal do Espírito
Santo, como requisito parcial para
obtenção do título de Engenheiro
Florestal.

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPIRITO SANTO

2016

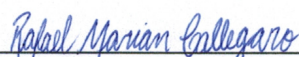
VICTOR KELECHI EMENEKWUM

ARBORIZAÇÃO URBANA NO CAMPUS DE ALEGRE – UFES:
INVENTÁRIO QUALI-QUANTITATIVO E INFLUÊNCIA NO
CONFORTO TÉRMICO.

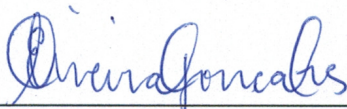
Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Aprovado em 13 de junho de 2016

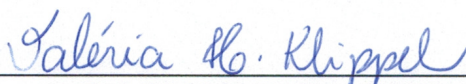
COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. Rafael Marian Callegaro
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador



Prof^ª. Dr^ª. Elzimar de Oliveira Gonçalves
Universidade Federal do Espírito Santo



Dr^ª. Valéria Hollunder Klippel
Universidade Federal do Espírito Santo

“A vida é muito curta para ser pequena.”

Benjamin Disraeli

AGRADECIMENTOS

À minha mãe Alba, pelo amor, por ser a minha orientadora na vida, e o meu maior exemplo de força, beleza e bondade.

Aos meus avós, pelo carinho, por todos os ensinamentos e por fazerem de tudo por mim e pela família, sempre.

À minha companheira da vida Tainá Pedro, e uma das minhas mães Elaine Pedro, pelo auxílio, apoio incondicional e o amor desmedido.

Ao meu irmão Douglas, por todos os anos de companheirismo e por encarar o sol escaldante nos dias de coleta. E ao João Paulo, pelo auxílio na identificação das espécies.

Ao meu orientador Rafael Marian Callegaro, pela orientação, disponibilidade e principalmente por me deixar pensar.

A todos da minha família, primos, tios, amigos, pelo incentivo e amizade. Vocês são importantes.

Ao criador, seja ele quem for, por criar a natureza, e consequentemente, as plantas e as ondas.

Ao planeta inteiro, por dividir lugar nesse barco, chamado Terra!

RESUMO

A arborização foi inserida no contexto urbano com intuito de proporcionar o contato direto entre homem e natureza, garantindo o bem-estar da sociedade que a cerca, e oferecendo também inúmeros benefícios, como a amenização microclimática, mitigação da poluição do ar, sonora e visual, que acabam por mitigar as condições adversas ao convívio social. Estudos recentes atribuem à arborização a capacidade de potencializar o poder de concentração e gerar efeito tranquilizante, nas pessoas que convivem em áreas mais arborizadas, dessa forma a implementação da arborização nas instituições de ensino, é de fundamental importância. Porém, cuidados tomados na implantação da arborização e a devida manutenção da mesma, influenciam diretamente na qualidade do projeto, minimizando ou otimizando os benefícios por ela gerada. O presente estudo, objetiva analisar a arborização do *Campus Alegre*, pertencente à Universidade Federal do Espírito Santo, e examinar a real influência da arborização no conforto térmico, nas imediações da instituição. Foi realizado um inventário censo quali-quantitativo, que permitiu conclusões sobre as condições da arborização do *campus*, e a aferição das temperaturas e umidades nos diferentes setores da instituição, que associadas aos parâmetros quali-quantitativos observados no inventário, imprimiram a relação entre a arborização e o conforto térmico. A arborização urbana do *Campus Alegre* apresenta número reduzido de árvores (175 indivíduos), falhas de implementação e de manutenção, porém, se mostrou razoável. O conforto térmico foi melhor nos setores em que as árvores se encontraram em melhores condições de qualidade da copa, fitossanidade e maiores projeções da copa sobre a rua, o que evidencia que a arborização influencia diretamente na amenização climática.

Palavras-chave: planejamento urbano, percepção ambiental, arborização, conforto térmico, inventário.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivos	2
1.1.1 Objetivo geral	2
1.1.2 Objetivos específicos	2
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Benefícios da arborização urbana	3
2.2 Influência da arborização sob o conforto térmico	3
2.3 Planejamento da arborização urbana	5
2.3.1 Condições do ambiente e características das espécies.....	5
2.4 Avaliação da arborização urbana.....	7
3 METODOLOGIA.....	8
3.1 Área de estudo	8
3.2 Inventário quali-quantitativo	9
3.3 Conforto térmico	12
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
4.1 Inventário quali-quantitativo	15
4.2 Influência da arborização no conforto térmico.....	26
4.2.1 Caracterização da arborização dos setores	26
4.2.2 Análise das variáveis do conforto térmico nos diferentes setores	32
5 CONCLUSÃO	36
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
APÊNDICES	41
Apêndice A – Ficha de campo para realização do inventário quali-quantitativo.....	39
Apêndice B – Ficha de campo para anotação das variáveis de conforto térmico.	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Listagem florística das espécies inventariadas na arborização efetiva da UFES <i>Campus Alegre</i>	15
Tabela 2 – Caracterização das variáveis em relação ao conforto térmico na arborização da UFES <i>Campus Alegre</i>	27
Tabela 3 – Médias das temperaturas e umidades aferidas na UFES <i>Campus Alegre</i> ...	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da área de estudo (UFES <i>Campus</i> Alegre).	9
Figura 2 – Caracterização e a localização dos setores selecionados (UFES <i>Campus</i> Alegre).	13
Figura 3 – Frequência absoluta das dez espécies predominantes na arborização da UFES <i>Campus</i> Alegre.	17
Figura 4 – Frequência das classes de altura total observadas na arborização da UFES <i>Campus</i> Alegre.	18
Figura 5 – Frequência das classes da primeira bifurcação, consideradas na arborização da UFES <i>Campus</i> Alegre.	19
Figura 6 – Frequência das classes do Diâmetro a Altura do Peito (DAP), analisadas na arborização da UFES <i>Campus</i> Alegre.	20
Figura 7 – Frequência das classes de diferentes avanços, observadas na arborização da UFES <i>Campus</i> Alegre.	Erro! Indicador não definido.
Figura 8 – Frequência das classes fitossanidade avaliadas na arborização da UFES <i>Campus</i> Alegre.	22
Figura 9 – Frequência das classes intensidade e necessidade de poda, notadas na arborização da UFES <i>Campus</i> Alegre.	Erro! Indicador não definido.
Figura 10 – Frequência das classes de conflito com a rede elétrica localizadas na arborização da UFES <i>Campus</i> Alegre.	24
Figura 11 – Frequência das classes de área livre, observadas na arborização da UFES <i>Campus</i> Alegre.	25
Figura 12 – Frequência das classes de largura do passeio, na arborização da UFES <i>Campus</i> Alegre.	25
Figura 13 – Frequência das classes de qualidade da copa, apresentadas na arborização da UFES <i>Campus</i> Alegre.	26
Figura 14 – Espaçamento dos indivíduos da espécie <i>Poincianella pluviosa</i> , observados no setor de passagem da UFES <i>Campus</i> Alegre.	28

Figura 15 – Condições fitossanitárias dos indivíduos da espécie <i>Poincianella pluviosa</i> , no setor de passagem da UFES <i>Campus Alegre</i>	30
Figura 16 - <i>Licania tomentosa</i> em conflito com a pavimentação, no setor de estacionamento da UFES <i>Campus Alegre</i>	31
Figura 17 – Linha de tendência das temperaturas obtidas em quatro horários, na UFES <i>Campus Alegre</i>	32
Figura 18 – Linha de tendência das umidades adquiridas em quatro horários, na UFES <i>Campus Alegre</i>	33

1 INTRODUÇÃO

A revolução industrial, precedida pela queda do sistema feudal, acarretou um grande fluxo de pessoas do campo para a cidade. Devido o acelerado crescimento dos centros urbanos, problemas começaram a surgir, dificultando o convívio social. A arborização, empregada desde a antiguidade, porém com um caráter paisagístico, surge neste cenário com o objetivo de solucionar os problemas ocasionados.

Arborização urbana pode ser definida como o agrupamento de árvores que se desenvolvem tanto em áreas privadas quanto públicas de uma cidade. Tem como principais finalidades garantir o bem-estar econômico, fisiológico e social da sociedade local (GREY; DENEKE, 1978).

Segundo Rocha (1997), dentre algumas características importantes das árvores no cenário urbano, destacam-se: paisagismo; redução da poluição sonora; equilíbrio térmico; sombreamento; absorção de partículas sólidas e gasosas em suspensão no ar; e o aumento na taxa de infiltração de água no solo.

Além dos benefícios supracitados, as áreas verdes podem ajudar no processo educativo e na melhoria da saúde mental e física da população, por proporcionar o contato direto entre o homem e a natureza (MILANO; DALCIN, 2000). Assim, torna-se evidente e necessário a implementação da arborização em todas as áreas de convívio social, públicas e privadas, e sobretudo nas universidades e instituições de ensino, principalmente em países tropicais como o Brasil.

Para que a arborização possa cumprir com suas funções ela deve ser devidamente implementada. Diante disso, conhecer as características do meio urbano e a vegetação da região dentro das cidades e nos arredores, é de suma importância para a otimização do resultado final (DANTAS E SOUZA, 2004).

De acordo com Christo e Dias (2006), a arborização de vias quando mal planejada pode acarretar dificuldade na circulação de pedestres, entupimento de encanamentos pluviais, quebra de calçadas e até mesmo o desmonte de muros. Além disso, os efeitos esperados sobre o microclima, a amenização térmica, a diminuição da poluição sonora e a absorção de água podem não ser correspondidos, levando a efeitos contrários aos esperados.

Nesse contexto, nota-se que conhecer o patrimônio arbóreo é necessário para o bom planejamento da arborização, conhecimento esse que deve ser adquirido através da realização um inventário.

Estudos vem sendo realizados afim de conhecer a composição arbórea das universidades, contudo, ainda não se conhece as características da arborização da Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, *Campus Alegre*.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Realizar o inventário quali-quantitativo da arborização da UFES, *Campus Alegre*- ES, bem como conhecer a sua influência no conforto térmico dos diferentes setores do *campus*.

1.1.2 Objetivos específicos

- Identificar as famílias e espécies arbóreas presentes no *Campus* de Alegre - UFES;
- Identificar a origem das espécies;
- Avaliar os parâmetros qualitativos e quantitativos da arborização;
- Relacionar as variáveis da arborização do *campus* com as condições de conforto térmico apresentadas;

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Arborização urbana

A arborização urbana tem o principal objetivo de incorporar o elemento natural das flores nas cidades onde as construções civis imperam e geram certa sensação de desconforto. As características naturais apresentadas pelas árvores permitem a atuação da arborização sobre o conforto humano no ambiente, proporcionada pela redução da amplitude térmica, harmonização arquitetônica da cidade, equilíbrio estético, abrigo para fauna, melhoria da qualidade do ar, redução da poluição sonora e sombra para os pedestres (SILVA FILHO et al., 2002).

Um dos mais importantes benefícios que a arborização pode proporcionar é o bem-estar físico e mental, diminuindo a sensação de opressão do homem frente às construções arquitetônicas (DANTAS; SOUZA, 2004). Ainda, Pivetta e Silva Filho (2002) afirmam que as árvores geram maior bem-estar psicológico, o que contribui para o restabelecimento da relação homem-natureza, contribuindo assim para a melhoria na qualidade de vida.

Segundo pesquisa realizada pela Embrapa Meio Ambiente (2011), a arborização bem implementada e conduzida, também está relacionada com uma maior expectativa de vida, menor pressão arterial, menores índices de diabetes e colesterol, menor estresse e irritabilidade.

De acordo com segundo Silva (2008), as árvores atenuam o processo de escoamento superficial nas vias pavimentadas, já que, os indivíduos arbóreos interceptam a água da chuva, amenizando o escoamento e consequentemente, diminuindo alagamentos.

2.2 Influência da arborização sob o conforto térmico

Prejuízos econômicos, sociais e da qualidade de vida das comunidades urbanas podem ser atribuídos à condição de desconforto, principalmente das grandes cidades.

No que tange a qualidade climatológica, diferenças significativas nos padrões climáticos podem ser observadas quando o cenário urbano é comparado ao cenário rural, indicando que o clima sofre real influência das estruturas e construções urbanas (PEZZUTO, 2007).

Dentre os benefícios oferecidos por um bom plano de arborização, destaca-se a melhoria do conforto térmico, atenuando grande parte da radiação incidente. Assim, torna-se essencial a implantação e/ou manutenção de áreas verdes no interior das cidades, principalmente em países tropicais, com finalidade de amenizar as elevadas temperaturas, mitigando o desconforto térmico.

Em estudo realizado pela Embrapa Meio Ambiente (2011) conclui-se que uma árvore transpira aproximadamente 0,3 litros de água por metro cúbico de copa. Uma árvore de grande porte (mais de 10 m de altura) possui em média 120 m³ de copa, deste modo, chega a transpirar 400 litros de água por dia. Dessa forma, uma árvore tem potencial de interferir positivamente na umidade local, sendo esta uma variável diretamente ligada ao conforto térmico.

No Morumbi, um dos bairros mais arborizados da cidade de São Paulo, o gradiente de temperatura pode chegar a 10°C e a umidade relativa do ar pode diferir em até 30%, quando comparado à Itaquera, outro bairro pouco arborizado da metrópole (EMBRAPA, 2011).

Conforme Labaki et al. (2011), as árvores impedem grande parcela da radiação incidente, diminuindo a porção dessa radiação que incide nas construções e na pavimentação. A vegetação proporciona resfriamento através do sombreamento e da evapotranspiração. O sombreamento atenua a radiação solar incidente e, consequentemente, o aquecimento das superfícies, reduzindo a temperatura.

Estudo conduzido por Fiori (2001), na cidade de Campinas, concluiu uma atenuação de 99,06% da radiação solar em um bosque de vegetação densa e uma redução de 88,24% em uma praça criada recentemente. A mesma pesquisa destacou o potencial de atenuação da radiação solar da *Poincianella pluviosa* (88,50%), espécie arbórea encontrada em toda extensão da mata atlântica.

Gomes e Amorim (2003) descrevem melhores índices climáticos, e consequentemente, condições térmicas mais amenas em áreas da cidade que se

aproximam das condições normais encontradas na natureza, em comparação com as zonas mais artificializadas da mesma localidade.

2.3 Importância do planejamento da arborização urbana

É evidente a melhoria da qualidade de vida gerado por um ambiente urbano arborizado, quando comparado à uma localidade pouco arborizada. Os benefícios ocasionados pela presença das árvores no âmbito urbano são claros. Porém, inclusão das árvores no ambiente urbano não se caracteriza como um processo simples, tendo em vista que o meio urbano não é o habitat mais apropriado para as plantas. Nesse contexto, o conhecimento de características das plantas, concebido a partir de inventários, é de extrema importância para se traçar uma linha de planejamento (SILVA et al., 2007).

Os benefícios gerados pela arborização urbana estão diretamente condicionados à qualidade do planejamento empregado. Independentemente do tamanho da cidade, a arborização bem planejada facilita o processo de implantação de novas árvores (PIVETTA; SILVA FILHO, 2002). De acordo com Bortoleto et al. (2006), muitas das cidades brasileiras não possuem um planejamento adequado da arborização urbana, pois, muitos projetos baseiam-se em métodos empíricos, desprovidos de um conhecimento real do assunto. Como consequência dessa inadequação, a arborização empreendida mostra-se ineficaz, pois os benefícios que poderiam ser proporcionados à população não são observados.

Os projetos de arborização devem, como caráter básico, respeitar os valores ambientais, culturais e históricos da cidade (LINDENMAIER; SANTOS, 2008). Projetos esses devem ser sustentáveis do ponto de vista ambiental, cultural, social e econômico (DIEFENBACH; VIERO, 2010).

2.3.1 Condições do ambiente e características das espécies

Alguns fatores específicos devem ser considerados para a ótima implementação de um projeto de arborização. O sucesso da arborização de avenidas e ruas é dependente de um conhecimento prévio das condições ambientais desses locais. As plantas atingem

um bom desenvolvimento apenas quando estão bem ambientadas, caso contrário, podem sofrer alterações negativas no porte, floração e frutificação. Dessa forma, deve-se insistir no plantio de espécies cuja aclimação seja comprovada (PIVETTA; SILVA FILHO 2002). É imperativo que sejam consideradas condições edáficas, como a qualidade nutricional do solo, compactação, entre outras. Todos os conhecimentos possíveis sobre as espécies utilizadas devem constar no planejamento da arborização, afim de garantir o desenvolvimento das espécies e os benefícios à população.

Segundo Pivetta e Silva Filho (2002), deve-se conhecer, muito bem, as características particulares de cada espécie, bem como, seu comportamento nas condições edafoclimáticas e físicas a que serão impostas. Os mesmos autores citam também que na arborização urbana muitas são as condições exigidas por uma árvore, de forma que possa ser utilizada sem acarretar inconvenientes, dentre as características desejáveis, destacam-se:

- Resistência a doenças e pragas, limita o uso de produtos fitossanitários muitas vezes desaconselhados em vias e locais públicos;
- Alta velocidade de desenvolvimento, para que a árvore possa fugir rapidamente do alcance dos predadores;
- A produção de frutos grandes, não devem ser uma característica do indivíduo, para evitar assim os acidentes diretos e/ou indiretos causados pela possível queda desses frutos. A presença de frutos pequenos é justificável pela atratividade à fauna local, aumentando assim a presença da biodiversidade;
- Os ramos e troncos das árvores devem ter lenho resistente, para evitar a queda na via e locais públicos, assim como, serem livres de espinhos;
- As árvores não devem possuir princípios tóxicos ou que possam ocasionar reações alérgicas;
- A árvore deve oferecer bom efeito estético;
- As flores devem ser preferencialmente de tamanho pequeno e não devem exalar fortes odores;
- A planta deve ser preferencialmente nativa ou se exótica, deve ter adaptação comprovada;

- A folhagem deve ser de renovação e tamanho favoráveis, para evitar o entupimento de bueiros, calhas e a danificação de telhados;
- As árvores devem possuir copas de tamanho adequado. Copas grandes, atrapalham o fluxo de veículos e pedestres em vias, e limitam o planejamento da arborização em relação à área de crescimento exigida;
- O sistema radicular deve ser pivotante, para que a arborização não entre em conflito com a pavimentação e as construções periféricas;

2.4 Avaliação da arborização urbana

O inventário caracteriza-se pela coleta de informações a respeito das espécies existentes, assim como os locais onde estão situadas. A avaliação da arborização presente, tanto quanto a necessidade de implementação de um projeto de arborização, são baseados no inventário das árvores existentes (CEMIG 2011).

O inventário total ou censo é caracterizado pela medição de todos indivíduos de interesse localizados na área de estudo. Geralmente é empregado em áreas pequenas, já que o custo de aplicação dessa técnica é elevado.

Dentro de um inventário, enquanto a avaliação quantitativa visa definir apenas a composição percentual dos indivíduos existentes, a avaliação qualitativa busca compreender a relação entre as árvores (copa, tronco e raízes) e o local onde estão implantadas, possibilitando identificar principalmente a necessidade de intervenção (CEMIG 2011).

O diagnóstico obtido a partir da avaliação da arborização oferece base para o planejamento ou replanejamento da arborização, assim como embasa a definição de práticas de monitoramento e manejo adequados (SILVA et al., 2007).

3 METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

O estudo foi realizado no *Campus* Alegre da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), no município de Alegre – ES, localizado na latitude 20° 45’S e longitude 41° 30’W (Figura 1).

O clima é, de acordo com a classificação de Köppen, do tipo Cwa (clima temperado húmido com inverno seco e verão quente) segundo Alvares et al. (2013), com estação seca no inverno e verão quente e chuvoso - com temperatura média anual de 22,2° C, variando de 17° e 29° C. Com um relevo bastante acidentado e elevado, o município apresenta altitude de 100 m a mínima e 1.326 m a máxima, sendo 250 m na sede (PREFEITURA MUNICIPAL DE ALEGRE, 2016).

O *Campus* Alegre possui 227 professores, 131 servidores técnico-administrativos, 1.864 estudantes de graduação e 269 estudantes de pós-graduação, e uma área de 36.041,87 m² (UFES, 2016).

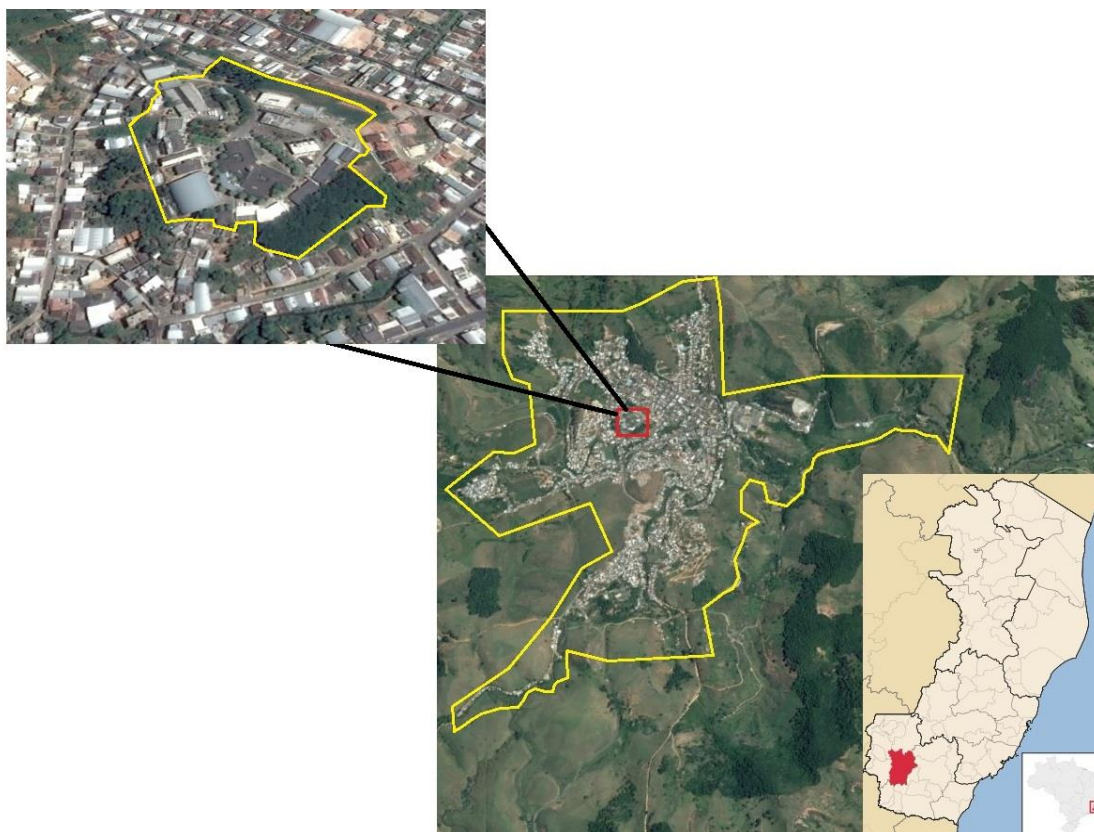


Figura 1 – Localização da área de estudo (UFES *Campus* Alegre).

Fonte: Adaptado do Google *Earth* e Mapas (2016).

3.2 Inventário quali-quantitativo

Foi realizado o censo quali-quantitativo dos indivíduos arbóreos e arbustivos com tamanho superior à 2 metros no *campus* Alegre da Universidade Federal do Espírito Santo. A coleta de dados foi realizada entre os meses de março e abril de 2016. Para a anotação dos dados coletados foi empregada uma ficha de campo (Apêndice A). As variáveis escolhidas para estudo foram consideradas importantes para o conhecimento qualitativo e quantitativo da arborização urbana.

A metodologia de escolha e coleta das variáveis estudadas no inventário quali-quantitativo, foram baseadas nos procedimentos adotados por Silva et. al. (2007), em que as tais variáveis foram descritas como:

- Espécie: relaciona-se à identificação das espécies (nome científico, nome popular e família);

- Altura total: altura (m) da árvore contabilizada desde a superfície do solo até as últimas folhas do galho mais alto. Os dados foram obtidos utilizando-se um hipsômetro Suunto modelo PM-5 15/20. A altura total foi utilizada para agrupar as árvores em cinco classes de altura (2 - 5 m; 5,1 - 10 m; 10,1 - 15 m; 15,1 - 20 m; >20 m);
- Altura da primeira bifurcação: altura do solo até o ponto de inserção da primeira ramificação. Os valores foram medidos utilizando-se uma trena de fibra de vidro. Foram estabelecidas duas classes: < 2,0 m e 2,0 m;
- Diâmetro a altura do peito (DAP): diâmetro (cm) do tronco, medido a 1,30m de altura do solo. Os valores foram medidos com uma trena de fibra de vidro, provendo os valores reais de CAP (circunferência a altura do peito), que em seguida foram convertidos para valores de diâmetro. Os valores de CAP foram agrupados em cinco classes (<15 cm; 15,1 – 30 cm; 30,1 – 45 cm; 45,1 – 60 cm; >60 cm);
- Avanço da copa sobre a rua: trata do posicionamento da projeção da copa da árvore sobre a rua. Os valores foram obtidos com o auxílio de uma trena de fibra de vidro, onde foi aferida a distância entre o meio fio até a linha de projeção da copa sobre a rua. Esses valores foram reunidos em três classes (< 1,5 m, 1,5 – 3 m, > 3 m);
- Avanço da copa sobre a construção: representa o quanto a copa avança em direção à construção. Foram avaliadas três situações: boa – quando não há contato com a construção; regular – quando a copa toca a construção; e ruim – quando a copa pressiona ou ultrapassa a construção;
- Fitossanidade: trata da saúde da árvore, onde essa variável foi analisada pelo aspecto físico do indivíduo. Foram adotadas três condições: boa – quando não houve doenças, danos mecânicos ou sinais de pragas; regular – quando apresentou pequenos problemas de pragas, danos físicos ou doenças; e ruim – quando o indivíduo demonstrou forte ataque de pragas, sérios danos físicos e doenças;
- Condição do sistema radicular: relata a condição do sistema radicular. Foram analisadas quatro situações: neutra – quando o sistema radicular se configurou

completamente profundo no solo, não causando danos à pavimentação; aparente – quando pôde ser observado na superfície, porém, não danificou a pavimentação; quebra – quando gerou não mais do que algumas trincas; e destrói – destruída quando acarretou danos expressivos, inviabilizando o passeio;

- Área livre ou área de crescimento: trata do espaço disponível para o crescimento radial do tronco. Foram analisadas quatro situações: boa – quando implementada em área aberta, ou quando não entrou em conflito com a pavimentação; regular – quando o espaço foi suficiente para o desenvolvimento, apenas, causando até pequenos danos à pavimentação; ruim – quando limitou desenvolvimento total do tronco, podendo causar danos significativos à pavimentação; e ausente – quando nenhum espaço viável para o desenvolvimento da planta foi observado, gerando danos reais à pavimentação;
- Largura do passeio: informa a existência de pavimentação (calçada) e aborda a sua largura. Os dados foram obtidos com auxílio de uma trena e separados nas seguintes classes: < 1,5 m, 1,5 – 3,0 m e > 3,0 m;
- Conflitos com a rede elétrica: relata a existência ou não de fiação aérea sobre o passeio onde está situada a árvore e se a fiação e a árvore estavam em conflito;
- Intensidade de poda: relaciona o grau da poda realizado sobre determinado indivíduo (árvore). Foram consideradas as seguintes situações: leve - quando retirado menos que 20% das ramificações da copa, considerando galhos e ramos pequenos; pesado – quando retirado até 50% das ramificações; e drástica – se retirado mais de 50% das ramificações da composição da copa, comumente modificando estruturalmente a copa da espécie;
- Necessidade de poda: refere-se à necessidade de podas com o fim de corrigir ou mitigar consequências negativas que possam ser ocasionados pelo desenvolvimento da copa da árvore. Foram observados os seguintes parâmetros: ausente – quando não identificada a necessidade da poda; afastamento de construção – quando houve leve conflito com as construções; liberação de rede elétrica – quando identificados conflitos com a rede elétrica; e levantamento de copa – quando alguns ramos baixos atrapalharam a circulação de pedestres ou de automóveis;

- Qualidade da copa: refere-se à condição observada da composição foliar apresentada pela planta. Foram divididas em três classes: boa - para plantas que apresentaram copa bem formada, com folhas verdes e turgidas; regular - para indivíduos que apresentaram algum déficit no estrato foliar; ruim - para indivíduos que demonstraram severos danos no seu corpo foliar, com folhas murchas e uma composição rala.

3.3 Conforto térmico

Afim de averiguar a qualidade do conforto térmico, o *campus* foi dividido em cinco setores (Figura 2), onde medições de temperatura e umidade relativa foram realizadas. A metodologia utilizada para a obtenção dos dados foi elaborada pelo autor do seguinte trabalho, tendo como base, trabalhos relacionados ao conforto térmico encontrados na literatura (MARTINI; BIONDI; BATISTA, 2014; BARBOSA; AMO; LABAKI, 2010).

Três setores foram selecionados, abrangendo assim todas a arborização efetiva do *campus*, são eles:

- Setor de estacionamentos: agrupa todas as áreas destinadas ao estacionamento de veículos espalhadas pelas imediações do *campus*;
- Setor de convivência: incorpora as áreas destinadas ao convívio e descanso dos alunos, professores e demais trabalhadores da Universidade;
- Setor de passagem: junção de todas as vias de acesso aos prédios e demais edificações da instituição.

Ainda dois outros setores foram selecionados para atuar como comparativos com os três setores inicialmente escolhidos:

- Setor do horto: setor que representa o horto botânico Antônio Teles Zimerer, um fragmento florestal urbano situado dentro do perímetro da Universidade. Esta área foi inventariada recentemente por Martins (2014), informando que a mesma é composta por uma condição vegetativa rica, com um considerado índice de diversidade de Shannon-Winner ($H' = 3,295$) e uma densidade de 510

indivíduos/ha, apresenta porte médio a grande e possui dossel fechado. Este setor foi utilizado como um controle de condições ideais, referentes a uma floresta urbana;

- Setor não arborizado: composto por zonas livres de qualquer arborização. Este setor serviu para comparação, apresentando características não desejadas no que diz respeito ao conforto térmico;

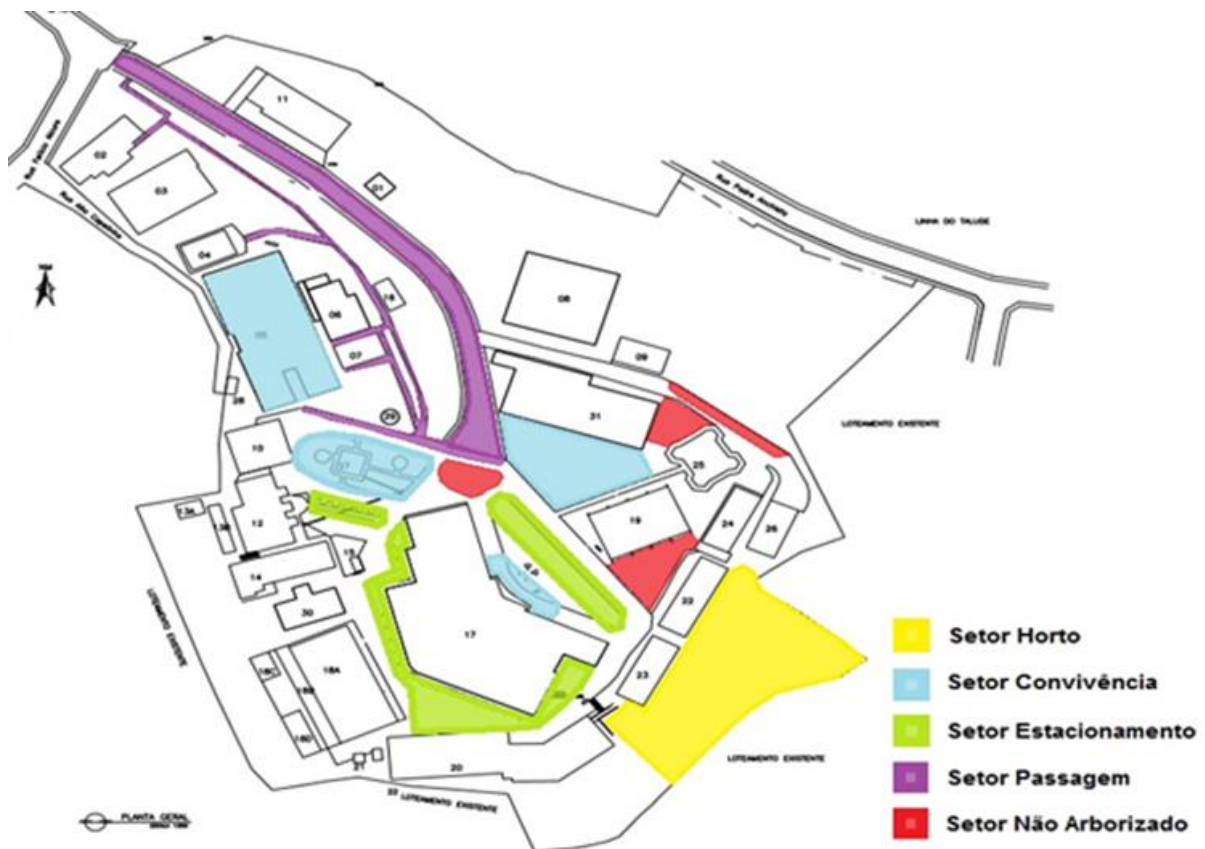


Figura 2 – Caracterização e a localização dos setores selecionados (UFES Campus Alegre).

Fonte: Adaptado do Departamento de Engenharia Civil – Prefeitura UFES Campus Alegre.

As medições foram realizadas no período de quatro dias (16/04/2016 - 19/04/2016), em quatro horários fixos diários (9:00 - 11:00 - 15:00 - 17:00h), com o auxílio de uma estação meteorológica portátil (Brunton ADC Pro). Em cada horário foram obtidas as medidas em três pontos aleatórios em cada setor.

Os dias analisados foram ensolarados, com a presença de poucas nuvens no céu. Os dados foram analisados estatisticamente em um Delineamento de Blocos Casualizados (DBC), onde os horários de medição foram caracterizados como os blocos,

devido às condições distintas entre eles. Verificada a significância da análise de variância, um teste de média (Tukey) a 5% de probabilidade foi adotado, afim de determinar a semelhança ou não dos dados obtidos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Inventário quali-quantitativo

Foram inventariados 175 indivíduos na arborização efetiva de todo o *campus*, sendo identificadas 41 espécies e 19 famílias (Tabela 1). Dois indivíduos mortos puderam ser identificados graças ao conhecimento do histórico de espécies.

Tabela 1 – Listagem florística das espécies inventariadas na arborização efetiva da UFES *Campus* Alegre

Família	Espécie	FR (%)	FA
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	2,29	4
	<i>Mangifera indica</i> L.	1,71	3
Annonaceae	<i>Annona muricata</i> L.	1,14	2
	<i>Annona squamosa</i>	1,14	2
Araucariaceae	<i>Araucaria heterophylla</i> (Salisb.) Franco	0,57	1
Arecaceae	<i>Dyopsis lutescens</i> (H. Wendl.) Beentje & J. Dransf.	4,00	7
	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	1,14	2
	<i>Roystonea oleracea</i> (Jacq.) O.F.Cook	4,57	8
Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. Ex DC.) Mattos	2,86	5
	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	1,71	3
	<i>Handroanthus pentaphyllus</i> (L.) Mattos	4,57	8
	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.O. Grose	1,71	3
	<i>Tabebuia roseo-alba</i> (Ridl.) Sandwith	0,57	1
Chrysobalanaceae	<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch.	12,57	22
Cicadaceae	<i>Cycas revoluta</i>	1,14	2
Fabaceae	<i>Adenanthera pavonina</i> L.	2,86	5
	<i>Caesalpinia echinata</i> Lam.	0,57	1
	<i>Poincianella pluviosa</i> (DC.) L.P.Queiroz	21,71	38
	<i>Tamarindus indica</i> L.	1,14	2
	<i>Senna siamea</i> (Lam.) H.S.Irwin&Barneby	2,29	4

Tabela 1 – Continuação

Família	Espécie	FR (%)	FA
Malvaceae	<i>Basiloxylon brasiliensis</i> (All.) K.Schum.	0,57	1
	<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	0,57	1
	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	0,57	1
	<i>Theobroma cacao</i> L.	0,57	1
Melastomataceae	<i>Tibouchina granulosa</i> (Desr.) Cogn.	2,29	4
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.	0,57	1
	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	0,57	1
	<i>Schefflera arboricola</i> (Hayata) Merr.	0,57	1
Moraceae	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	0,57	1
	<i>Morus nigra</i> L.	3,43	6
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i> L.	0,57	1
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i> L.	0,57	1
	<i>Psidium guajava</i> L.	1,14	2
	<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M. Perry	8,00	14
Proteaceae	<i>Grevillea banksii</i> R. Br.	0,57	1
	<i>Grevillea robusta</i> A.Cunn. ex R.Br.	2,29	4
	<i>Macadamia integrifolia</i> Maiden & Betche	0,57	1
Punicaceae	<i>Punica granatum</i> L.	2,29	4
Rhamnaceae	<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	0,57	1
Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	2,29	4
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i> L.	0,57	1

*FR = Frequência relativa (nº de indivíduos/ total de indivíduos); FA = Frequência Absoluta.

A espécie *Poincianella pluviosa* (sibipiruna) predominou na área, com 38 indivíduos que representaram 21,71% do total de indivíduos inventariados, resultado semelhante ao encontrado no *campus* Umuarama da Universidade Federal de Uberlândia – UFU por Faleiro e Amâncio (2007), onde a mesma espécie atingiu percentual de 41,76% da população arbórea inventariada. Esse valor é superior a 15%,

que, segundo Grey e Deneke (1986), é o limite máximo admitido afim de preservar uma ótima diversidade genética, além de evitar problemas fitossanitários.

As outras espécies mais abundantes na arborização do *campus* foram *Licania tomentosa* (12,57%), *Syzygium malaccense* (8,00%), *Handroanthus pentaphyllus* (4,57%) e *Roystonea oleracea* (4,57%). A soma das dez espécies com maior frequência absoluta foi de 71,43 % da população (Figura 3). Tal situação difere da condição encontrada na Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, onde apenas as cinco espécies mais frequentes somaram uma frequência absoluta de 86,40% da população (CALLEGARO; ANDRZEJEWSKI; GRACIOLI, 2015).

A família mais representativa foi a Fabaceae, com 5 espécies e 50 indivíduos. Esta família foi considerada por Lima (2000) como sendo a família com maior riqueza florística encontrada no Brasil, com 2.732 espécies e 212 gêneros conhecidos até o momento, encontrando-se presente em todos os biomas aqui existentes.

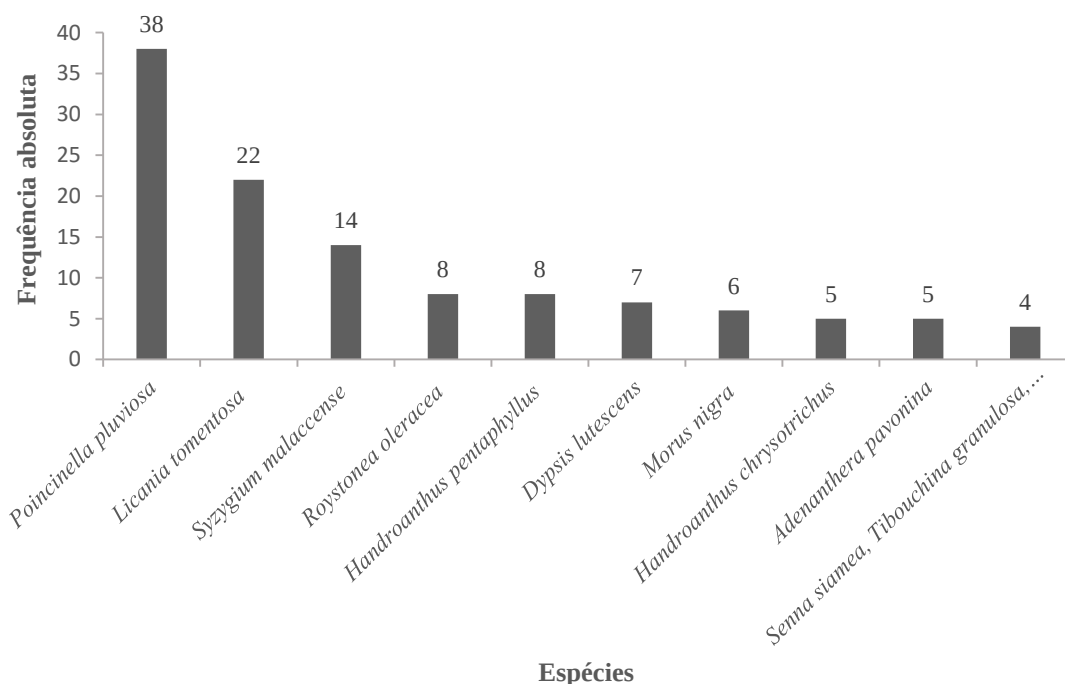


Figura 3 – Frequência absoluta das dez espécies predominantes na arborização da UFES *Campus* Alegre, Alegre – ES.

Fazendo menção à origem das espécies encontradas na arborização, foram inventariadas 22 espécies nativas e 19 espécies exóticas, valores muito semelhantes

aqueles observados por Oliveira et al. (2009) para a arborização do *campus* Pato Branco da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, na qual foram encontradas 23 espécies nativas e 19 espécies exóticas.

Em dados percentuais a arborização do *campus* apresentou 53,86% de espécies nativas. Kurihara (2005), avaliando o *Campus* da Universidade de Brasília, verificou 81,17% de espécies nativas e Melo (2005), ao examinar a arborização do *Campus* I da Universidade de Passo Fundo, encontrou 73,53% de espécies nativas. Nota-se uma eventual necessidade da implantação de mais espécies nativas, principalmente da região, ou a substituição de indivíduos exóticos, visando a maior interação entre arborização urbana e a fauna local, bem como à valorização da flora nativa.

Analisando-se a arborização do *campus* de Alegre, percebe-se a predominância de árvores com altura entre 10,1 – 15 m, categoria representada por 41,14% dos indivíduos (Figura 4). Este valor pode ser explicado pela idade de implantação do projeto de arborização (fim da década de 80), visto que a *Poincianella pluviosa*, maior representante em número de indivíduos, possui porte entre 8 a 25 m de altura, e a *Licania tomentosa* (oití), segunda espécie em número de indivíduos, possui porte entre 8 a 15 metros de altura (SCARAMUSSA, 2013).

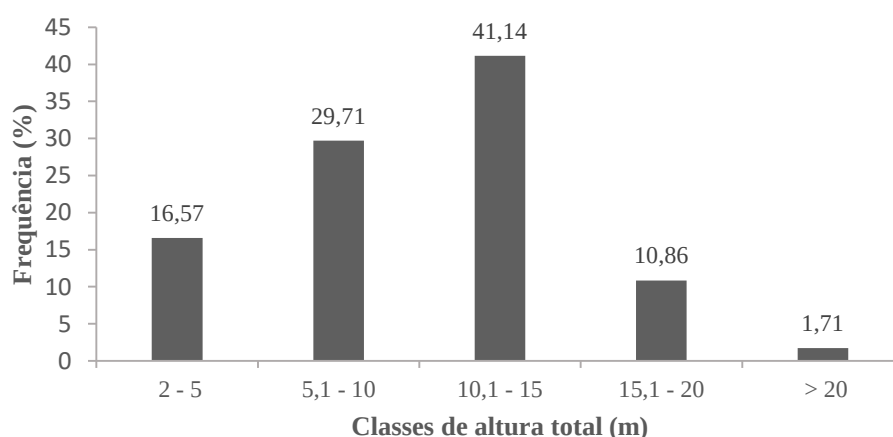


Figura 4 – Frequência das classes de altura total observadas na arborização da UFES *Campus* Alegre, Alegre – ES.

Em relação à altura da primeira bifurcação, 57,71% dos indivíduos apresentaram a primeira bifurcação abaixo de 2 metros (Figura 5). Conforme Paiva e Gonçalves (2002) a altura para esta variável deve ser superior a 2,1 m, possibilitando assim o trânsito livre de pedestres abaixo da projeção da copa. Este resultado pode ser explicado pela não utilização de mudas recomendadas para a arborização, onde a muda estabelecida possui altura mínima da primeira bifurcação à 1,80 m do solo. Tal irregularidade pode ser simplesmente resolvida com a prática de poda de formação. Porém, problemas não foram gerados devido ao fato da maioria desses indivíduos se encontrarem no setor de estacionamentos, onde não ocorre o intenso trânsito de pedestres.

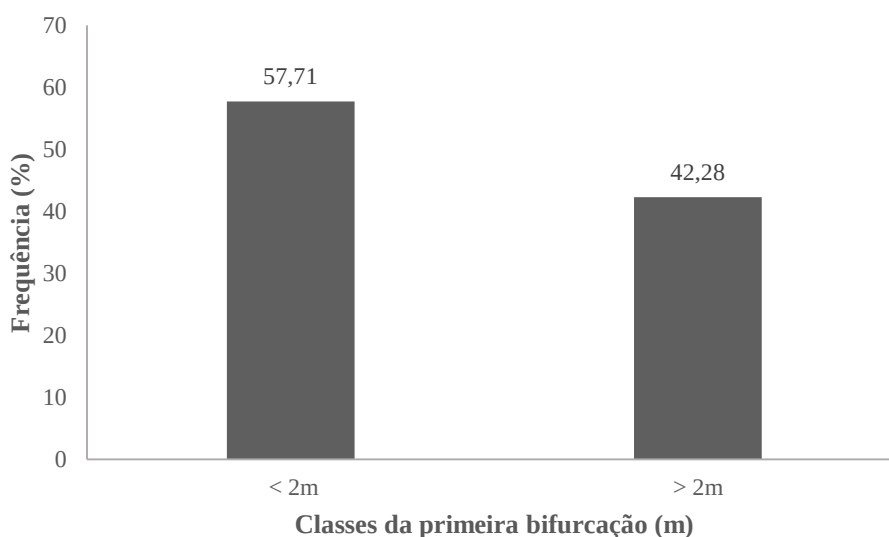


Figura 5 – Frequência das classes da primeira bifurcação, consideradas na arborização da UFES *Campus* Alegre, Alegre – ES.

Na análise do diâmetro a altura do peito (DAP), pode-se notar a predominância de indivíduos com diâmetro de até 15 cm, configurando 31,43% da população (Figura 6). É válido observar que a segunda e a terceira classe possuíam valor próximo ao primeiro, respectivamente 26,86% e 25,14%. Esses resultados são distintos do observado na Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, onde 50,4% dos indivíduos possuíam DAP em até 15,5 cm (CALLEGARO; ANDRZEJEWSKI; GRACIOLI,

2015). Fator esse que pode ser explicado tanto pela idade de implementação da arborização, quanto pelo porte natural das espécies em questão.

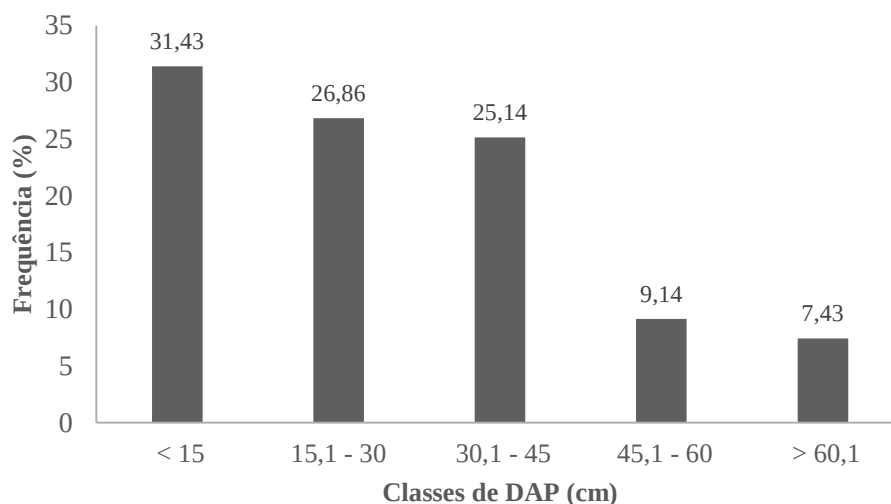


Figura 6 – Frequência das classes do Diâmetro a Altura do Peito (DAP), analisadas na arborização da UFES *Campus* Alegre, Alegre – ES.

Na arborização do *campus* Alegre, 82,29% dos indivíduos não apresentaram conflitos com as construções (Figura 7A). Esse grupo é constituído de indivíduos próximos às construções (sem o contato) e indivíduos localizados longe de qualquer construção. Nota-se a presença de poda nos indivíduos próximos aos prédios, o que de certa forma explica o baixo percentual de conflitos entre a arborização e os edifícios.

Ao se levar em consideração o avanço de copa sobre a rua, os indivíduos praticamente se dividiram em duas classes (menos de 1,5 m e mais que 3 m), respectivamente 41,71% e 45,71% (Figura 7B).

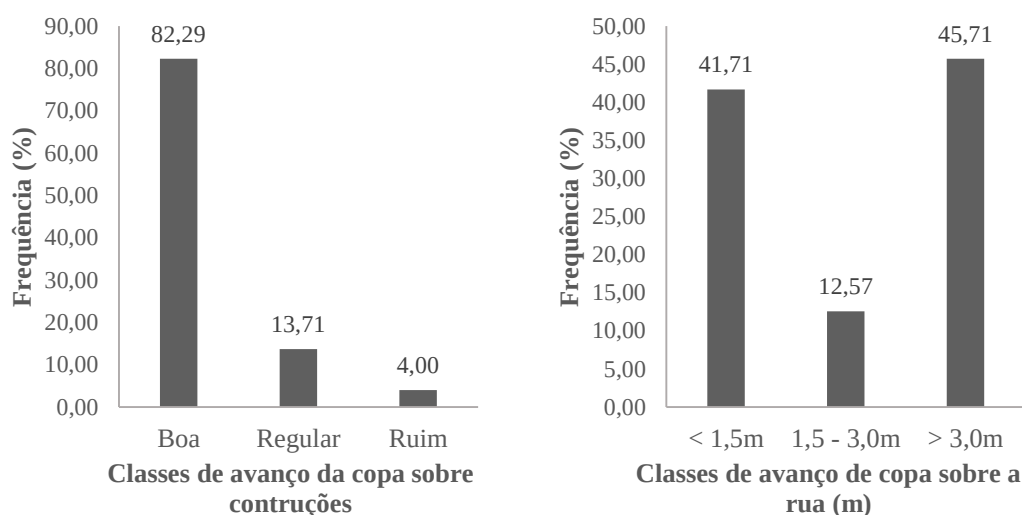


Figura 7 – Frequência das classes de avanço da copa sobre a rua e sobre construções, observadas na arborização da UFES *Campus* Alegre, Alegre – ES.

No que diz respeito à fitossanidade, a classe predominante foi a regular, com 38,86% dos indivíduos (Figura 8). Um índice de 33,14% da população foi considerado em bom estado, parcela essa inferior aos 57,38% de indivíduos sadios encontrados por Brianezi et al. (2013), na arborização do *campus* sede da Universidade Federal de Viçosa - UFV. Dessa forma, a soma das classes (boa e regular) abrangeram exatamente 72% de toda arborização, resultado semelhante ao encontrado por Silva et al., (2012) para a arborização viária da cidade de Jerônimo Monteiro-ES (70%). Os baixos valores de uma fitossanidade boa são esclarecidos pelo sequenciamento e adensamento de indivíduos da mesma espécie, e pelo grande índice de danos mecânicos, ocasionados por podas drásticas, que servem de entrada pra doenças e pragas, como o cupim, observado na maioria dos indivíduos.

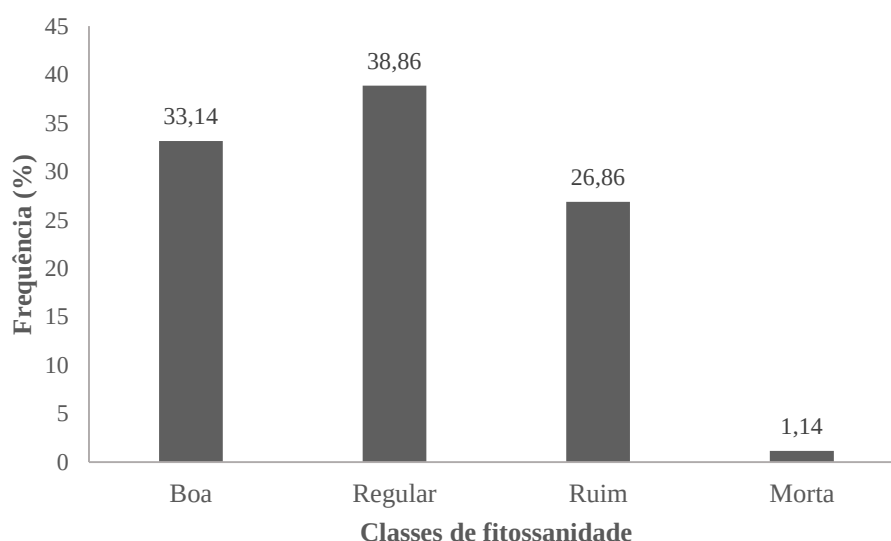


Figura 7 – Frequência das classes fitossanidade avaliadas na arborização da UFES *Campus* Alegre, Alegre – ES.

No que diz respeito ao sistema radicular, 54,86% das árvores apresentaram condição neutra, enquanto a classe quebra teve uma representatividade de apenas 10,86%.

Na avaliação da intensidade de poda, 73,14% dos elementos apresentaram vestígios de poda, sendo elas recentes ou não, dos quais 35,43% dos indivíduos apresentaram poda pesada ou drástica. Segundo Seitz (1996), a poda drástica é uma técnica muito prejudicial por alterar a capacidade de regeneração da planta, técnica essa que atingiu a totalidade dos indivíduos da espécie *Poincianella pluviosa*. Apenas 26,86% das unidades avaliadas não apresentaram sinal visível de poda (Figura 9A), fração considerada pequena, que de certa forma assinala um equívoco no planejamento, porém, parecido ao encontrado no *campus* Umuarama da Universidade Federal de Uberlândia – UFU, onde a mesma variável apresentou valor de 20,93% (FALEIRO; AMÂNCIO-PEREIRA, 2007).

A necessidade de poda se demonstrou mínima, sendo que 73,14% das árvores não apresentaram necessidade de implementação (Figura 9B). Tal condição pode ser explicado pelo fato de uma parcela dessas árvores estarem situadas em áreas abertas, distantes de elementos arquitetônicos, e por causa da intensidade de poda observada.

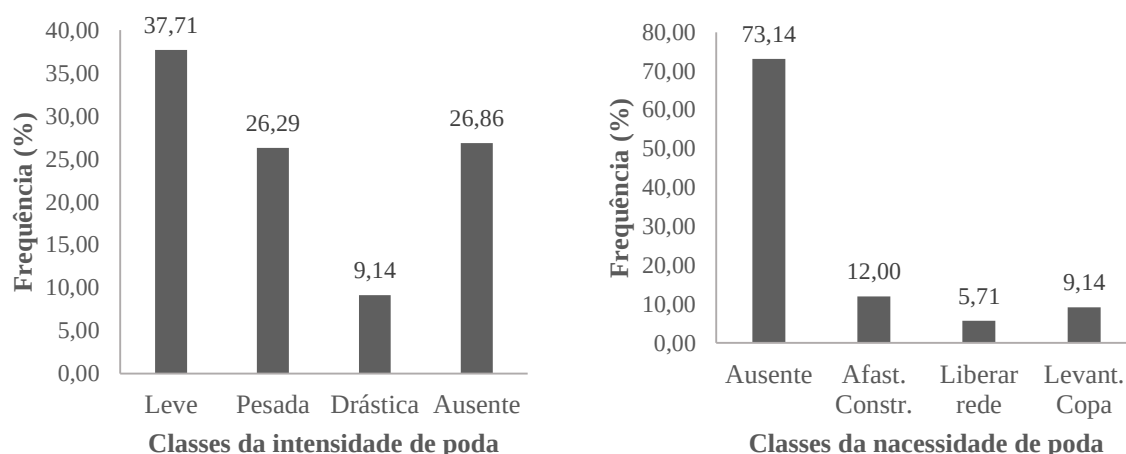


Figura 9 – Frequência das classes intensidade e necessidade de poda, notadas na arborização da UFES Campus Alegre, Alegre – ES.

O estudo apontou que o conflito com a rede elétrica foi ausente em 93,71% dos casos (Figura 10) e pôde-se observar a adoção da técnica de destopamento em alguns indivíduos. Essa técnica, segundo Toussaint e Paul (2009), apesar de se caracterizar como prática e barata, causa efeitos nocivos nas árvores, resultando no frequente emprego de podas de correção. A baixa incidência de poda observada, pode ser explicada pela reestruturação do campus, que se deu em meados da década de 90, onde a organização da rede elétrica foi adaptada ao projetos de arborização, já implementado nesta data.

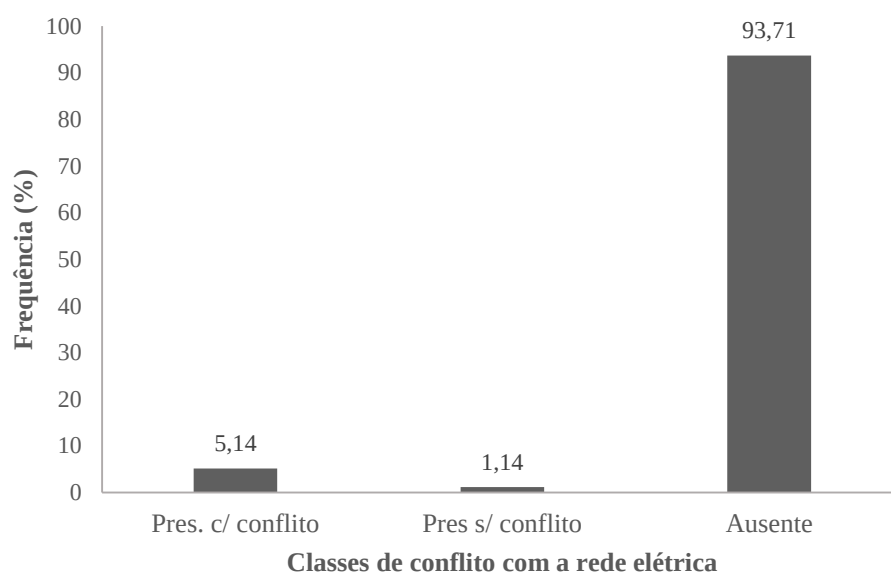


Figura 8 – Frequência das classes de conflito com a rede elétrica localizadas na arborização da UFES Campus Alegre, Alegre – ES.

Avaliando-se a área livre de crescimento das árvores, apenas 36,00% foram encontradas em boas condições (Figura 11). A maioria dos indivíduos (41,71%) tiveram área livre classificada como regular e 22,29% das árvores estavam em condições ruins de crescimento, número muito superior aos 12,65%, encontrado por Scaramussa (2013), na arborização das vias públicas de Vargem Alta -ES. Tal percentual aponta a falta de conhecimento das espécies escolhidas para implementação ou a negligência sobre as necessidades das mesmas.

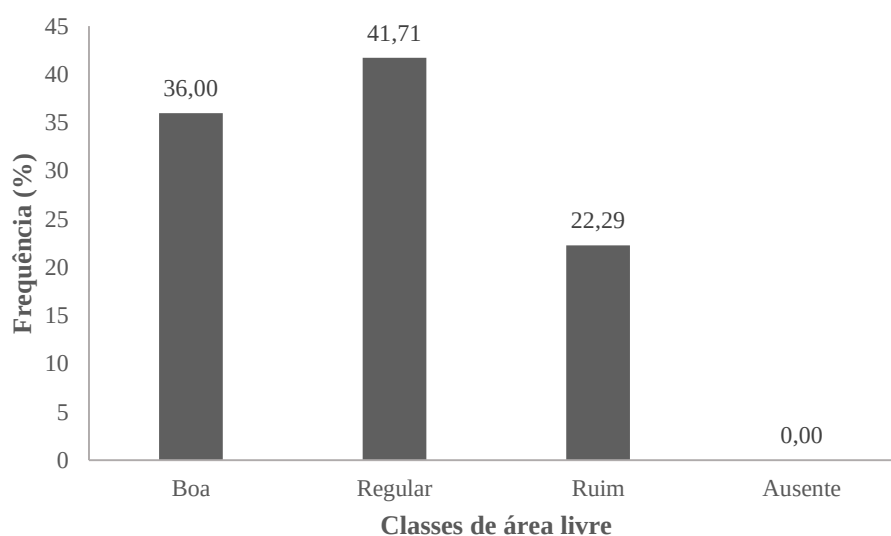


Figura 9 – Frequência das classes de área livre, observadas na arborização da UFES *Campus* Alegre, Alegre – ES.

No que tange a largura do passeio onde as árvores estavam implantadas, 72,57% estavam localizados em passeios menores que 1,5 m e apenas 18,86% estavam em passeios maiores que 3,1 metros (Figura 12), o que, além de comprometer a área de crescimento, como visto no tópico acima, afeta também no trânsito de pedestres, acarretando problemas para as plantas e para as pessoas que frequentem a Universidade.

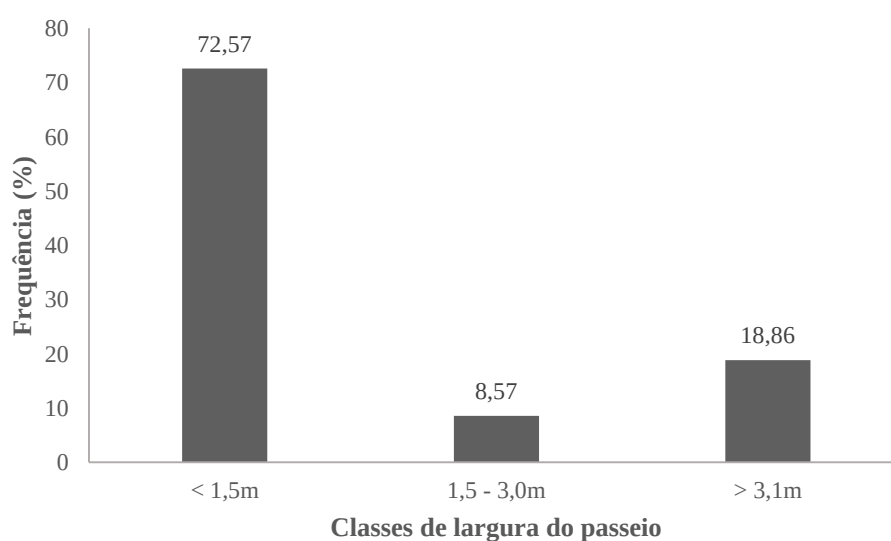


Figura 10 – Frequência das classes de largura do passeio, na arborização da UFES *Campus* Alegre, Alegre – ES.

Aproximadamente 37,00% das copas das árvores foram classificadas como boa (Figura 13). As classes regular e ruim somaram 62,86%, alto índice que sugere equívocos de escolha de espécies ou implementação da arborização, explicado também pelo consequente efeito da severidade dos problemas fitossanitários observados e, até mesmo, como uma resposta ao bloqueio radicular pela pavimentação ou por construções subterrâneas.

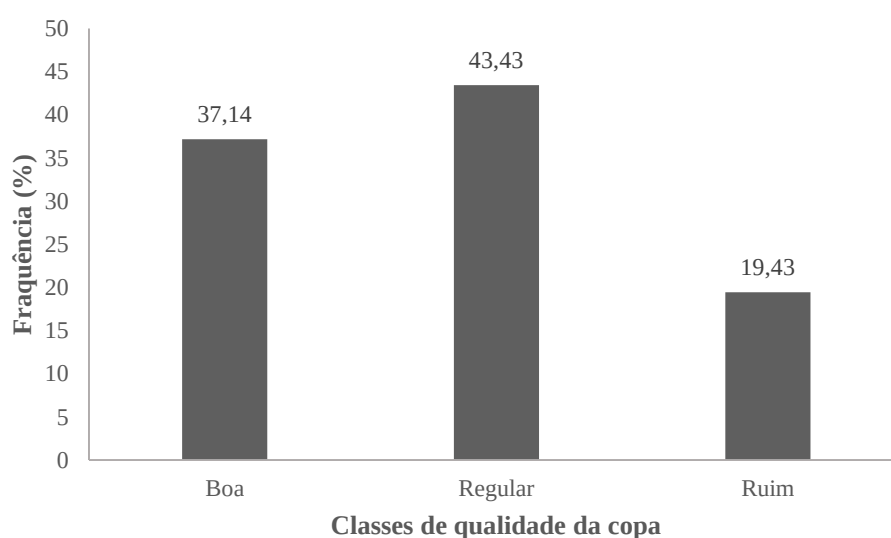


Figura 11 – Frequência das classes de qualidade da copa, apresentadas na arborização da UFES Campus Alegre, Alegre – ES.

4.2 Influência da arborização no conforto térmico

4.2.1 Caracterização da arborização dos setores

O setor de passagem apresentou quantidade superior de indivíduos em relação aos demais setores, e a família Fabaceae se mostrou dominante, constituindo aproximadamente metade da sua arborização, representada pela espécie *Poincianella pluviosa*. A zona de estacionamentos veio em seguida, apresentando 47 árvores, das quais 46,81% pertencentes à espécie *Licania Tomentosa*, da família Chrysobalanaceae. O setor de convivência se apresentou com a menor quantidade de indivíduos (44 no

total), compostos em sua maioria pela espécie *Handroanthus chrysotrichus*, da família Bignoniaceae (Tabela 2).

Tabela 2 – Caracterização das variáveis em relação ao conforto térmico na arborização da UFES Campus Alegre, Alegre – ES (Março, 2016).

Característica	Setor		
	Estacionamento	Convivência	Passagem
Nº de indivíduos	47	44	84
Família dominante	Chrysobalanaceae	Bignoniaceae	Fabaceae
Espécie dominante	<i>Licania Tomentosa</i>	<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	<i>Poincianella pluviosa</i>
Altura [10,1 - 15 m]	65,96%	27,27%	34,52%
DAP [30,1 - 45 cm]	40,43%	11,36%	22,61%
Avanço sobre rua [> 3m]	78,72%	25%	38,10%
Fitossanidade [Boa]	53,19%	27,27%	25%
Condição da raiz [Neutra + Aparente]	65,96%	97,73%	97,62%
Área livre [Boa + Regular]	65,96%	97,73%	73,81%
Intensidade de poda [Ausente + Leve]	59,57%	72,73%	63,10%
Conflito com rede elétrica [Ausente]	97,87%	97,73%	89,29%
Qualidade da Copa [Boa]	68,09%	27,27%	25%

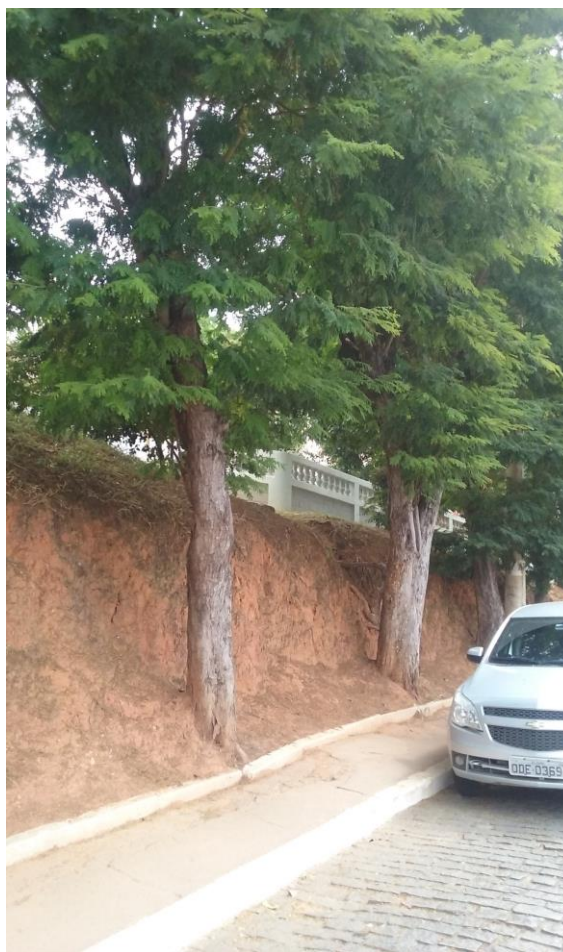


Figura 12 – Espaçamento dos indivíduos da espécie *Poincianella pluviosa*, observados no setor de passagem da UFES Campus Alegre, Alegre – ES.

As classes de altura 10,1 – 15 m e de DAP 30,1 – 45cm foram representativas (englobaram a maior parte dos indivíduos), assim, essas classes foram adotadas para a comparação e as conclusões em relação ao porte da arborização. Dessa forma, o setor de estacionamentos apresentou os maiores indivíduos, seguido do setor de passagem e por final, o setor de convivência. A qualidade da arborização não é dependente apenas do porte específico de cada espécie, porém indivíduos maiores tendem a apresentar maior potencial de sombreamento e conseqüentemente amenização térmica.

O avanço da copa sobre a rua é uma variável totalmente relacionada ao porte dos indivíduos e as características individuais de cada espécie. O setor de estacionamentos apresentou a maior parcela das árvores com avanço de copa superior a 3 m, aproximadamente 79%. O setor de passagem teve um índice de 38,10% e o setor de convivência apenas 25%. Em pesquisa realizada por Bartholomei e Labaki (2002), em

Campinas, observou-se que as espécies que apresentaram melhor índice de conforto térmico foram as que proporcionaram maior extensão de sombra sob a copa. Isso indica o potencial do setor de estacionamentos em relação a melhoria do conforto térmico.

Com relação à fitossanidade, 53,19% das plantas estavam em boas condições no setor dos estacionamentos, índice que caiu consideravelmente no setor de convivência (27,27%), semelhante ao encontrado no setor de passagem, que apresentou uma parcela de somente 25% da população em boas condições fitossanitárias. O baixo índice de indivíduos em boas condições e consequentemente o elevado percentual de elementos em condições ruins (Figura 15), principalmente no setor de passagem, pode ser explicado pela baixa riqueza de espécie e pelos espaçamentos mínimos de implantação da arborização. Silva et al. (2012) alegam que indivíduos em boas condições podem realizar naturalmente suas funções ecológicas, colaborando em termos de amenização microclimática, mitigação da poluição do ar, sonora e visual, além dos benefícios psicológicos.



Figura 13 – Condições fitossanitárias dos indivíduos da espécie *Poincianella pluviosa*, no setor de passagem da UFES Campus Alegre, Alegre – ES.

As boas condições da área livre de crescimento e as condições positivas das raízes se relacionaram diretamente, nos setores de estacionamentos e de convivência, apresentando valores idênticos (65,96% e 97,73%, respectivamente). Os baixos valores para o primeiro setor podem ser explicados pela pavimentação própria para o estacionamento dos carros (Figura 16), ou a escolha equivocada das espécies constituintes da arborização desses locais.

O setor de passagem apresentou divergência entre as duas variáveis, 73,81% para as boas condições de crescimento e 97,62% para o comportamento neutro e apenas presente das raízes. Essa divergência evidencia uma boa adequação do sistema radicular ao espaço disponível, principalmente da *Poincianella pluviosa*, espécie dominante deste setor, ou o escape do sistema radicular, levando em consideração que só há pavimentação em uma das faces da calçada (Figura 15).



Figura 14 - *Licania tomentosa* em conflito com a pavimentação, no setor de estacionamento da UFES Campus Alegre, Alegre – ES.

Nota-se, em todos os setores, ausência de conflito com a rede elétrica, sendo que o índice mínimo é 89,29% (setor de passagem), ou seja, esse setor apresentou o maior número de casos de conflito a fiação. A intensidade de poda por sua vez, recebeu influência dessa variável, no entanto, outros fatores podem ter contribuído, como por exemplo as necessidades de poda específicas de cada espécie. Os valores de intensidade de poda foram parecidos, destacando-se o setor de convivência, que demonstrou maior percentual de árvores podadas (72,73%), situação que pode ser esclarecida pela implementação de podas de manutenção e de segurança.

Conforme Furtado (1994), a vegetação proporciona o resfriamento passivo principalmente pelo sombreamento, que reduz a incidência de raios solares na superfície, e através da troca de energia para a evapotranspiração, na superfície foliar.

Dessa forma, a melhoria do conforto térmico está diretamente ligada a uma boa composição da parte aérea das plantas. Pode-se observar uma forte relação das parcelas que receberam um bom conceito de qualidade da copa, com a qualidade das fitossanidades apresentadas. O setor dos estacionamentos apresentou o maior índice (68,09%), seguido do setor de convivência com apenas 27,27% de indivíduos com boa qualidade da copa e por último o setor de passagem, com somente 25%.

4.2.2 Análise das variáveis do conforto térmico nos diferentes setores

O comportamento da temperatura do ar medida nos quatro diferentes horários é demonstrado pela Figura 17, a seguir:

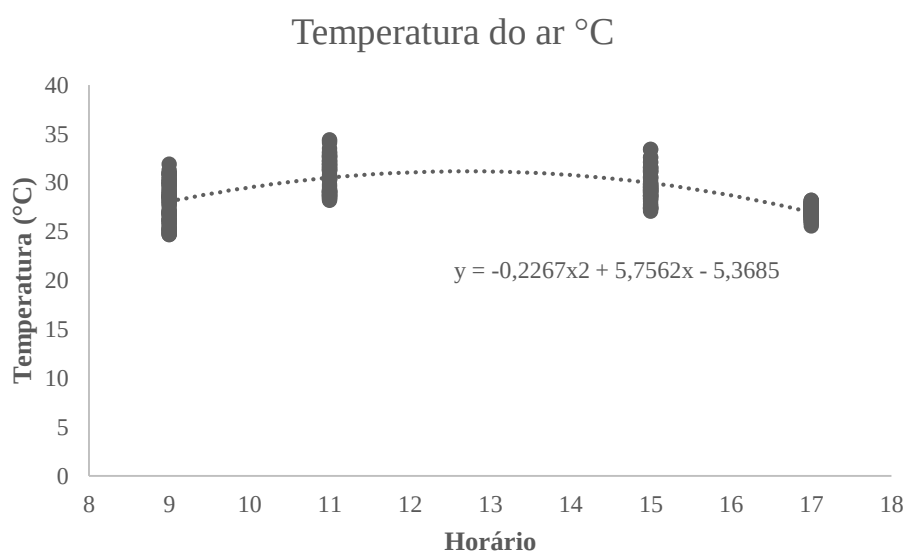


Figura 15 – Linha de tendência das temperaturas obtidas em quatro horários, na UFES *Campus* Alegre, Alegre – ES.

As temperaturas variaram em um intervalo de 24,4 – 34,4°C, sendo a menor amplitude observada no horário das 17:00 horas, onde a incidência solar já não era presente. Em relação à umidade relativa do ar, o intervalo de variação foi de 34,5 – 68,7%, como pode ser visto na Figura 18. Esses resultados corroboram com os resultados encontrados por Specian et. al. (2013), onde diferenças de até 19% de umidade e 4°C de temperatura são observadas entre os dois ambientes analisados.

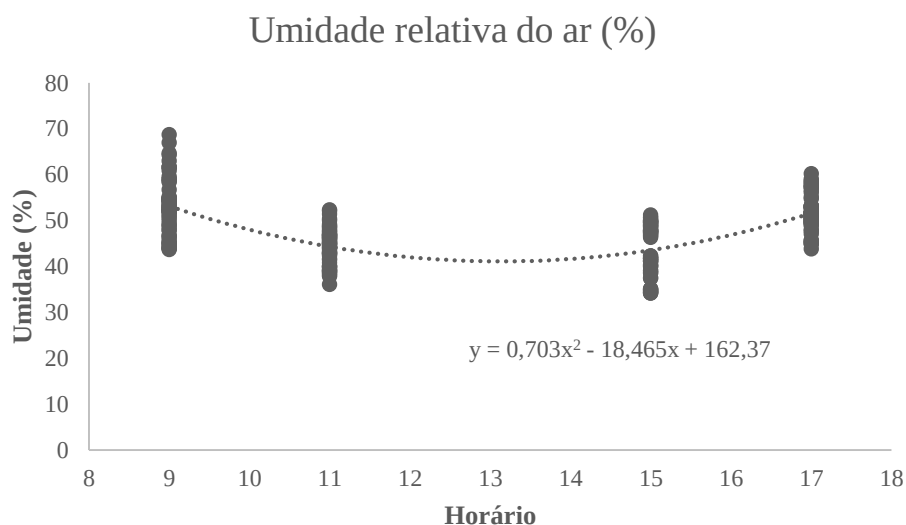


Figura 16 – Linha de tendência das umidades adquiridas em quatro horários, na UFES *Campus* Alegre, Alegre – ES.

As análises estatísticas demonstraram que houve diferença significativa entre as m tanto para as temperaturas quanto para as umidades, entre os diferentes setores (Tabela 3).

Tabela 3 – Médias das temperaturas e umidades aferidas na UFES *Campus* Alegre, Alegre - ES

Setor	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)
Horto	27,35 a	51,80 a
Estacionamento	28,24 b	49,56 ab
Convivência	29,09 c	48,02 bc
Passagem	29,61 cd	45,84 c
Não arborizado	30,16 d	45,59 c

*Letras diferentes na coluna, indicam diferença significativa, pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância.

O setor horto, apresentou a menor temperatura média e a maior umidade relativa do ar, uma condição que era esperada por se tratar de uma floresta urbana. Tal efeito

pode ser explicado por ser um setor constituído por um fragmento florestal, possuindo assim um maior número de indivíduos, maior porte arbóreo e um dossel fechado, que impede de forma mais eficiente a passagem dos raios solares. Ainda nesse setor foi observada a menor amplitude de umidade relativa, efeito direto da presença do dossel fechado no fragmento. Esse resultado é corroborado por Gomes e Amorim (2003), onde os autores concluíram que a vegetação funciona como um regulador térmico, melhorando as condições de conforto térmico.

O setor de estacionamentos apresentou temperatura significativamente menor que os demais setores, porém, a umidade relativa apresentada se igualou à umidade notada no setor de convivência. A diferença de temperatura pode ser explicada, principalmente, pela diferença no porte arbóreo, projeção da copa sobre a rua e condição da fitossanidade, já que o setor de estacionamentos possui indivíduos com copas mais abrangentes, indivíduos maiores e mais sadios que as demais áreas estudadas na arborização efetiva do *campus*.

A fitossanidade influencia diretamente a qualidade da copa e, segundo Velasco (2007), as plantas utilizam a energia solar na complementação do processo metabólico (fotossíntese), absorvendo carbono e liberando oxigênio, dessa forma, plantas com melhor formação da composição foliar são mais efetivas na amenização microclimática, pois a barreira ocasionada pelo dossel das copas das árvores evita a penetração da maior parte da radiação solar durante o dia. Essa menor quantidade de radiação solar incidente sugere menor aquecimento do solo e, conseqüentemente, menor emissão de radiação de ondas longas e menor aquecimento do ar (HERNANDES; PEDRO JUNIOR; BARDIN, 2002).

O setor de passagem possui maior número de indivíduos e árvores de maior porte em relação ao setor de convivência, que por sua vez, tem maior parcela de plantas sadias. Contudo ambos setores exibiram temperaturas e umidades estatisticamente semelhantes, o que pode indicar que as péssimas condições de fitossanidade, provocadas pelo adensamento de indivíduos no setor de passagem, teve maior influência na regulação do conforto térmico. Algo que chama atenção é o fato dos dois setores acima possuírem umidade estatisticamente semelhante ao setor não arborizado, o que aponta as péssimas condições da arborização nesses setores e evidencia a necessidade de uma melhoria na

arborização dos mesmos. No caso do setor de passagem a temperatura média também se assemelha à temperatura do setor não arborizado.

5 CONCLUSÃO

A família Fabaceae apresentou maior número de espécies e maior frequência de indivíduos. A espécie *Poincianella pluviosa* (sibipiruna) possui frequência acima do recomendado.

A arborização do Campus Alegre apresenta um número elevado de espécies exóticas.

A arborização apresenta um bom porte no que diz respeito a sua funcionalidade. Porém, nas áreas onde ocorre o adensamento aliado à baixa riqueza florística são encontrados os piores índices de fitossanidade. Essa característica impede a arborização de efetivar todo o seu potencial benefício tanto em termos estéticos quanto funcionais.

A arborização influenciou nas condições de conforto térmico, sendo as menores temperaturas e as maiores umidades observadas nos setores com as melhores características quali-quantitativas da arborização urbana. A qualidade da copa, porte dos indivíduos e a projeção da copa sobre a rua, se apresentaram como variáveis diretamente relacionadas ao conforto térmico. A fitossanidade se mostra importante por condicionar todas essas variáveis influentes.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALENSIEFER, M.; WIECHETECK, M. **Arborização das cidades**. Curitiba: Impresso pelo instituto de terras, cartografia e florestas; vinculado à secretaria de estado da agricultura e abastecimento, 1987.

BARBOSA E; AMO V; LABAKI L. A influência da vegetação e das variáveis climáticas no nível de conforto dos usuários da praça do centro de convivência em Campinas, SP. In.: **7º. Encontro Nacional de Tecnologia de Ambiente Construído (ENTAC)**, Anais 2010.

BARTHOLOMEI, C. L. B; LABAKI, L. C. **Environmental parameters and thermal comfort provided by different tree species**. In.: 19th. International Conference on Passive and Low Energy Architecture, 2002. France. Anais...France, 2002.

BORTOLETO, S.; SILVA FILHO, D. F.; LIMA, A. M L. P. Prioridades de Manejo para a Arborização Viária da Estância de Águas de São Pedro-SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, 2006.

CALLEGARO, R.; ANDRZEJEWSKI, C.; GRACIOLI, C. Arborização de uma área verde no *campus* da UFSM, Santa Maria, RS, Brasil. **Revista Biodiversidade**, V.14, N2, 2015.

CAMPANELLA, B.; TOUSSAINT, A.; PAUL, R. **Mid-term economical consequences of roadside tree topping**. **Urban Forestry & Urban Greening**, Davis, v. 8, 2009.

CAMPUS ALEGRE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO – UFES. <<http://www.alegre.ufes.br/cca-em-numeros>>. Acesso em: 13 de abril de 2016.

COMPANHIA ELÉTRICA DE MINAS GERAIS – CEMIG. **Manual de arborização. Belo Horizonte**: Cemig/ Fundação Biodiversitas, 2011. Disponível em: <http://www.cemig.com.br/sites/imprensa/pt-br/Documents/Manual_Arborizacao_Cemig_Biodiversitas.pdf>. Acesso: 12 de abril de 2016.

CRHISTO, J.A.; DIAS, A.N. Inventário Florestal da Arborização Urbana do Centro da Cidade de Prudentópolis – PR. **Revista Eletrônica Lato Sensu**, ano 2, n. 1, 2007.

DANTAS, I. C.; SOUZA, C. M. C. de. Arborização urbana na cidade de Campina Grande – PB: inventário e suas espécies. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 4, n.2, 2004.

DIEFENBACH, S. S.; VIERO, V. C. Cidades sustentáveis: a importância da arborização urbana através do uso de espécies nativas. In: **CONGRESSO INTERNACIONAL DE SUSTENTABILIDADE E HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL**, 1., 2010 Anais...,2010.

EMBRAPA. **A importância e necessidade de arborização urbana correta.** Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/983135/1/2013AM02.pdf> >. Acesso em: 08 de março de 2016.

FURTADO, A. E. Simulação e análise da utilização da vegetação como anteparo às radiações solares em uma edificação. **Dissertação** (Mestrado em Conforto Ambiental) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1994.

GOMES, M. A. S.; AMORIM, M. C. C. T. Arborização e conforto térmico no espaço urbano: estudo de caso nas praças públicas de Presidente Prudente (SP). **Revista Caminhos de Geografia**. v. 7, n. 10, set, 2003.

GREY, G. W.; DENEKE, F. J. **Urban forestry**. New York, John Wiley & Sons, 1986. 279 p.

GREY, G.; DENEKE, F.J. Urban forestry. New York: Wiley, 1978. 279p. JACINTO, J.M. de M. Análise silvicultural urbana de seis espécies florestais utilizadas na arborização de Brasília. **Dissertação de Mestrado**, 2001.

HERNANDES, J. L.; PEDRO JUNIOR, M. J.; BARDIN, L. **Diferenças estacionais entre variáveis microclimáticas para ambientes de interior de mata, vinhedo e posto meteorológico em Jundiaí (SP)**. Bragantia, v. 61, n. 2, 2002.

KURIHARA, D. L.; IMAÑA-ENCINAS, J.; PAULA J. E. Levantamento da arborização do *Campus* da universidade de Brasília. **Revista Cerne**, Lavras, v. 11, n. 2, 2005.

LINDENMAIER, D. de S.; SANTOS, N. O. dos. **Arborização urbana das praças de Cachoeira do Sul-RS-Brasil: fitogeografia, diversidade e índice de áreas verdes**. São Leopoldo : Instituto Anchietano de Pesquisas, Pesquisas Botânicas, v. , n. 59, 2008.

LABAKI, L. C.; SANTOS, R. F.; BUENO-BARTHOLOMEI, C. L.; ABREU, L. V. Vegetação e conforto térmico em espaços urbanos abertos. **Fórum Patrimônio**, v. 4, n. 1, 2011.

MARTINI A; BIONDI D; BATISTA A. C. O Porte das árvores e o efeito microclimático – Uma contribuição ao planejamento da arborização urbana de ruas. In.: 5º. **Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, 2014. Anais. IBEAS (Instituto brasileiro de estudos ambientais).

MARTINS, H. T. **Descrição da estrutura do fragmento florestal do horto botânico Antônio Teles Zimerer**. 2014. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) – Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Alegre, 2014.

MELO, E. F. R. Q.; Severo, B. M. A. Análise da Arborização do *Campus* da Universidade de Passo Fundo. In: **IX Congresso Brasileiro de Arborização Urbana**, 1, 2005. Anais.

MILANO, M. S. Avaliação Quali-Quantitativa e manejo da Arborização Urbana : Exemplo de Maringá –PR. Curitiba, UFPR, 1988, (**Tese de Doutorado** apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná). 1988.

MILANO, M.S.; DALCIN, E.C. **Arborização de vias públicas**..Light, 2000.

OLIVEIRA, F. A.; SILVA, L.; HASSE, I.; CADORIN, D.; OLIVEIRA, K. Inventário da arborização do *campus* pato branco da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v.4, n.1, 2009

PEZZUTO, C. C. Avaliação do ambiente térmico nos espaços urbanos abertos. Estudo de caso em Campinas, SP. **Tese** (Doutorado em Arquitetura e Construção) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, 2007.

PIVETTA, K. F. L. SILVA FILHO, D. F. **Arborização urbana**. Jaboticabal: UNESP/FCAV/FUNEP, 2002.. (Boletim acadêmico; Série arborização urbana)

PREFEITURA MUNICIPAL DE ALEGRE. **Características Geográficas** <<http://alegre.es.gov.br/site/index.php/a-cidade/historia/caracteristicas-geograficas>>. Acesso em: 13 de abril de 2016.

RIO, V.; OLIVEIRA, L. **Percepção Ambiental – A experiência brasileira**. 2 ed. São Paulo: UFSCAR/Studio Nobel, 1999.

ROCHA, J.S.M.da. Manual de projetos ambientais. Santa Maria: **Imprensa Universitária**. 1997.

SAPORETTI JR, A.; MEIRA NETO, J.A.; ALMADO, R.P. 2003. Fitossociologia de cerrado sensu stricto no município de Abaeté, MG. **Revista Árvore**, v.27, n.3, 2003

SCARAMUSSA, L. Levantamento quali-quantitativo da arborização urbana e percepção dos moradores da cidade de Vargem Alta - ES. 2013. 49 f. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Monografia) – Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, 2013.

SEITZ, R. A. **A Poda de Árvores Urbanas**. Curitiba: FUPEF, 1996.

SILVA FILHO, D. F. da.; PIZETTA, P. U. C.; ALMEIDA, JB. S. A.; PIVETTA, K. F. L.; FERRAUDO, A. S. Banco de dados relacional para cadastro, avaliação e manejo da arborização em vias públicas. **Revista Árvore**, 2002.

SILVA, L. F. da. Intercepção da chuva nas espécies de Sibipiruna (*Caesalpinia pluviosa* DC.) e Tipuana (*Tipuanatipu* O. Kuntze). 61 f. **Tese de doutorado** - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2008.

SILVA, A. G., GONÇALVES, W.; PAIVA, H. N. **Avaliando a arborização urbana**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2007. 346p.

SILVA, A. G.; CARDOSO, A. L.; RAPHAEL, M. Diagnóstico quali-quantitativo da arborização viária da cidade de Jerônimo Monteiro, ES. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, 2012.

SILVA, A.G.; GONÇALVES, W.; LEITE, H.G.; SANTOS E. Comparação de três métodos de obtenção de dados para avaliação quali-quantitativa da arborização viária, em Belo Horizonte - MG. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v.1, n.1, 2006.

SPECIAN, V.; SILVA JUNIOR, U. P.; VECCHIA, F. A. S. Padrão térmico e higrométrico para dois ambientes de estudo: área urbanizada e remanescente de cerrado na cidade de Iporá-GO. **Revista Espaço & Geografia**, v. 16, n. 1, 2013.

VELASCO, G. D. N. **Potencial da arborização viária na redução do consumo de energia elétrica: definição de três áreas na cidade de São Paulo – SP**, aplicação de questionários, levantamento de fatores ambientais e estimativa de Graus-Hora de calor. 123 f. **Tese** (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2007.

VOLPE-FILIK, A.; SILVA, L. F.; LIMA, A. M. L. P. Avaliação da arborização de ruas do bairro São Dimas na cidade de Piracicaba – SP através de parâmetros qualitativos. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, 2007.

APÊNDICES

Apêndice A – Ficha de campo para realização do inventário quali-quantitativo.

[illegible]

Apêndice B – Ficha de campo para anotação das variáveis de conforto térmico.

DIA: __/__/__																
9:00h				11:00h				15:00h				17:00h				
Temperatura °C				Temperatura °C				Temperatura °C				Temperatura °C				
	Medições				Medições				Medições				Medições			
Setor	1º	2º	3º	Setor	1º	2º	3º	Setor	1º	2º	3º	Setor	1º	2º	3º	
1				1				1				1				
2				2				2				2				
3				3				3				3				
4				4				4				4				
5				5				5				5				
9:00h				11:00h				15:00h				17:00h				
Umidade %				Umidade %				Umidade %				Umidade %				
	Medições				Medições				Medições				Medições			
Setor	1º	2º	3º	Setor	1º	2º	3º	Setor	1º	2º	3º	Setor	1º	2º	3º	
1				1				1				1				
2				2				2				2				
3				3				3				3				
4				4				4				4				
5				5				5				5				