



**A arborização no bairro de Ribeira Bote/Torrada - Mindelo,
Cabo Verde: contributos para uma proposta de intervenção**

Sleidi Delfina Ramos dos Santos

*Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança para
obtenção de Grau de Mestre em Tecnologia Ambiental*

Orientado por

Professor Doutor José Castro

Professor Doutor Artur Gonçalves

Bragança

2018

DEDICATÓRIA

Dedico esta Dissertação aos meus queridos pais, Pedro dos Santos e Rosa dos Santos como forma de retribuição pelo apoio incondicional que me deram durante toda minha vida, em especial a esta fase, e por terem sonhado e junto comigo realizado mais um sonho.

Dedico-o também aos meus tios, Manuel dos Anjos, Ana dos Anjos, Manuel Cabral e Rosa Silva, pois foram os meus pilares desde o dia em que cheguei a Portugal. Sem eles, com certeza tudo teria sido mais difícil.

AGRADECIMENTOS

Como se costuma dizer “a união faz a força”, e nesta tese a união fez mesmo a diferença.

Gostaria de expressar o meu sincero OBRIGADO a todos que estiveram comigo nesta caminhada lutando para a realização da presente tese. Sendo assim, começo por manifestar o meu sincero agradecimento:

aos meus pais, Pedro e Rosa, por terem abraçado comigo este projeto e por não terem medido esforços para que eu pudesse dar continuidade aos meus estudos. Agradeço-lhes também por terem financiado a minha viagem a Cabo Verde para a realização do trabalho de campo;

ao meu namorado Lerby do Livramento pelo carinho, amor, companheirismo, parceria, apoio, compreensão, paciência, que teve comigo principalmente nos momentos mais difíceis que passei durante a realização da presente tese. Agradeço-lhe principalmente por ter-me ajudado incansavelmente no tratamento das imagens – no Software Photoshop - expostas nesta tese. A ele o meu eterno amor e gratidão;

aos meus orientadores Professor José Castro e Professor Artur Gonçalves por terem-me “apresentado” a Floresta Urbana e pela amizade e empenho com que me transmitiram todo o conhecimento para a realização desta dissertação. Agradeço-lhes principalmente pelo trabalho incomparável de orientação, fazendo sempre críticas bem construtivas que constituíram os alicerces da presente dissertação, pela compreensão, parceria, pelos conselhos e pelo carinho que tiveram sempre comigo. Agradeço-lhes, e principalmente a Deus por ter colocado pessoas como eles no meu caminho;

à Vereadora da Câmara Municipal de São Vicente Carla Monteiro por ter-me aberto as portas da Câmara em relação aos esclarecimentos sobre a Floresta Urbana da Cidade e do bairro em estudo, e por me ter deixado à vontade para futuras pesquisas;

à minha amiga Lenise Santiago Rocha, ao funcionário da Câmara Municipal de São Vicente Dinis dos Santos, ao meu antigo e eterno professor José Freitas – que de forma voluntária abraçou o meu trabalho e reforçou a minha ideia de que nesta vida temos que estender a mão a quem quer que seja sem esperar algo em troca - , e à Bióloga Carla Andrade, por terem-me ajudado no trabalho de campo em Cabo Verde de forma incansável, pois foram horas e dias de muito trabalho e empenho;

à dona Alice Soares por ter-me recebido na casa dela em São Vicente com uma hospitalidade incomparável, o que acabou por tornar o meu trabalho de campo mais leve;

ao meu amigo Pedro Delgado e ao Sr. Américo Delgado pela ajuda na obtenção das imagens de campo e pela disponibilidade apresentada;

e por fim, aos meus irmãos Sónia Santos, Sérgio Santos e João Santos, e a todos os meus restantes familiares e amigos que estiveram sempre comigo, dando sempre uma palavra de conforto para que eu pudesse seguir em frente e não desistir deste sonho.

A todos vós, o meu eterno OBRIGADO!

RESUMO

A presente dissertação aborda a importância das florestas urbanas nas cidades e os serviços dos ecossistemas que estas podem prestar ao meio urbano. Para tal, escolheu-se o bairro de Ribeira Bote/Torrada como referência para a realização do estudo, situada na cidade do Mindelo, ilha de São Vicente, Cabo Verde. O objetivo deste trabalho centra-se então, na avaliação dos serviços dos ecossistemas prestados pela floresta urbana do bairro em questão, tais como, diminuição do consumo de energia, diminuição da escorrência superficial das águas pluviais, diminuição das concentrações de dióxido de carbono na atmosfera, e aumento do valor de propriedade imobiliária, que por sua vez irá nos permitir reunir materiais importantes e essenciais para verificar se o bairro se encontra bem servido, ou não, em termos de benefícios ambientais, sociais e económicos. Para tal, utilizou-se o modelo STRATUM (Street Tree Resource Analysis Tool for Urban Forest Managers) desenvolvido pelo CUFR (Center for Urban Forest Research), para analisar e avaliar tais serviços, permitindo-nos assim, certificar se o planeamento da mesma é realizado de forma sustentável.

Visto que o modelo STRATUM foi desenvolvido com base em florestas urbanas de cidades americanas, viu-se a necessidade de escolher uma dessas cidades estudadas pelo CUFR para uma possível adaptação à realidade da cidade do Mindelo. Neste caso, é a cidade de Glendale do Estado de Arizona, a que se mostrou mais comparável, tanto a nível arbóreo como também a nível climático. Sendo assim, com o presente estudo pretende-se então adaptar os dados do bairro de Ribeira Bote/Torrada aos da cidade de Glendale.

Com o inventário, contabilizou-se 370 árvores no bairro de Ribeira Bote/Torrada, sendo a *Azadirachta Indica* (Cuxim), a *Prosopis juliflora* (Acácia Americana), *Phoenix dactylifera* (Tamareira), *Washingtonia filífera* (Palmeira-leque), *Thespesia populnea* (Bela-sombra), *Tamarindus indica* (Tamarindo), *Delonix regia* (Acácia-rubra), *Leucaena leucocéfala* (Acácia Leucema), e *Terminalia catappa* (Amendoeira) as predominantes. Dessas 370 árvores, 8% delas encontram-se localizada em praças e jardins, 29% em passeios e 63% em espaços verdes de enquadramento.

Além da avaliação do desempenho dos serviços prestados pela floresta urbana do bairro, realizou-se também neste trabalho propostas de intervenção, sendo os objetivos princi-

pais, proporcionar o aumento da cobertura arbórea, aumentar a biodiversidade em espécies incorporando novas espécies, e selecionar zonas/espços para a incorporação de árvores de acordo com o benefício pretendido para cada uma.

Palavras-chave: Floresta Urbana, Estrutura Verde, Serviços dos Ecossistemas, Modelação

ABSTRACT

This thesis addresses the importance of the urban forests in cities and their ecosystem services. For this purpose, the Ribeira Bote / Torrada neighbourhood was chosen as a case study, located in the city of Mindelo, São Vicente Island, Cape Verde. The objective of this work is to evaluate ecosystem services provided by the urban forest in this neighbourhood, such as the reduction in energy consumption, the reduction in surface rainwater runoff, the reduction of carbon dioxide concentrations in the atmosphere, and the increase real estate property value, which in turn will allow us to gather important and essential data to estimate the neighbourhood environmental, social and economic benefits of the neighbourhood green. To achieve these objectives, the STRATUM (Street Forest Resource Analysis Tool for Urban Forest Managers) model developed by CUFR (Center for Urban Forest Research) was used to analyse and evaluate such services, thus enabling us to identify the necessary planning and adjusted.

Since the model STRATUM was developed based on urban forests in the United States of America, it was necessary to choose one of the cities studied by the CUFR for a reference to the reality of the city of Mindelo. For this study, the city of Glendale, in the State of Arizona, was chosen as it was the most similar, both from a tree and from the climatic perspective. Therefore, this study tries to adapt data from city of Glendale to the neighbourhood of Ribeira Bote / Torrada (Cape Verde).

In the inventory, 370 trees were registered in the neighbourhood of Ribeira Bote / Torrada, as the *Azadirachta indica*, *Prosopis juliflora*, *Phoenix dactylifera*, *Washingtonia filifera*, *Thespesia populnea*, *Delonix regia*, *Leucaena leucocéfala*, and *Terminalia catappa* as predominant. Of these 370 trees, 8% are located in squares and gardens, 29% in and 63% in green spaces of framing.

In addition to the evaluation of services provided by the urban forest in the neighbourhood Ribeira Bote / Torrada, interventions were proposed aiming at increasing the tree cover, biodiversity in species (incorporating new species), including zones/spaces for new trees, thus increasing the overall services provided by the local urban forest.

Keywords: Urban Forest, Green Infrastructure, Ecosystem Services, Modelling

ÍNDICE GERAL

DEDICATÓRIA.....	iii
AGRADECIMENTOS	v
RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
ÍNDICE DE TABELAS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
LISTA DE ABREVIACÕES	xxi
1. INTRODUÇÃO	1
2. A FLORESTA URBANA.....	5
2.1. TIPOLOGIAS DE ESPAÇOS QUE INTREGAM A FLORESTA URBANA. 8	
2.2. OCUPAÇÃO DO SOLO PELA FLORESTA URBANA	9
2.3. BENEFÍCIOS DA FLORESTA URBANA E ÁRVORES EM ESPAÇO URBANO.....	10
2.3.1. Ambiental	10
2.3.2. Social	19
2.3.3. Estético	20
2.3.4. Económico	20
2.4. DESSERVIÇOS QUE A FLORESTA URBANA PODE TRAZER PARA AS CIDADES	22
2.4.1. Relacionados com o Ambiente	22
2.4.2. Relacionados com a Sociedade.....	23
2.4.3. Relacionados com a Saúde Pública	23
2.4.4. Relacionados com a Economia.....	24
2.4.5. Relacionados com o Paisagismo e Estética	24
2.5. SISTEMA DE SELEÇÃO E ADAPTAÇÃO DE ESPÉCIES ARBÓREAS PARA UMA CIDADE	24
2.6. CUSTO-BENEFÍCIO DAS ÁRVORES E FLORESTA URBANA	27
2.7. ESTIMATIVA DOS BENEFÍCIOS ARBÓREOS.....	27
2.7.1. Metodologia utilizada para estimar a poupança de energia elétrica e gás natural.....	28
2.7.2. Metodologia utilizada para estimar o sequestro e emissão de CO ₂	29
2.7.3. Metodologia utilizada para estimar a redução do escoamento de águas pluviais	30

2.7.4.	Metodologia utilizada para estimar o aumento do valor de propriedade imobiliária	32
2.8.	PLANEAMENTO DA FLORESTA URBANA.....	34
2.8.1.	O Património Vegetal	34
2.8.2.	A Estrutura comunitária.....	35
2.8.3.	A Administração da Floresta Urbana	36
2.9.	INDICADORES DE AVALIAÇÃO DA FLORESTA URBANA	38
2.9.1.	Estrutura	40
2.9.2.	Função	40
2.9.3.	Valor	41
2.10.	METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DA FLORESTA URBANA.....	42
2.10.1.	City Green.....	43
2.10.2.	UFORE (Urban Forest Effects)	43
2.10.3.	STRATUM (Street Tree Resource Analysis Tool for Urban Forest Managers)-	44
CAPÍTULO 3		49
3.	MATERIAL E MÉTODO.....	49
3.1.	ÁREA DE ESTUDO	49
3.2.	SITUAÇÃO DAS ÁRVORES.....	52
3.2.1.	Tipologia de localização urbana.....	53
3.2.2.	Fatores limitantes.....	54
3.3.	APLICAÇÃO DO MODELO STRATUM.....	56
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	63
4.1.	A FLORESTA URBANA DO BAIRRO RIBEIRA BOTE/TORRADA.....	63
4.2.	ANÁLISE QUANTITATIVO DAS ÁRVORES NO BAIRRO RIBEIRA BOTE/TORRADA.....	65
4.3.	ANÁLISE DAS ARBÓREAS NO BAIRRO EM RELAÇÃO AOS BENEFÍCIOS	71
4.3.1.	Diminuição do consumo de energia elétrica por ano	72
4.3.2.	Diminuição da escorrência superficial das águas pluviais por ano	76
4.3.3.	Diminuição da concentração de CO ₂ na atmosfera por ano	80
4.3.4.	Aumento do valor de propriedades por ano.....	84
4.4.	Discussão	87
5.	PROPOSTAS DE INTERVENÇÃO	91
5.1.	INTERVENÇÃO GENERALIZADA.....	91
5.1.1.	Intervenção social.....	91

5.1.2. Melhorar o Planeamento da Floresta Urbana	92
5.1.3. Aumento da cobertura arbórea	93
5.2. INTERVENÇÃO ESPECÍFICA.....	95
5.2.1. Áreas de intervenção em relação aos benefícios	96
CAPÍTULO 6	121
6. CONCLUSÃO	121
CAPÍTULO 7	125
7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	125
ANEXOS.....	133
Anexo 1 – As principais espécies de árvores no Bairro de Ribeira Bote/Torrada	133
Anexo 2 – Diagrama da metodologia utilizada	142
Anexo 3 – Resultados da estimativa dos benefícios das árvores inventariadas no bairro de Ribeira Bote/Torrada	142
Anexo 4 – Propostas para o aumento da cobertura arbórea do Bairro	154
Anexo 5 – Zonas de intervenção para cada benefício	156

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Quantidade de CO ₂ sequestrado em relação às dimensões das árvores – Fonte: McPherson & Simpson (1999) adaptado por Almeida (2006).....	13
Tabela 2 - Relação entre as características físicas urbanas e características hidrológicas – Fonte: Pauleit & Duhme (2000), adaptado por Almeida (2006).	15
Tabela 3 - Classificação das árvores em relação aos valores de emissão de COVB _s – Fonte: adaptado por Almeida, 2006.	23
Tabela 4 - Proposta da grelha de avaliação das arbóreas de arruamento proposta por Andresen (1982) – Fonte: adaptado por Almeida (2006).....	26
Tabela 5 - Espécies arbóreas existentes no bairro Ribeira Bote/Torrada	61
Tabela 6 - Quantidade de árvores existentes no bairro Ribeira Bote/Torrada – Fonte: autor	65
Tabela 7 - Serviços que cada espécie arbórea do bairro desempenha no total estimados pelo modelo STRATUM - Fonte: autor (2017).....	70
Tabela 8 - Zonas de intervenção e as respetivas espécies arbóreas que melhor contribuem para o sequestro de CO ₂ – Fonte: autor	102
Tabela 9 - Zonas de intervenção e as respetivas espécies arbóreas propostas para maximizar a diminuição da escorrência superficial das águas pluviais – Fonte: autor	106
Tabela 10 - Zonas de intervenção e as respetivas espécies arbóreas propostas para maximizar a diminuição do consumo de energia nas habitações – Fonte: autor.....	114
Tabela 11 - Zonas de intervenção e as respetivas espécies arbóreas propostas para maximizar o aumento do valor das propriedades – Fonte: autor.....	118

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Características das árvores caducas no Verão e no Inverno – Fonte: adaptado por Almeida (2006)	17
Figura 2 – Proposta do modelo de seleção de espécies botânicas para cidades – Fonte: adaptado por Almeida (2006)	25
Figura 3 – Metodologia utilizada por Hoekstra (2004) para simular a influência dos fatores que afetam a poupança de energia – Fonte: adaptado por Almeida (2006).....	28
Figura 4 – Modelo elaborado por Hoekstra (2004) para simular a melhoria da qualidade do ar através da redução de emissões de CO ₂ – Fonte: adaptado por Almeida (2006)..	30
Figura 5 – Modelo utilizado por Hoekstra (2004) para simular a redução da escorrência superficial das águas pluviais – Fonte: adaptado por Almeida (2006).....	31
Figura 6 – Modelo realizado por Hoekstra (2004) para estimar a influencia dos fatores que afetam os valores estéticos – Fonte: adaptado por Almeida (2006)	33
Figura 7 - Modelo da Floresta Urbana da cidade de Georgia – Fonte: adaptado por Rotermund (2012).	38
Figura 8 – Localização da Cidade do Mindelo na ilha de São Vicente, Cabo Verde – Fonte: autor.....	49
Figura 9 – Estruturação da Cidade do Mindelo em relação aos bairros – Cabo Verde – Fonte: autor.....	51
Figura 10 – Limite do bairro de Ribeira Bote/Torrada – Fonte: autor	52
Figura 11 – Caracterização das situações em que cada árvore se encontra implementada – Fonte: autor.....	53
Figura 12 – Classificação dos espaços arborizados no bairro – Fonte: autor.....	54
Figura 13 – Fatores limitantes ao desenvolvimento das árvores – Fonte: autor	54
Figura 14 - Caldeiras inapropriadas e solos inadequados - Fonte: Arquivo do autor (Março, 2017).....	55
Figura 15 - Podas mal efetuadas e inexistência de algumas – Fonte: Arquivo do autor (Março, 2017	55
Figura 16 - Tutores mal aplicados e maus tratos – Fonte: Arquivo do autor (Março, 2017)	56
Figura 17 - Temperatura versus Precipitação das Cidades do Mindelo, Glendale e Honolulu - Fonte: autor	57

Figura 18 – Mapa do bairro e o respetivo protocolo de recolha de dados utilizado no inventário – Fonte: autor	58
Figura 19 – Introdução de dados no simulador i-tree Calculator – Fonte: National Tree Benefit Calculator.....	60
Figura 20 – Resultados da simulação – Fonte: National Tree Benefit Calculator	60
Figura 21 – Estrutura da Floresta Urbana no bairro Ribeira Bote, Mindelo, Cabo Verde - Fonte: autor	64
Figura 22 - Percentagem de famílias arbóreas existentes no bairro R° Bote/Torrada - Fonte: autor (2017)	67
Figura 23 - Percentagem de género arbóreo existente no bairro R° Bote/Torrada.....	68
Figura 24 - Percentagem de espécies arbóreas existentes no bairro R° Bote/Torrada ..	69
Figura 25 – Estimativa da capacidade das espécies em diminuir o consumo de energia por ano para a tipologia de ocupação do solo residências unifamiliares – Fonte: autor	73
Figura 26 – Estimativa da capacidade das espécies em diminuir o consumo de energia para a tipologia de ocupação do solo residências plurifamiliares – Fonte: autor.....	73
Figura 27 – Estimativa da capacidade das espécies em diminuir o consumo de energia para a tipologia de ocupação do solo lojas – Fonte: autor.....	74
Figura 28 – Estimativa da capacidade das espécies em diminuir o consumo de energia para a tipologia de ocupação do solo superfície comercial – Fonte: autor.....	75
Figura 29 – Estimativa da capacidade das espécies em diminuir o consumo de energia para a tipologia de ocupação do solo parque/jardim – Fonte: autor.....	75
Figura 30 – Estimativa da capacidade das espécies em diminuir a escorrência superficial das águas pluviais para a tipologia de ocupação do solo residências unifamiliares – Fonte: autor.....	77
Figura 31 – Estimativa da capacidade das espécies em diminuir a escorrência superficial das águas pluviais para a tipologia de ocupação do solo residências plurifamiliares – Fonte: autor.....	77
Figura 32 – Estimativa da capacidade das espécies em diminuir a escorrência superficial das águas pluviais para a tipologia de ocupação do solo lojas – Fonte: autor.....	78
Figura 33 – Estimativa da capacidade das espécies em diminuir a escorrência superficial das águas pluviais para a tipologia de ocupação do solo superfície comercial – Fonte: autor.....	79

Figura 34 – Estimativa da capacidade das espécies em diminuir a escorrência superficial das águas pluviais para a tipologia de ocupação do solo parque/jardim – Fonte: autor.	79
Figura 35 – Estimativa da capacidade das espécies em diminuir a concentração de CO ₂ na atmosfera para a tipologia de ocupação do solo residências unifamiliares – Fonte: autor	81
Figura 36 – Estimativa da capacidade das espécies em diminuir a concentração de CO ₂ na atmosfera para a tipologia de ocupação do solo residências plurifamiliares – Fonte: autor	81
Figura 37 – Estimativa da capacidade das espécies em diminuir a concentração de CO ₂ na atmosfera para a tipologia de ocupação do solo lojas – Fonte: autor	82
Figura 38 – Estimativa da capacidade das espécies em diminuir a concentração de CO ₂ na atmosfera para a tipologia de ocupação do solo superfície comercial – Fonte: autor	83
Figura 39 - Estimativa da capacidade das espécies em diminuir a concentração de CO ₂ na atmosfera para a tipologia de ocupação do solo parque/jardim – Fonte: autor	83
Figura 40 – Estimativa da capacidade das espécies em aumentar o valor de propriedade para a tipologia de ocupação do solo residências unifamiliares – Fonte: autor	84
Figura 41 – Estimativa da capacidade das espécies em aumentar o valor de propriedade para a tipologia de ocupação do solo residências plurifamiliares – Fonte: autor	85
Figura 42 – Estimativa da capacidade das espécies em aumentar o valor de propriedade para a tipologia de ocupação do solo lojas – Fonte: autor	86
Figura 43 – Estimativa da capacidade das espécies em aumentar o valor de propriedade para a tipologia de ocupação do solo superfície comercial – Fonte: autor	86
Figura 44 – Estimativa da capacidade das espécies em aumentar o valor de propriedade para a tipologia de ocupação do solo parque/jardim – Fonte: autor	87
Figura 45 – Avenida 12 de Setembro – Fonte: autor (Março, 2017)	97
Figura 46 – Avenida Cidade Invicta – Fonte: autor (Março, 2017)	98
Figura 47 – Avenida Capitão Ambrósio – Fonte: autor (Março, 2017)	99
Figura 48 – Rua Teodoro Gomes – Fonte: autor (Março, 2017)	100
Figura 49 – Rua Jonas Wanon – Fonte: autor (Março, 2017)	101
Figura 50 – Rua Domingos Ramos – Fonte: autor (Março, 2017)	102
Figura 51 – Estimativa da capacidade das novas espécies propostas em sequestrar CO ₂ da atmosfera – Fonte: autor	104

Figura 52 - Estimativa da capacidade das novas espécies propostas em diminuir a escorrência superficial – Fonte: autor.....	106
Figura 53 - Rua 9 do Bairro Ribeira Bote/Torrada – Fonte: autor (Março, 2017).....	108
Figura 54 - Rua 10 do Bairro Ribeira Bote/Torrada (Março, 2017)	109
Figura 55 – Rua 10 – Fonte: autor (Março, 2017).....	109
Figura 56 - Ponto X – Fonte: autor (Março, 2017).....	110
Figura 57 - Rua do Polivalente Ribeira Bote (Março, 2017)	110
Figura 58 - Rua Conakry (Março, 2017)	111
Figura 59 - Rua Padre Filipe Pereira (Março, 2017)	111
Figura 60 - Ponto XXVI – Fonte: autor (Março, 2017)	112
Figura 61 – Rua São João Bosco (Ponto XVIB) – Fonte: autor (Março, 2017).....	112
Figura 62 - Rua São João Bosco (Ponto XVIB) – Fonte: autor (Março, 2017)	113
Figura 63 – Ponto XI – Fonte: autor (Março, 2017).....	113
Figura 64 - Estimativa da capacidade das espécies propostas em diminuir o consumo de energia para arrefecimento – Fonte: autor	114
Figura 65 - Rua 7 – Fonte: autor (Março, 2017)	116
Figura 66 - Rua Celso Silva Leão – Fonte: autor (Março, 2017).....	116
Figura 67 - Rua Ponto VIII– Fonte: autor (Março, 2017)	117
Figura 68 - Rua do Sol – Fonte: autor (Março, 2017).....	117
Figura 69 – Rua São João Bosco (Ponto XVI) – Fonte: autor (Março, 2017)	118
Figura 70 – Rua São João Bosco (Ponto XVIA) – Fonte: autor (Março, 2017)	118
Figura 71 - Estimativa da capacidade das espécies propostas em aumentar o valor de propriedade– Fonte: autor.....	119

LISTA DE ABREVIACÕES

CO₂ – Dióxido de Carbono

COVBs – Compostos Orgânicos Voláteis Biogénicos

CUFR – Center for Urban Forest Research

DAP – Diâmetro à Altura do Peito

FAO – Food and Agriculture Organization

INE – Instituto Nacional de Estatística

INGT – Instituto Nacional de Gestão do Território

PAP – Perímetro à Altura do Peito

SIG – Sistema de Informação Geográfica

STRATUM – Street Tree Resource Analysis Toll for Urban Forest Managers

UFORE – Urban Forest Effects

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO

Cabo Verde é um país de origem vulcânica constituído por 10 ilhas divididas em dois grupos – Barlavento e Sotavento - das quais nove são habitadas, e por 13 ilhéus desabitados. O primeiro grupo das ilhas - Barlavento - encontra-se localizada a norte do arquipélago, sendo elas, Santo Antão, São Vicente, Santa Luzia, São Nicolau, Sal e Boavista, e o segundo grupo – Sotavento - a sul do arquipélago, sendo elas, Maio, Santiago, Fogo e Brava. O arquipélago de Cabo Verde se encontra localizado no oceano Atlântico, aproximadamente a 455km da costa ocidental do continente Africano, entre o Equador e o Trópico de Câncer. Foi descoberto por expedições comandadas por três portugueses, Alvise Cadamosto, Diogo Afonso, Diogo Gomes e por um italiano, António da Noli, em 1460 e conquistou a sua independência no dia 5 de julho de 1975 (Medina, 2009).

O clima varia de árido a semiárido devido à sua localização na zona subsaheliana. O país possui uma área territorial aproximadamente de 4033 km², sendo a ilha de Santiago (992 km²) a maior do arquipélago em termos de área, e a ilha de Santa Luzia (34 km²) a menor (INGT¹ Cabo Verde). Atualmente a população residente no país é de 500000 habitantes e na diáspora 1000000 habitantes, conforme os dados disponibilizados pela INE de Cabo Verde contabilizado no CENSO 2010 (INE Cabo Verde).

Cabo Verde é um país bastante diversificado em termos paisagístico. Nas ilhas São Vicente, Santa Luzia, Sal, Boavista e Maio, podemos encontrar paisagens com pouca vegetação, pouco relevo, e muitas áreas com praias, dunas e desertos de areia. Devido a essas características, o principal atrativo dessas ilhas recaí sob as praias, que por sua vez, contribuem para o desenvolvimento do turismo sol e mar. Já as outras ilhas, Santo Antão, São Nicolau, Santiago, Fogo e Brava, são consideradas montanhosas, o que lhes permite melhores condições para a prática da agricultura, e conseqüentemente a um índice maior da vegetação. Nas ilhas montanhosas podemos encontrar vários parques naturais, entre outras características típicas de regiões montanhosas, favorecendo assim o desenvolvimento do turismo rural.

¹ INGT – Instituto Nacional de Gestão do Território

Com a deslocação da população das zonas rurais para as zonas urbanas e a consequente expansão destas, as paisagens naturais, a temperatura, a chuva e o vento, acabaram por sofrer alterações negativas em relação a das zonas rurais. A expansão urbana resulta então, em muitos casos, na escassez e na destruição dos ecossistemas naturais nas áreas periurbanas, devido ao uso insustentável de solos e da má gestão de planeamento urbano. Devido a esses impactes, os ecossistemas acabam por se tornar cada vez mais vulneráveis a perturbações, principalmente às perturbações derivados das alterações climáticas (FAO, 2016).

Os responsáveis municipais e nacionais da área do Ordenamento do Território enfrentam grandes desafios relacionados com a gestão de ambientes urbanos, tais como, a segurança alimentar, água potável, ar puro, energia, habitações, espaços verdes e uso de solos, indispensável para garantir que suas cidades sejam economicamente, socialmente e ambientalmente sustentáveis, resilientes e capazes de fornecer serviços ecossistémicos necessários aos seus cidadãos para uma boa qualidade de vida. No entanto, muitos dos responsáveis municipais e nacionais da área do Ordenamento do Território desconhecem os benefícios económicos, sociais e ambientais cruciais que as florestas urbanas podem oferecer, atribuindo assim, baixa prioridade à floresta urbana e alta prioridade a áreas cívicas, tais como a saúde e segurança (FAO,2016).

A nível de paisagem urbana, as árvores são consideradas uma peça chave, pois para além de cooperarem com vários benefícios socioeconómicos, contribuem também para alterações no ambiente químico e físico de uma cidade através das suas funções biológicas e da sua massa física. Pode-se dizer que o ambiente físico de uma cidade foi modificado pelas árvores quando o microclima é moderado, a qualidade do ar é melhorada, o escoamento das águas das chuvas encontra-se interferido, o ruído urbano é reduzido, e o consumo de energia quer no arrefecimento quer no aquecimento dos edifícios também é diminuído. A presença de árvores numa cidade pode ainda contribuir para a valorização económica dos edifícios urbanos, quando estas são apreciadas/estimadas pelos cidadãos, contribuindo desta forma para o incremento da taxa de receita pública da propriedade municipal. Posto isto, pode-se também acrescentar que a estrutura arbórea numa cidade pode ainda contribuir para a biodiversidade (Almeida, 2006).

Contudo, o efeito que cada árvore pode proporcionar às cidades dependem da espécie arbórea selecionada e do cuidado com que são plantadas e mantidas, ou seja, é importante

saber quais as espécies que maiores efeitos positivos trazem para a cidade, sendo essencial a realização de medidas de proteção de modo a que esses efeitos sejam sentidos da melhor forma possível. Para que os benefícios das árvores urbanas sejam maximizados, é necessário compreender de que forma o planeamento e a gestão afetam os seus benefícios e custos (Almeida, 2006)

Conforme Dwyer *et al.* (2003), é necessário ter em mente e compreender que as árvores representam um material vivo de crescimento lento, com diferentes níveis de comportamento ao longo dos anos e das estações e que se localizam num espaço urbano em constante mudança e desenvolvimento. Para tal, torna-se imprescindível gerir de forma sustentável e aberta o património arbóreo, de modo que esta consiga responder à complexidade e dinâmica dos elementos (ambientais, biológicos e artificiais) e atender às necessidades arquitetónicas da zona urbana e à qualidade de vida do ser humano.

Esta dissertação tem como principal objetivo, analisar e avaliar a floresta urbana do bairro Ribeira Bote/Torrada em termos de benefícios ambientais e económicos que estas podem proporcionar, assim como também em termos de estrutura – quantidade, tamanho, distribuição e composição das árvores -, ou seja, pretende-se com esta Dissertação estudar os benefícios que a floresta urbana pode proporcionar ao bairro e ainda, criar estratégias para a maximização desses benefícios. Uma das estratégias a realizar centra-se no aumento da cobertura arbórea e da biodiversidade de espécies no bairro. Com a concretização deste estudo pretende-se ainda atualizar a base de dados para um melhor planeamento da floresta urbana do bairro e para a realização de futuros estudos.

Sendo assim, esta Dissertação encontra-se dividida em sete capítulos. O Capítulo 1, como se pode verificar, faz-se uma pequena introdução ao tema florestas urbanas e à área em estudo. No Capítulo 2 apresenta-se uma revisão bibliográfica sobre a definição de florestas urbanas e da sua importância, da importância do planeamento para a sustentabilidade de uma floresta urbana e dos respetivos indicadores de avaliação, dos sistemas de seleção e adaptação de espécies arbóreas numa cidade e dos respetivos cuidados a se ter na implementação das espécies, dos modelos utilizados para avaliar o desempenho dos serviços prestados pela floresta urbana, e por fim, uma revisão explicando de forma bem resumida, de como os benefícios proporcionados pelas árvores podem ser estimados. Já no Capítulo 3, apresenta-se a área de estudo, descrevem-se as características físicas do bairro e da sua estrutura arbórea, assim como as principais espécies inventariadas e a situação das árvores

(situação de plantação, localização urbana e fatores limitantes ao desenvolvimento). Ainda neste mesmo capítulo, apresenta-se a metodologia de aplicação do modelo STRATUM à realidade do bairro e todo o procedimento adotado para a recolha e tratamento dos dados do inventário. Relativamente ao Capítulo 4, neste faz-se uma avaliação dos serviços ambientais prestados pelo arvoredo do bairro e discute-se os resultados, onde o principal intuito é perceber a relevância de alguns dos serviços dos ecossistemas prestados no interior do bairro. Ainda no mesmo Capítulo, faz-se uma discussão final comparando todos os resultados obtidos para os quatro benefícios estudados nesta Dissertação. No Capítulo 5 apresentam-se as propostas de intervenção para o bairro, visando melhorar a estrutura arbórea, a qualidade ambiental, social e económica do bairro, e faz-se uma discussão sobre os planos propostos. No Capítulo 6, apresentam-se as conclusões do trabalho e apresentando-se recomendações para futuros estudos. Por fim, o Capítulo 7, apresentam-se as referências bibliográficas desta Dissertação.

CAPÍTULO 2

2. A FLORESTA URBANA

Segundo Konijnendijk (2003), o conceito de floresta urbana teve a sua origem na América do Norte nos anos 60 onde o objetivo primordial era criar abordagens relacionadas com a gestão dos recursos naturais em ambientes urbanos. Pretendia-se com este conceito, a realização de planeamento e manutenção dos elementos arbóreos existentes na cidade, o que acabou por gerar uma certa resistência inicial por parte de arboricultores, silvicultores e arquitetos paisagistas, em relação à realização de planeamento e manutenção de uma floresta urbana, tanto na América do Norte – anos 60 - como na Europa – anos 90. Na verdade, esses profissionais não eram contra a realização de planeamento de Florestas urbanas, mas sim, contra a realização da prática de podas radicais utilizadas nos planeamentos. Este mesmo autor acrescentou que após essa resistência inicial, a importância do planeamento e manutenção das florestas urbanas foi reconhecida, sendo que na Europa começaram a surgir após esse reconhecimento, equipas de investigação, programas e formações de ensino superior para implementar esta área.

A definição de floresta urbana gerou algumas discordâncias, pois alguns autores defendiam que as árvores e as florestas nas cidades são componentes distintos, já outros acreditavam que estas deveriam ser tratadas e entendidas como componentes iguais. Para Miller (1997), o termo floresta urbana representa toda a vegetação arbórea - inclusive a vegetação associada ao arvoredo - existente dentro das cidades e ao redor da mesma, em diferentes tipos de ocupação do solo urbano. Já Milano (1994), apud Magalhães (2006), defende que a floresta urbana se define como um conjunto de terras públicas e privadas com predominância vegetal arbórea numa cidade.

O termo florestas urbanas refere-se a todas as redes ou sistemas que englobam todas as florestas, grupos de árvores, e árvores individuais encontradas em zonas urbanas e periurbanas. Pode ser incluída nesses sistemas/redes, florestas, árvores de rua, árvores em parques e jardins, e árvores localizadas em espaços vazios/abandonados, onde a presença destas podem proporcionar a ligação de áreas rurais e urbanas que por sua vez contribuem para uma melhor qualidade ambiental de uma cidade (FAO, 2016).

Konijnendijk (2005: 174), também descreveu a definição de floresta urbana, sendo a dele, a que reuniu maior consenso ao dizer que:

“the art, science and technology of managing trees and forest resources in and around urban community ecosystems for the physiological, sociological, economic, and aesthetic benefits trees provide society²”.

De acordo com esta definição, percebe-se que a floresta urbana não se resume apenas a um conjunto de árvores nas cidades, mas sim, como um componente importante para a sociedade e para a natureza devido aos diversos benefícios que este proporciona a uma cidade.

Sudipto *et al.* (2012), apontam a rápida e não controlada expansão urbana, como um fator negativo para os ecossistemas naturais e para o ambiente das áreas urbanas, e acrescentam que a presença arbórea nas áreas urbanas pode minimizar os impactes.

Almeida (2006), aponta quatro fatores que podem ser considerados como justificativa para a relevância da arborização urbana, sendo eles:

- Aumento do interesse de grupos com preocupações relacionadas com o ambiente e paisagismo;
- Impactes relevantes e evidentes da qualidade da paisagem urbana devido à preferência do Betão em espaços vazios, quintais e avenidas e do constante crescimento da poluição sonora e atmosférica;
- Decréscimo da área ocupada pela floresta urbana em consequência da crescente ocupação pela população urbana;
- Melhoria da qualidade de vida e do aumento do tempo livre, fazendo com que os cidadãos exigem cada vez mais espaços de bem-estar e qualidade de vida que os espaços verdes podem proporcionar ao meio urbano.

Uma vez que dentro da floresta urbana se encontram enquadradas diversas tipologias de ocupação do solo urbano pela vegetação, muitos acabam por confundir o termo Área/Espaço Verde com Arborização Urbana. Lima *et al.* (1994: 548), apresentaram as seguintes definições como forma de diferenciar esses dois termos.

² “a arte, a ciência e a tecnologia de gestão das árvores e dos recursos florestais dentro e ao redor dos ecossistemas urbanos para os benefícios fisiológicos, sociológicos, económicos e estéticos que as árvores proporcionam à sociedade” (Konijnendijk, 2005)

“**Área/Espaço Verde:** onde há o predomínio de vegetação arbórea; engloba as praças, os jardins públicos e os parques urbanos. Os canteiros centrais e trevos de vias públicas, que têm apenas funções estéticas e ecológicas, devem também conceituar-se como Área Verde. Entretanto, as árvores que acompanham o leito das vias públicas não devem ser consideradas como tal.”

“**Arborização Urbana:** diz respeito aos elementos vegetais de porte arbóreo, dentro da urbe, tais como árvores e outras. Nesse enfoque, as árvores plantadas em calçadas fazem parte da Arborização urbana, porém não integram o sistema de Áreas/Espaços Verdes.”

Uma outra situação que vem causando muita discórdia e desentendimento é a definição do termo **Infraestrutura Verde**. Muitos autores procuraram defini-la, mas a definição mais popular foi a descrita por um grupo de trabalhadores formado por ONG The Conservation Found, Agência Nacional do Serviço Florestal Americana, e por organizações conservacionistas, em agosto de 1999, em que definem Infraestrutura Verde como:

“Green infrastructure is our nation’s natural life support system – an interconnected network of waterways, wetlands, woodlands, wildlife habitats, and other natural areas; greenways, park and other conservation lands; working farms, ranches and forests; and wilderness and other open spaces that support native species, maintain natural ecological processes, sustain air and water resources and contribute to the health and quality of life for America’s communities and people³.” (Benedict & McMahon, 2001: 6)

Na concepção de Benedict & McMahon (2001), a infraestrutura verde se resume a:

“an interconnected network of green space that conserves natural ecosystem values and functions and provides associated benefits to human populations⁴.” (Benedict & McMahon, 2001: 5)

³ “A infraestrutura verde é o sistema natural de suporte à vida da nossa nação - uma rede interconectada de cursos de água, zonas húmidas, florestas, habitats de vida selvagem e outras áreas naturais; vias verdes, parques e outras terras de conservação; quintas de trabalho, quintas e florestas; e deserto e outros espaços abertos que sustentam espécies nativas, mantêm processos ecológicos naturais, sustentam recursos aéreos e hídricos e contribuem para a saúde e a qualidade de vida das comunidades e pessoas da América” (Lima *et al.*, 1994)

⁴ “uma rede interconectada de espaços verdes que conserva os valores e funções do ecossistema natural e fornece benefícios associados às populações humanas” (Lima *et al.*, 1994)

Estes mesmos autores consideram como componentes da infraestrutura verde, as áreas de conservação, áreas naturais e os espaços abertos interligadas em rede.

Segundo Rotermund (2012), existe uma relação direta entre a infraestrutura verde e floresta urbana, pois a floresta urbana encontra-se inserida dentro da infraestrutura verde. Para este mesmo autor, dentro da infraestrutura verde de uma cidade encontra-se incluída para além da floresta urbana, rios, lagos, e espaços vegetados, ou não, que exerçam funções ambientais. Com isto se percebe que ao falarmos de planeamento ou desenho da infraestrutura verde estaremos também falando de planeamento e desenho da floresta urbana e vice-versa. Como exemplo, este autor cita a seguinte situação: se o plano for a inserção de arbóreas numa cidade, deve-se levar em consideração o espaço necessário para o desenvolvimento da espécie arbórea, a qualidade e quantidade necessária de solo, e as respectivas características das espécies.

Neste trabalho a floresta urbana será tratada como um conjunto de todas as árvores existentes no bairro, tanto em áreas verdes, espaços abandonados, vias públicas, espaços privados ou públicos, que contribuem para uma melhor qualidade ambiental.

2.1. TIPOLOGIAS DE ESPAÇOS QUE INTREGAM A FLORESTA URBANA

Sá (2013) defende que ao definirmos as tipologias de espaços que integram a arborização urbana, tornar-se-á muito mais fácil a identificação dos usos e funções adequadas a cada espaço arborizado, pois a definição é essencial para que se possa identificar tais funções e aproveitar a máxima potencialidade que estas podem oferecer a uma cidade. Já Pereira (2011), afirma que definir tipologias distintas para os espaços arborizados urbanos é complicado pois não se deve associar de forma imediata uma função ou forma a cada espaço, uma vez que estas apresentam diversas formas e assumem características, dimensões, usos e funções diferenciadas que dificultam assim a sua classificação. Normalmente, costuma-se classificar as tipologias de espaço, consoante a área de estudo, história e características estruturais e funcionais de uma cidade. Sá (2013) acrescenta ainda que normalmente esses espaços são classificados de acordo com especificidades abióticas, bióticas e culturais de cada cidade ou então, de acordo com os objetivos específicos de planeamento e gestão de espaços arborizados urbanos inclusos num trabalho a ser desenvolvido. Aponta também que a classificação dos espaços arborizados se tem feito ao longo dos tempos a partir de:

- I. Critérios associados com funções sociais desempenhadas pelos espaços arborizados urbanos;
- II. Critérios relacionados com propriedades que se encontram associados ao acesso e gestão desses espaços;
- III. Critérios relacionados com a área de influência ou escala.

Segundo Castro (2015), os espaços arborizados podem ser agrupados nas seguintes tipologias:

- Parques Urbanos;
- Jardins Públicos/Privados e Recreio/Repouso;
- Proteção e enquadramento;
- Arruamentos;
- Espaços livres/abandonados.

2.2. OCUPAÇÃO DO SOLO PELA FLORESTA URBANA

A definição de floresta urbana e silvicultura descrita por Miller (1997) mostra-nos de forma clara que a floresta urbana abrange muito mais do que apenas silvicultura dentro ou próxima de áreas urbanas. Acrescenta ainda que a densidade da floresta urbana altera o seu estado conforme a ocupação do solo. Com isto, este mesmo autor relata que a ocupação do solo de dentro para fora/arredores da cidade pode ser dividida em quatro zonas:

- I. Urbana – caracterizada pela área comercial, escritórios, antigas indústrias, e zonas residenciais de elevada a média densidade. Na maioria das vezes, apresenta poucos indivíduos arbóreos sendo a maioria antiga, e poucas áreas dedicadas aos parques e jardins;
- II. Suburbana – apresenta baixa densidade residencial, amplas áreas comerciais e industriais, e densas redes viárias. Normalmente nesta zona costuma-se verificar uma percentagem maior de áreas dedicadas a jardins, parques e outras áreas verdes, e com vegetação mais recentemente plantada;
- III. Periurbana – representa a interface entre a área suburbana com a rural, onde normalmente se encontra quintas de recreio, áreas residuais de agricultura e florestais, e por fim, terrenos baldios;
- IV. Rural – encontra-se áreas florestais, quintas e terrenos de grandes dimensões.

2.3. BENEFÍCIOS DA FLORESTA URBANA E ÁRVORES EM ESPAÇO URBANO

A presença arbórea e ou floresta urbana numa cidade podem proporcionar vários benefícios para a sociedade caso houver um devido planeamento, desenho e gestão das mesmas. As florestas urbanas e árvores conseguem minimizar muitos dos impactes ambientais causados pelo crescimento urbano, tais como, impactes relacionados com a qualidade do ar, microclima, emissões de CO₂ entre outros (Almeida, 2006).

Muitos estudos foram realizados com o intuito de identificar e quantificar os principais benefícios que a floresta urbana poderia proporcionar ao ambiente, à economia e à sociedade. Sudipto *et al.* (2012), realizaram um estudo sobre os benefícios que as arbóreas e florestas urbanas poderiam oferecer ao centro urbano, quantificando-os e identificando-os da seguinte forma: Ambiental; Social; Estético e Económico.

2.3.1. Ambiental

2.3.1.1. Qualidade do Ar

A poluição atmosférica causada pelas atividades humana não é considerada um problema ambiental contemporâneo. Este problema vem-se verificando desde a época da revolução industrial (Chaparro & Terrasdas, 2009). Segundo ICTA (2002) o aumento dos poluentes produzidos, devem-se do aumento da produção de energia, atividades industriais e uso de combustíveis fósseis. As fontes de poluição atmosférica são as mais variáveis possíveis, podendo citar como exemplo, os transportes, a indústria, a produção de energia elétrica, aquecimentos domésticos e a incineração de resíduos sólidos urbanos. Para além de afetar a saúde humana, os poluentes atmosféricos também afetam a saúde da vegetação e dos animais, reduzem a visibilidade e a radiação solar e ainda, afetam o clima (McPherson & Simpson, 1999).

De acordo com Chaparro & Terrasdas (2009), muitos estudos foram realizados com o intuito de mostrar que a qualidade do ar a nível local e regional pode ser melhorada através da vegetação urbana, ao capturarem grande parte dos poluentes atmosféricos. Maco *et al.* (2003), afirmam que a melhoria da qualidade do ar através das árvores e florestas urbanas é realizada de cinco formas diferentes: **a)** capturando os poluentes gasosos através da superfície das folhas; **b)** interceptando as partículas, tais como fumo, cinza, pó e pólen; **c)** diminuindo as emissões resultantes da produção de energia ao proporcionarem

aos edifícios um menor consumo de energia para aquecimento e arrefecimento; **d)** libertando oxigénio e sequestrando CO₂ através do processo de fotossíntese; **e)** diminuindo a temperatura do ar local ao transpirarem água e ao oferecerem sombra às superfícies, sendo esta diminuição da temperatura do ar benéfica para a redução das concentrações de ozono. Já Nowak (2001), acredita que uma das principais formas em que as árvores conseguem remover os poluentes do ar é através dos estomas das folhas. Ele explica esta afirmação ressaltando que os poluentes ao entrarem para o interior da folha, os gases difundem-se para espaços intercelulares, onde estes podem ser posteriormente absorvidos através de membranas muito finas de água, formando ácidos ou reagindo com as superfícies do interior da folha. Tyrväinen *et al.* (2005) salientam que essas funções são realizadas com melhor sucesso quando mais próxima as árvores se encontrarem da fonte emissora, ou então, quando estas se encontrarem organizadas em grupos ou em alinhamento. No entanto, essa capacidade, segundo ICTA (2002), depende da espécie arbórea, da disponibilidade da água, nutrientes e da capacidade de exposição a determinados poluentes, pois os poluentes atmosféricos podem contribuir para o não crescimento dos rebentos e do seu desenvolvimento em geral.

Nowak (2001) realizou em 1994 um estudo para três cidades nos EUA (Nova Iorque, Atlanta e Baltimore) onde estimou a remoção total de poluentes pelas árvores num período sem precipitação através de uma simulação num programa de computador denominado de *Urban Forest Effects*. Para a cidade de Nova Iorque, considerou uma área de superfície terrestre de 800 Km² e com 16,6% de cobertura arbórea, onde foram removidos 13,7 gramas de poluentes por metro quadrados de copa. Relativamente à cidade de Atlanta, considerou-se uma área terrestre de 341 Km² e 32,9% de cobertura arbórea, onde foram removidos 10,6 g/m². Para a cidade de Baltimore, foi considerado uma área terrestre de 209 Km² e 18,9% de cobertura arbórea, sendo que foram removidos 12,2 g/m². Entretanto, a quantidade de poluentes removidos pelas árvores varia de cidade para cidade, pois existe uma variedade de condicionantes que se alteram, tais como: nível de poluição; tipo de espécies arbóreas, entre outros.

Sendo assim, torna-se essencial e de extrema importância a realização de estudos prévios sobre a resistência das árvores em relação aos poluentes atmosféricos, antes destas serem implantadas numa cidade, ou então, a realização de avaliações do atual estado das árvores numa cidade em função da poluição do ar de modo a perceber se as espécies arbóreas

dessa cidade são as mais adequadas para a função de melhorar a qualidade do ar. Além disso, convém avaliar também a capacidade de absorção de poluentes.

2.3.1.2. Gases efeito de estufa

Devido à excessiva utilização de combustíveis fósseis e do aumento dos padrões de consumo da população das zonas urbanas, a quantidade de dióxido de carbono (CO₂), e de outros gases efeito estufa – tais como o metano (CH₄), ozono troposférico (O₃), entre outros - emitidos para a atmosfera também aumentaram, provocando desta forma o aumento da temperatura do ar a nível mundial (GIECC, 2007). Como forma de amenizar esta problemática, surgem algumas medidas de mitigação, onde as florestas urbanas são consideradas uma delas (Chaparro & Terrasdas, 2009). Estes autores destacam, afirmando que as florestas urbanas e árvores conseguem diminuir as concentrações de dióxido de carbono atmosférico através do processo de crescimento, onde o capturam e o armazenam⁵ na sua biomassa sob a forma de carbono (C). Acrescentam ainda que a quantidade de CO₂ armazenado é proporcional à biomassa da árvore, e que a biomassa depende da cobertura de copa, densidade da arbórea e do diâmetro de tronco.

O armazenamento do CO₂ para além de depender do crescimento da árvore, depende ainda da longevidade da mesma que, por sua vez, depende da composição de espécies e da idade das árvores. Quanto mais rápido for o desenvolvimento/crescimento de uma árvore, maior será a quantidade de CO₂ absorvido inicialmente, embora essa vantagem pode ser perdida caso as árvores de rápido crescimento tenham uma curta expectativa de vida (Chaparro & Terrasdas, 2009). Estes mesmos autores ressaltam também que a sobrevivência das árvores urbanas, assim como a poda, são fatores importantes a serem considerados, pois caso não houver condições favoráveis para a adaptabilidade e sobrevivência das árvores nos primeiros anos, haverá uma grande perda das mesmas e consequentemente um aumento de CO₂ na atmosfera, pois através da decomposição das árvores, grande parte do CO₂ que tinha sido capturado, é libertado para a atmosfera. Portanto, é imprescindível o conhecimento das características e das necessidades das árvores em relação ao crescimento e tamanho, de modo que seja possível minimizar a necessidade de corte e assim reduzir a libertação de carbono para a atmosfera.

⁵ O Armazenamento do carbono pelas árvores acontece através do processo em que o CO₂ entra nas folhas através dos estômatos, mistura-se com a água e transforma-se em celulose e outros materiais (Chaparro & Terrasdas, 2009).

McPherson & Simpson (1999) elaboraram um estudo onde o principal objetivo era estimar o valor da captura de CO₂ para dois tipos de árvores – uma de folha de regime caduco e outra de regime persistente - com alturas⁶ diferentes (Tabela 1). Considerou-se ainda para o estudo, três regiões distintas nos EUA: região Norte – Nordeste, Meio Oeste e Montanhas de Oeste – região Central – Meio Atlântico e Centro Sul – e por último, a região Sul – Seattle até Los Angeles, oeste de Phoenix e Charleston, centro sul até Miami, Houston, Dallas no Sul -. Com esse estudo, importava saber quantos hectares de área verde e superfície foliar seria necessário para capturar quantidades consideráveis de CO₂ da atmosfera por ano, de modo a amenizar ou fazer equivaler às quantidades emitidas pela população por ano.

Tabela 1 – Quantidade de CO₂ sequestrado em relação às dimensões das árvores – Fonte: McPherson & Simpson (1999) adaptado por Almeida (2006)

Região de crescimento/tipo de árvore	DAP (cm)	Altura (m)	CO₂ retirado (Kg ano⁻¹)
Região Norte			
Grande – Caduca	27,5	12,1	42,9
Média – Caduca	24,0	9,0	26,4
Pequena – Caduca	13,7	5,3	5,5
Grande – Persistente	20,6	9,5	22,0
Média - Persistente	14,1	6,1	7,3
Pequena - Persistente	4,5	3,0	1,1
Região Centro			
Grande – Caduca	42,5	15,4	132,8
Média – Caduca	34,3	10,9	66,8
Pequena – Caduca	20,2	6,8	15,3
Grande – Persistente	43,4	15,1	109,3
Média - Persistente	34,4	10,5	47,1
Pequena - Persistente	17,7	5,9	12,6
Região Sul			
Grande – Caduca	57,5	18,7	294,7
Média – Caduca	44,6	12,8	133,7
Pequena – Caduca	26,6	8,3	32,3
Grande – Persistente	66,1	20,8	302,8
Média - Persistente	54,6	14,9	147,0
Pequena - Persistente	30,9	8,7	46,6

⁶ Foram considerados árvores grandes aquelas com tamanho superior a 15 metros de altura, médias de 10-15 metros e pequenas inferiores a 10 metros (McPherson & Simpson, 1999).

Percebeu-se com o estudo, que é de extrema importância avaliar a quantidade de CO₂ libertado pelas árvores devido à decomposição da biomassa da madeira, assim como a quantidade libertada devido à poda das mesmas, verificando posteriormente se a quantidade de CO₂ sequestrada é superior ou inferior à quantidade libertada durante o ano. Para tal, convém escolher as espécies arbóreas com longa longevidade evitando assim que estas sejam removidas prematuramente, pois esta promove a libertação do carbono armazenado.

2.3.1.3. Hidrologia Urbana

Quando chove, os poluentes acumulados no solo em que grande parte deriva dos veículos (óleo de motor e gasolina), são arrastados pelos cursos de água e acabam por contaminar desta forma o ciclo hidrológico urbano. Por outro lado, quanto maior for a superfície impermeável, maior será a velocidade e o respetivo volume de água poluída. Com isto, os ecossistemas podem sofrer grandes danos, pois os poluentes podem acumular nos sedimentos afetando a flora e a fauna, e o grande volume e velocidade da água pode aumentar a erosão (ICLEI, 2006).

De modo a melhorar ou proteger a qualidade das águas subterrâneas e reduzir o volume das águas pluviais, surgiu então a estratégia da utilização das arbóreas. Segundo McPherson *et al.* (2003)⁷, as árvores desempenham um papel fundamental na hidrologia urbana pois contribuírem para o afastamento dos poluentes dos cursos de água ao filtrá-los diretamente através de suas raízes, e ao ajudarem a diminuir o volume de água de escorrência através da seguinte forma:

- a) As folhas e os troncos têm a grande capacidade de interceptar e armazenar a água da chuva que cai, o que acaba por contribuir para a diminuição do volume de escoamento;
- b) As raízes também desempenham um papel importante nesta etapa, pois, em parceria com um solo permeável, grandes quantidades de água pluviais são absorvidas, armazenando quantidades consideráveis de água infiltrada no solo, e consequentemente, diminuem a quantidade de água que corre nas linhas de água;

⁷ McPherson, E.G.; Simpson, J.R.; Xiao Q.; Peper, P.J.; Maco, S.E., 2003. *Benefit-Cost Analysis of Fort Collins' Municipal Forest*. Center for Urban Forest Research, USDA Forest Service, Pacific Southwest Research Station.

- c) As árvores ajudam a reduzir a erosão e a velocidade de transporte graças à existência das múltiplas camadas de copa, pois com isso, os impactos das gotas de água da chuva no solo são menores.

Vários estudos foram realizados ao longo dos anos sobre a influência das árvores e florestas urbanas nas cidades em relação à diminuição da escorrência superficial das águas pluviais. Pauleit & Duhme (2000) realizaram um estudo para a cidade de Munique onde foram abordadas situações relacionadas com a hidrologia urbana, energia consumida para aquecimento nos edifícios e emissões de CO₂, em que os resultados refletem na influência que o tipo e quantidade de cobertura do solo tem sob as características ambientais, principalmente no impacto hidrológico causado pelos espaços verdes. Na Tabela 2, encontra-se elaborada os resultados desse estudo onde foi feita a relação entre a percentagem e tipo de cobertura do solo versus a quantidade de água das chuvas drenada. Nessa tabela, facilmente se percebe que quanto maior forem as percentagens de cobertura vegetal, maior serão as quantidades de água pluvial infiltrada e menores serão as quantidades de escoamento de água, forçando assim a ideia de que as árvores e florestas urbanas exercem um papel fundamental numa cidade na perspectiva da diminuição do escoamento das águas pluviais.

Tabela 2 - Relação entre as características físicas urbanas e características hidrológicas – Fonte: Pauleit & Duhme (2000), adaptado por Almeida (2006).

Área Construída (%)	Nº casos	Área vedada (%)	Coberto Vegetal (%)	Infiltração de águas pluviais (%)	Escoamento de águas pluviais (L m ⁻² h ⁻¹)
0 - 10%	25	13,6	81,5	29,5	4,5
11 - 20%	59	35,6	62,3	22,9	12,4
20 - 30%	18	46,9	52,3	19,2	16,5
30 - 40%	7	65,0	48,6	18,7	17,4
40 - 50%	1	65,0	30,0	16,9	22,6
60 - 70%	1	95,0	5,0	6,0	34,2
Valor Médio	111	34,2	63,4	23,3	12,0

2.3.1.4. Microclima Urbano

As temperaturas nas cidades são normalmente mais elevadas do que as das zonas rurais devido às diversas características urbanas – edifícios, pontes, arruamentos e todas as restantes infraestruturas de apoio a uma cidade - que afetam o equilíbrio térmico, o que acaba por induzir o aparecimento do fenómeno “ilha de calor urbano” (Akbari *et al.*, 1992).

Estes autores apontam como exemplo, a substituição do tipo de cobertura do solo, onde alegam que ao substituirmos uma cobertura do solo vegetal por cimento ou asfalto, estaremos a minimizar a capacidade da natureza de diminuir as temperaturas diurnas através da evapotranspiração e do ensombramento. Um outro exemplo dado por estes autores, é a utilização de materiais escuros nas estradas, edifícios, entre outros, que acabam por tornar as cidades, absorvedoras de energia solar em vez de refletoras.

Akbari *et al.* (1992) apontam ainda que o clima urbano é afetado pelas árvores de duas formas: direta e indireta. De forma direta acontece através do ensombramento e redução da velocidade do vento reduzindo desta forma a temperatura do ar envolvente, e indireta, através do arrefecimento do ar proveniente da evapotranspiração.

- a) **Evapotranspiração** – as arbóreas por sua vez conseguem amenizar a radiação solar através das suas funções fisiológicas⁸ (transpiração e evapotranspiração), pois grande parte da radiação absorvida pela cobertura arbórea da árvore proporciona um aumento da evapotranspiração pelas folhas (Meyer *et al.*, 1973). A evapotranspiração consiste então em converter a água das folhas da árvore em vapor, utilizando para tal a energia solar, permitindo desta forma que a temperatura do ar diminua, pois esta fica mais húmida com este processo (Maco *et al.*, 2003). Magalhães (2001) fundamenta que a vegetação de facto desempenha a função de termorregulador da temperatura do ar e contribuiu para o aumento do teor de humidade do ar através da evapotranspiração.
- b) **Ensombramento** – as árvores e florestas urbanas também conseguem amenizar as temperaturas elevadas nos espaços exteriores através das suas sombras. O arrefecimento do local envolvente provocado pela sombra das árvores, juntamente com o arrefecimento pela evapotranspiração, acontece porque o aquecimento solar é atenuado por baixo de coberturas artificiais (edifícios), ou seja, devido a esses dois efeitos a cobertura de superfície do solo não fica exposta diretamente à radiação solar, o que acaba por proporcionar um arrefecimento do ar envolvente (Akbari *et al.*, 1992).

⁸ Funções fisiológicas – consiste em extrair a água do solo através das raízes para se manterem húmidas. Esta primeira etapa dá-se o nome de transpiração. Após o processo de transpiração dá-se o segundo processo, designado de evapotranspiração que por sua vez irá proporcionar diminuição da temperatura (Meyer *et al.*, 1973).

Devido ao ensombramento proporcionado pelas árvores aos edifícios e superfícies no Verão, a temperatura dos materiais dos edifícios diminui, fazendo com que a quantidade de energia consumida para arrefecê-las também diminua (Almeida, 2006). O efeito de diminuição de temperatura através do ensombramento, principalmente no interior dos edifícios, depende do tipo de construção dos edifícios, espaçamento e localização das árvores e do tipo de espécie arbórea⁹ (Nowak, 2001).

A localização da árvore em relação aos edifícios é um fator de extrema importância a ter em consideração pois no Verão, tomando como referência o hemisfério Norte, a plantação de árvores do lado Norte dos edifícios, faz com que o ensombramento dos edifícios localizados no lado Sul seja menor, portanto, é mais prudente a plantação de árvores do lado Sul dos edifícios em regiões com elevadas temperaturas de modo a evitar o aumento excessivo de temperatura no interior e ao redor dos edifícios (Tyrväinen *et al.*, 2005).

Em suma, a seleção correta das espécies é de extrema importância, pois uma árvore pode ser benéfica no Verão devido à sua sombra e não benéfica no Inverno caso as suas folhas forem perenes e não caducas (Figura 1).

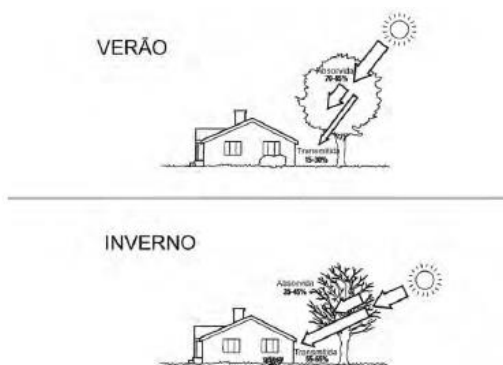


Figura 1 – Características das árvores caducas no Verão e no Inverno – Fonte: adaptado por Almeida (2006)

- c) **Corta-vento** – as árvores e arbustos conseguem controlar o movimento do ar ao influenciarem o impacto do vento através da obstrução, encaminhamento de direção, filtragem ou desvio, sendo os efeitos finais dependentes do tamanho e forma da árvore/arbusto, capacidade de retenção, densidade de folhagem e da sua localização (Randrup *et al.*, 2001). A plantação de cortinas de proteção forte pode

⁹ O tipo de espécie arbórea refere-se à altura, copa, forma, período de foliação e, ao coeficiente de ensombramento de uma árvore (Nowak, 2001).

reduzir a velocidade do vento, sendo que esta redução depende também do tipo de espécie arbórea, altura, densidade, forma e largura da cortina (Walker, 1975). Este mesmo autor acrescenta que devido à variação sazonal de direção dos ventos dominantes, as cortinas de vegetação podem servir de obstrução da passagem do vento no Inverno, e canalizadores de brisas de vento no verão direcionando-as para outra direção, proporcionando assim arrefecimento. Como exemplo, cita que quando o vento é conduzido para zonas estreitas a velocidade aumenta assim como os efeitos de arrefecimento também aumentam.

2.3.1.5. Ruído Urbano

Nas últimas décadas, com a expansão urbana, a poluição sonora foi considerada um dos graves problemas ambientais devido a sua influência direta na qualidade de vida dos seres humanos. A origem dessa poluição deve-se às atividades realizadas pelo homem na cidade, tais como, construções de edifícios, transporte, indústrias, entre outros (Chaparro & Terrasdas, 2009). Para solucionar esse problema, foram criadas várias medidas de mitigação de ruído, tais como, barreiras acústicas, pavimentos com capacidade de absorção de ruído, entre outros. Além dos custos associados à instalação das barreiras acústicas nas zonas afetadas, elas interferem na aparência e na percepção das cidades.

As florestas urbanas começaram a serem vistas como uma medida ecológica de afastamento do ruído. A presença de árvores em corredores junto de fontes de ruído, contribuem para o afastamento entre a fonte e o receptor. Esse afastamento é conseguido através da absorção, desvio, reflexão, refração e ocultação (CONAMA, 2002).

Alguns autores, como o Maillet (1993), afirmam que quanto mais larga e densa forem as folhas das árvores, maior será a redução do ruído. Já para Cook & Haverbeje (1974), para uma melhor redução do ruído, as árvores e arbustos devem estar posicionadas perto da área da origem do ruído e não próxima da área de recepção. Conforme Bucur (2005) apud Chaparro & Terrasdas (2009), o nível de diminuição do ruído dependerá das espécies a serem incorporadas para esse feito, do diâmetro e do tipo de casca no tronco, da altura das árvores, do número de árvores por unidade de área do solo, da dispersão e absorção, da área foliar da copa, da distância da fonte do ruído, do tipo de solo e por fim, das condições atmosféricas e topografia do solo.

Sendo assim, é importante conhecer e estudar todos esses parâmetros antes da implantação de uma floresta urbana numa área urbana para este efeito.

2.3.1.6. Habitats

As árvores conseguem atrair mais espécies da fauna aviária, contribuindo assim para o aumento da biodiversidade de espécies, ou seja, ao funcionarem como corredores ecológicos, permitem a ligação das cidades aos arredores, aos parques, assim como a outros espaços verdes que constituem habitats onde se conserva a biodiversidade. As florestas urbanas podem comportar-se como reservas para as espécies em extinção (Platt *et al.*, 1994).

2.3.2. Social

2.3.2.1. Saúde

Segundo Vries (2004), nas sociedades ocidentais industrializadas, a palavra Natureza tem surgido cada vez mais associado à saúde. Acrescenta ainda que o número de estudos relacionados com este tema - relação entre a natureza, saúde e bem-estar -, tem aumentado a cada ano.

Nos dias atuais, a sociedade confronta-se com o aumento de incidentes de saúde, sendo o estilo de vida moderno um dos principais motivos pelos incidentes, onde em muitos casos não se consegue dar resposta apenas com a medicina. Os principais fatores que afetam o estilo de vida moderno foram considerados como: aumento de depressões devido ao estilo de vida atual e com atuais tipos de emprego; a obesidade; o sedentarismo; as alergias e a asma devido às condições ambientais decorrentes da poluição atmosférica, entre outros (Gallis, 2005). Este mesmo autor acrescenta que as florestas urbanas e ou espaços verdes, têm vindo a demonstrar que conseguem reduzir esta tendência, pois ao melhorarem a qualidade do ar, por exemplo, e ao proporcionarem um contato direto entre o homem e a natureza, estão a proporcionar uma melhor qualidade de vida aos cidadãos urbanos.

2.3.2.2. Recreativos

A falta da prática de exercício físico, juntamente a uma má alimentação, tem levado muitas pessoas a terem sérios riscos de saúde, principalmente nos países desenvolvidos. Atualmente demonstrou-se que a prática intensiva de exercício físico não representa a única forma para beneficiar a saúde (Vries, 2004). Westerterp (2001) aponta que atividades de recreio moderadamente intensivas, como por exemplo caminhar ou andar de bicicleta, também contribuem para a saúde.

Os espaços verdes urbanos podem então oferecer um terreno de atracção e bem-estar à população. Vries (2004) aponta que com o ambiente aprazível dos espaços verdes urbanos, torna-se mais fácil convencer as pessoas a saírem de casa e darem um passeio a pé ou de bicicleta. Portanto, espaços recreativos proporcionam um ambiente mais agradável para viver e conviver, trabalhar ou descansar, pois proporcionam um contato direto entre as pessoas e a natureza.

2.3.3. Estético

2.3.3.1. Paisagens

De acordo com Tryväinen *et al.* (2005), os benefícios estéticos encontram-se relacionados com a utilização da vegetação no planeamento e desenvolvimento urbano, ou seja, geralmente se usa a vegetação para definir espaços e integrar edifícios no ambiente envolvente. Contudo, a diversificação da paisagem é conseguida através da criação de diferentes texturas, cores e formação de distintos espaços. Já Simon *et al.* (2005) afirmam que os benefícios estéticos se encontram relacionados com a organização espacial das árvores, ou seja, representa a maneira com que a sua composição e estrutura, interage com o modo como as pessoas a percebem ou utilizam.

Tryväinen *et al.* (2005), acrescentam ainda que, a apreciação estética é normalmente subjetiva e apresenta impactes nas pessoas tanto ao nível mental como ao nível emocional. Segundo Sudipto *et al.* (2012), as florestas urbanas permitem melhorar o cenário local, proporcionam a criação de uma identidade local e oferecem diversidade através dos seus processos ecológicos.

De acordo com algumas investigações realizadas sobre a qualidade estética das ruas residenciais, foi considerado que as árvores de arruamento são os principais elementos positivos que influenciam a qualidade cénica de uma rua (Schoeder & Cannon, 1983). Acrescentam ainda que as árvores ao proporcionarem cor e sombra, obstrução de vistas desagradáveis e *habitat* para a biodiversidade, garantem uma contribuição para a valorização da qualidade estética dos bairros urbanos e suburbanos.

2.3.4. Económico

2.3.4.1. Energia eléctrica

Segundo Akbari *et al.* (1992), as árvores afetam o clima urbano através do ensombreamento, redução do vento e evapotranspiração. Através dessas funções, as temperaturas no

interior e na envolvente das habitações são diminuídas, o que acaba por proporcionar um menor consumo de energia elétrica para arrefecimento. Com isso, os custos associados a produção e consumo de energia, diminuem, melhorando assim a economia.

2.3.4.2. Água Pluvial

Sudipto *et al.* (2012), apontam a presença arbórea como um fator importante na diminuição da escorrência superficial das águas pluviais, pois ruas com um índice maior de vegetação, oferecem melhores condições para a permeabilidade e absorção de água do que ruas sem vegetação. Com isso, os custos associados às infraestruturas de incremento da permeabilidade, diminuem.

2.3.4.3. Qualidade do Ar

Segundo Almeida (2006), as árvores e/ou floresta urbana ao melhorarem a qualidade do ar através do sequestro de poluentes e da regulação do microclima, e ao impedirem um consumo maior de energia para aquecimento e arrefecimento das habitações – onde o consumo de energia para tais práticas proporciona uma quantidade maior de poluentes emitidos para a atmosfera -, contribuem para uma diminuição dos custos associados às infraestruturas de melhoria da qualidade do ar.

2.3.4.4. Valor de Propriedade

Tryväinen (1997) aponta que a contribuição estética proporcionada pelas árvores, contribuem para o aumento no valor da propriedade devido à presença arbórea nas proximidades da casa. Com isso a economia é melhorada, pois, os valores de venda e/ou arrendamento das propriedades são aumentados devido à apreciação das pessoas à estética.

Os benefícios proporcionados pelas árvores aumentam à medida que as árvores crescem, embora este aumento também depende da localização das árvores, do ambiente onde estas se encontram, da espécie arbórea e da respetiva taxa de crescimento de cada uma (Almeida, 2006). Portanto, a presença de árvores e florestas urbanas nas cidades ou ao arredor, proporcionam uma ampla gama de bens e serviços dos ecossistemas que por sua vez, contribuirão para melhores meios de qualidade de vida dos moradores urbanos.

2.4. DESSERVIÇOS QUE A FLORESTA URBANA PODE TRAZER PARA AS CIDADES

Para além dos benefícios, as florestas urbanas trazem também, caso não sejam bem planeadas e projetadas, alguns aspetos negativos. Sudipto *et al.* (2012), aponta aspetos relacionados com o ambiente, sociedade, saúde pública, economia, paisagismo e estética, como principais alvos.

2.4.1. Relacionados com o Ambiente

Além dos aspetos positivos que as florestas urbanas podem proporcionar à qualidade do ar, elas também apresentam alguns aspetos negativos sob a qualidade do ar. Os impactos negativos sob a qualidade do ar encontram-se relacionadas com emissões de compostos orgânicos voláteis biogénicos (COVB_s)¹⁰, tais como isopreno e monoterpeno, emitido por algumas espécies de árvores, que por sua vez, contribuem para a formação de ozono troposférico (O₃) e monóxido de carbono (CO) (Nowak *et al.*, 2006). O ozono troposférico produzido, juntamente com outros compostos, contribui para a formação do chamado ‘Smog fotoquímico’¹¹, tendo este fenómeno maior propagação nos períodos de verão (Chaparro & Terradas, 2009). Segundo Nowak *et al.* (2000), a quantidade de compostos orgânicos voláteis biogénicos (COVB_s) emitidos para a atmosfera, depende essencialmente da espécie, da biomassa das folhas, da temperatura do ar e de outros fatores ambientais, assim como também depende da formação de O₃¹². Nowak *et al.* (2002) ressalta que se a emissão de COVB_s depende também da temperatura do ar, então se o coberto vegetal for aumentado, a quantidade de emissões totais de O₃ será diminuída nas áreas urbanas, pois as árvores geralmente conseguem baixar a temperatura do ar. Taha (1996) acrescenta que o efeito da expansão do coberto arbóreo urbano de facto, contribui para a diminuição de concentrações de O₃ caso as arbóreas forem espécies emissoras de baixos COVB_s.

Na baía de Los Angeles (EUA) foi realizado um estudo em relação ao impacto do aumento da cobertura arbórea na qualidade do ar. Neste estudo, foram realizadas simulações por computador onde se constatou que aumentando a cobertura arbórea com espécies que emitem pouca quantidade COVB_s, a concentração de ozono decresce. Em contrapartida,

¹⁰ COVB_s – Compostos Orgânicos Voláteis Biogénicos.

¹¹ Conhecido como uma névoa marrom avermelhada presente na atmosfera.

¹² A formação de O₃ dá-se a partir de reações químicas entre COVB_s e NO_x presentes na atmosfera (Nowak *et al.*, 2000).

a plantação de espécies que emitem quantidades médias ou elevadas de COVB_s contribuem para o aumento da concentração de ozono (Almeida, 2006). Nowak (2001) elaborou também um estudo e apresentou alguns géneros arbóreos em relação ao potencial de emissão de COVB_s, sendo estes apresentados na Tabela 3. Este mesmo autor considerou que os valores de emissão de COVB_s são elevados quando estes forem superiores a 35 µ/g de folha.

Tabela 3 - Classificação das árvores em relação aos valores de emissão de COVB_s – Fonte: adaptado por Almeida, 2006.

Potencial de emissão de gases COVB _s ¹	Género
Valores baixos (<35 µ g ⁻¹ de folha)	<i>Fraxinus spp.</i>
	<i>Ilex spp.</i>
	<i>Malus spp.</i>
	<i>Prunus spp.</i>
	<i>Pyrus spp.</i>
Valores elevados (>35 µ g ⁻¹ de folha)	<i>Ulmus spp.</i>
	<i>Eucalyptus spp.</i>
	<i>Quercus spp.</i>
	<i>Platanus spp.</i>
	<i>Populus spp.</i>
	<i>Rhamnus spp.</i>
	<i>Salix spp.</i>

Percebe-se com este estudo que convém avaliar, para além da concentração de poluentes absorvidos pela vegetação urbana, as características das espécies arbóreas em relação à quantidade de COVB_s que estas podem emitir, antes da sua implementação numa cidade.

2.4.2. Relacionados com a Sociedade

Sudipto *et al.* (2012), ressaltam que as arbóreas podem obstruir a passagem da luz proveniente da iluminação pública à noite e assim, diminuir a visibilidade. Com a pouca visibilidade nos ambientes associados às árvores em espaços urbanos, a população pode ficar amedrontada devido ao risco de assalto que estas podem sofrer;

2.4.3. Relacionados com a Saúde Pública

Em relação à saúde pública, as arbóreas podem provocar alergias devido à produção de pólen caso não seja feita uma seleção criteriosa das espécies arbóreas. Podem servir de

abrigo para insetos que podem atacar a população provocando algumas doenças (Miller, 1997);

2.4.4. Relacionados com a Economia

Segundo Almeida (2006), caso a floresta urbana não for bem planeada e gerida, podem gerar custos elevados de manutenção (podas, regas, adubações, etc), e/ou custos relacionados com danos a infraestruturas (as raízes podem provocar danos nos passeios, problemas nos sistemas de drenagem de águas das chuvas, etc);

2.4.5. Relacionados com o Paisagismo e Estética

As arbóreas podem, nalguns casos, motivar a obstrução de paisagens mais amplas e/ou provocar maior escuridão. Muitos desses problemas podem ser evitados com um bom planeamento e uma adequada gestão da floresta urbana. Dentro do planeamento convém analisar as melhores espécies para arruamentos, parques, jardins, entre outras tipologias de espaços arborizados numa cidade, evitando assim que estas provoquem danos ou criem conflitos com as infraestruturas presentes na cidade (Tryväinen *et al.*, 2005).

2.5. SISTEMA DE SELEÇÃO E ADAPTAÇÃO DE ESPÉCIES ARBÓREAS PARA UMA CIDADE

Segundo Almeida (2006), quando se pretende realizar um programa de plantação de arvoredo de arruamento numa cidade, há que ter uma especial atenção ao tipo de espécie botânica escolhida, pois o seu desenvolvimento, adaptabilidade e funcionalidade dependem de vários fatores. Portanto, é de extrema importância uma seleção criteriosa de espécies botânicas a serem introduzidas numa cidade, verificando sempre as condições físicas da cidade tais como, o clima, o tipo e qualidade de solo, a disponibilidade de água, o vento, entre outros, e também as condições relacionadas com o tipo de manutenção disponível para assegurar o sucesso das plantações e a função¹³ que lhe é atribuída. Este autor acrescenta ainda que além da correta seleção e instalação das espécies botânicas, é essencial que a cidade apresente um ótimo planeamento e gestão urbana, principalmente em relação à localização e quantidade das arbóreas, pois se estas encontrarem-se devidamente estruturadas não haverá interferências entre as arbóreas e edifícios, infraestruturas, ou então, com as vias rodoviárias da cidade.

¹³ Se pretendem com a introdução da árvore obter ensombreamento, reduzir o escoamento superficial das águas pluviais, reduzir a concentração de CO₂, etc.

Miller (1997) apresentou um modelo para uma seleção segura de espécies arbóreas a utilizar em arruamentos, sendo este modelo representado na Figura 2.

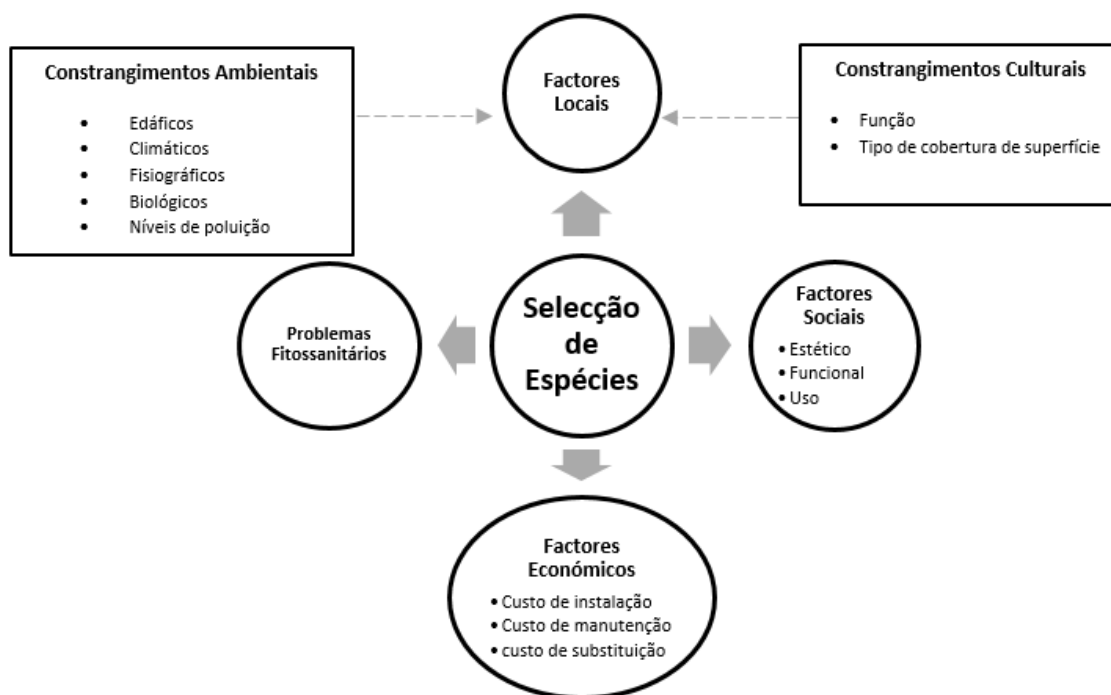


Figura 2 – Proposta do modelo de seleção de espécies botânicas para cidades – Fonte: adaptado por Almeida (2006)

Após seleção das espécies botânicas, é necessário realizar testes da adaptabilidade das mesmas às condições físicas da cidade em estudo. Uma das formas, é a realização de plantações experimentais como forma de avaliar o comportamento das plantas. Além desse método, existem também modelos de quantificação e avaliação do arvoredo urbano, sendo que nestas são utilizadas espécies já existentes na área em estudo (Almeida, 2006).

A falta de biodiversidade de espécies arbóreas reflete num fator importante na sustentabilidade de uma floresta urbana, pois caso não houver muita biodiversidade de espécies numa floresta urbana, maiores são as chances para o avanço de doenças/pragas numa árvore. Segundo Santamour (1990), doenças arbóreas tais como, ‘Emerald Ash Bore’, ‘Dutch Elm Disease’ e ‘Irish Potato Famine’ são doenças que aparecem em árvores devido à falta da biodiversidade. Acresce ainda que ao introduzirmos numa cidade, ou em qualquer outro tipo de situação, uma alta densidade de arbórea de uma única espécie, estamos a proporcionar condições ideais para o crescimento das populações de pragas e patógenos, que posteriormente irão causar grandes impactes económicos. Sendo assim, é necessário a aplicação da regra dos 30-20-10.

2.6. CUSTO-BENEFÍCIO DAS ÁRVORES E FLORESTA URBANA

Mesmo depois da realização de vários estudos que caracterizam a importância das árvores e floresta urbana, por vários autores anteriormente citados as florestas urbanas, por muitas vezes, continuam não fazendo parte do planeamento urbanístico de algumas entidades devido às dúvidas relacionadas com o custo-benefício (FAO, 2016).

A análise custo-benefício da floresta urbana surge assim com o objetivo de verificar se os benefícios anuais proporcionados pelas árvores e floresta urbana são superiores aos custos associados à manutenção das mesmas, proporcionando assim às entidades responsáveis pela manutenção da floresta urbana, maiores meios em relação ao valor e função das suas arbóreas (Almeida, 2006). O autor ressalta que para tal, é necessário estimar o valor dos benefícios proporcionados pelas árvores a uma cidade, sendo este processo realizado através de modelos numéricos e programas que permitem simular a função e o valor dos benefícios.

Após a simulação do valor dos benefícios e a respetiva determinação dos custos de manutenção e implantação, torna-se mais fácil avaliar a floresta urbana e ou arvoredo urbano em relação ao seu custo-benefício. Importa mencionar que caso a floresta urbana não seja bem planeada e projetada, podem surgir vários problemas relacionados com a saúde humana e com infraestruturas urbanas, que por sua vez proporcionará custos ainda maiores de manutenção.

2.7. ESTIMATIVA DOS BENEFÍCIOS ARBÓREOS

Segundo Hoekstra (2004), todas as espécies de árvores contribuem com um determinado nível de benefícios ao longo da sua vida. Porém, informações relacionadas com a idade da árvore para cada espécie e/ou altura da árvore, são fundamentais para estimar os benefícios que as árvores podem proporcionar sendo estes quantificados através das unidades de recurso - tais como, poupança de energia de arrefecimento (Kwh/árvore) ou aquecimento (Mj/árvore), redução de CO₂ (Kg/árvore), intercepção da água pluvial (m³/árvore), e aumento do valor médio da propriedade imobiliária (\$/m² área foliar).

Como forma de perceber melhor de como este processo é realizado, apresenta-se como exemplo, um estudo que foi realizado para a cidade de São Francisco, Califórnia, referentes aos benefícios que as árvores urbanas podem proporcionar, onde explicam quais os modelos utilizados e a forma utilizada para estimar tais benefícios.

2.7.1. Metodologia utilizada para estimar a poupança de energia elétrica e gás natural

Para esta cidade, basearam-se nos métodos delineados por McPherson & Simpson (1999) para realizar o cálculo da energia anual de um edifício utilizada por residência unitária (Unit Energy Consumption [UEC]), sendo estes cálculos realizados através de simulações de computador que incorpora edifícios, efeitos de clima e sombra. As alterações nos UECs das árvores (Δ UECs) foram calculados por árvores, onde utilizaram como referência resultados obtidos para comparações do antes e depois da presença da árvore. Relativamente às características dos edifícios – tais como: equipamentos de arrefecimento e de aquecimento, área coberta, número de divisões, insolação, área de janela -, estas vão variando conforme a idade de construção do edifício (Maco *et al.* 2003).

Para estimar os coeficientes de ensombramento para as folhas das copas das árvores, utilizaram com referência técnicas de fotografia para medir espécies como forma de estimar a densidade visual (Maco *et al.*, 2003).

Na Figura 3, encontra-se ilustrada o modelo utilizado para simular a influência que as variáveis e fatores, quer geográficos quer de crescimento da árvore, têm sob a poupança de energia descrita por Hoekstra (2004).

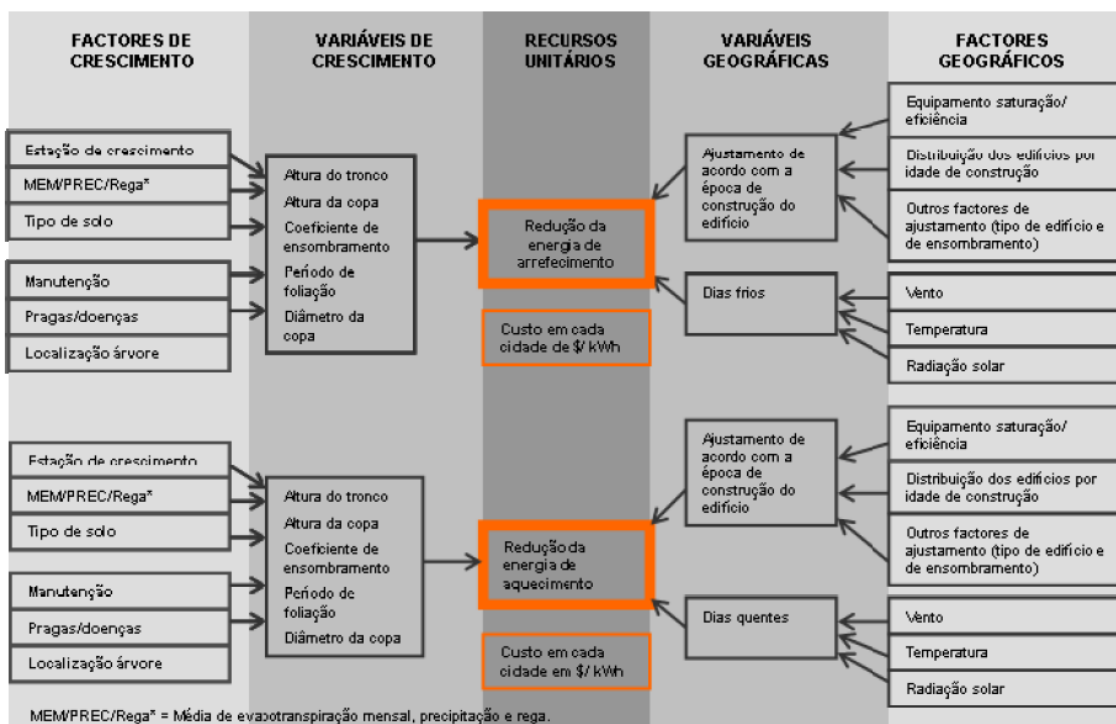


Figura 3 – Metodologia utilizada por Hoekstra (2004) para simular a influência dos fatores que afetam a poupança de energia – Fonte: adaptado por Almeida (2006)

Percebe-se com a Figura 3 que para o efeito poupança de energia através das árvores, são considerados os custos referentes ao aquecimento e arrefecimento de cada edifício de acordo com os valores estipulados para cada cidade, e com isso efetuam comparações para áreas onde existem árvores e para áreas onde não existem árvores, ou seja, verificam se houve uma maior poupança de energia nas residências com presença de árvores, por exemplo, ou não. Com isso, atribuem valores às árvores, sendo esses valores dependentes das variáveis e fatores tanto geográficos como de crescimento.

Para a cidade de referência escolhida para a realização deste estudo nesta Dissertação (cidade de Glendale), foram também realizados estudos em relação à poupança de energia elétrica, onde Simpson (1998) refere que os consumos de energia relacionados com o ensombramento nas situações de residências multifamiliares foram calculados a partir dos consumos nas zonas residenciais unifamiliares, ajustados por fatores de sombra potencial tendo em conta a redução inerente a múltiplos andares e paredes comuns destas construções. Os fatores potenciais de ensombramento tiveram em conta rácios relativos a paredes expostas ou de superfície de telhado relativamente à área de superfície total. Acrescentou ainda que os consumos de energia para áreas comerciais e industriais ou industrial/transporte relacionados com a presença de árvores foram determinados de maneira semelhante à utilizada para as situações multifamiliares. Foram utilizados fatores de 0,40, 0,25 e 0,20 para pequenas áreas comerciais/industriais, grandes áreas comerciais/industriais e industriais/transportes, respetivamente. Esses valores estão baseados nas estimativas de Akbari *et al.* (1992), que observaram que as residências plurifamiliares são menos sensíveis às temperaturas exteriores do que as residências unifamiliares.

2.7.2. Metodologia utilizada para estimar o sequestro e emissão de CO₂

Relativamente ao sequestro de CO₂ e à taxa de biomassa de CO₂ armazenada à superfície e no subsolo da terra durante uma estação, estas são calculadas através da utilização de espécies de árvores com equações de crescimento para DAP e altura em relação ao volume da árvore (Maco, *et al.* 2003).

Na Figura 4, encontra-se o modelo utilizado para estimar este benefício para a cidade de São Francisco.

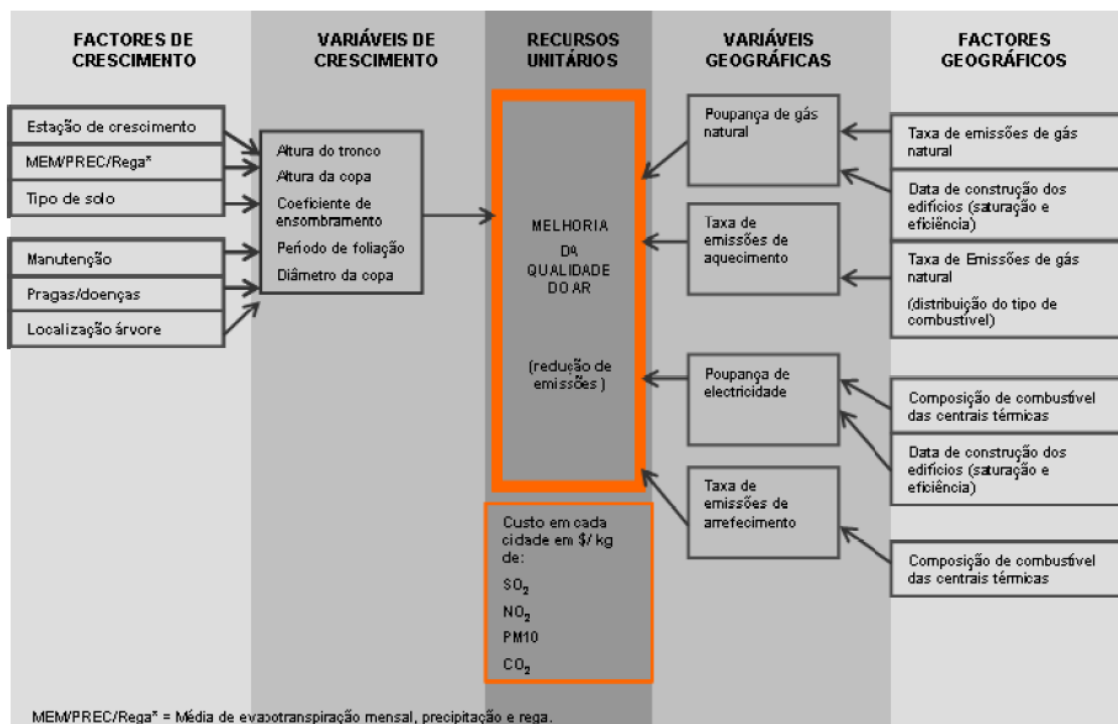


Figura 4 – Modelo elaborado por Hoekstra (2004) para simular a melhoria da qualidade do ar através da redução de emissões de CO₂ – Fonte: adaptado por Almeida (2006)

Segundo Maco *et al.* (2003), o CO₂ libertado devido à decomposição da biomassa da madeira morta pode variar de acordo com as características da própria madeira, do destino da madeira (cortar, queimar, etc), assim como também das condições locais do solo e do clima. Acrescentam ainda que a decomposição total anual se encontra baseada no número de árvores que morrem e que decompõem a sua biomassa para cada espécie e cada classe de idade. Relativamente ao CO₂ libertado através da manutenção das árvores, este foi estimado em cerca de 0,76 lb CO₂/in DAP com base nas médias nacionais.

Com a Figura 4, percebe-se que a estimativa do sequestro de CO₂ pelas árvores é conseguida através de simulações realizadas através de computadores, onde determinam os custos atribuídos aos sistemas de melhoria da qualidade de ar que uma determinada cidade possui, e através desses custos calculados e dos cálculos relacionados à libertação de CO₂ de cada espécie de árvore, atribuem um valor às árvores.

2.7.3. Metodologia utilizada para estimar a redução do escoamento de águas pluviais

Hoekstra (2004) elaborou um modelo para simular a unidade de recurso referente à intersecção da chuva, onde ele aponta as variáveis e fatores, quer a nível geográfico como a

nível de dimensão das árvores, com principais influenciadores para o decréscimo do escoamento de águas pluviais. Esta modelo se encontra ilustrada na Figura 5.

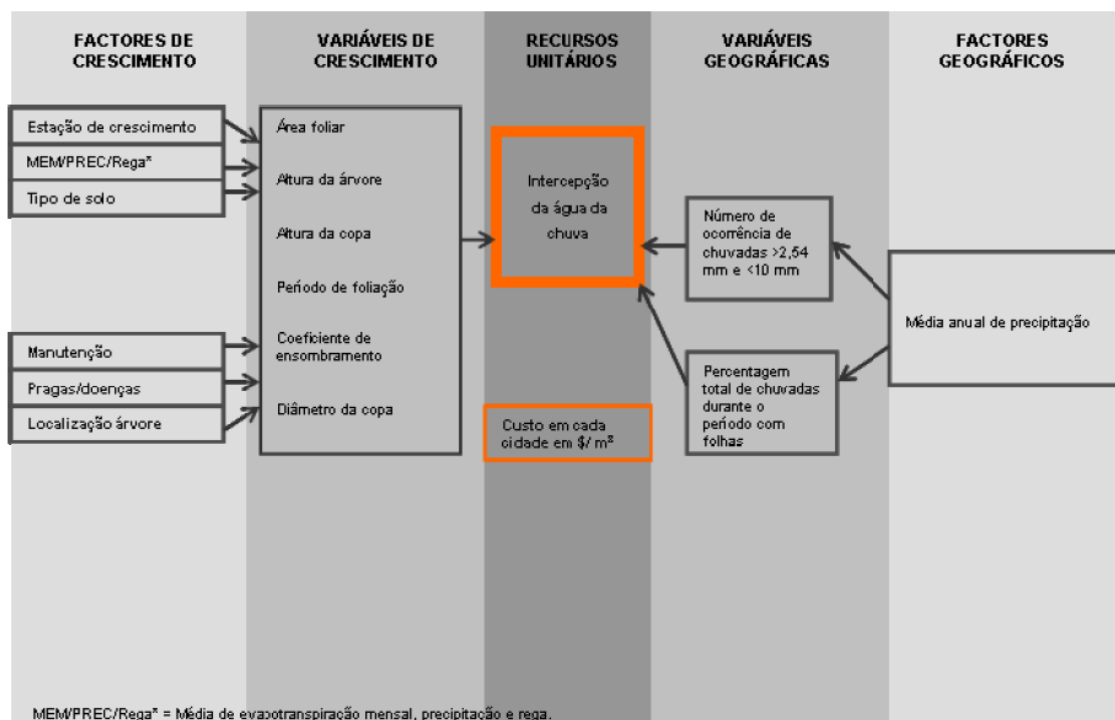


Figura 5 – Modelo utilizado por Hoekstra (2004) para simular a redução da escorrência superficial das águas pluviais – Fonte: adaptado por Almeida (2006)

Para a cidade de São Francisco, utilizou-se um modelo de simulação numérica para estimar a intercepção da chuva anual, onde foi considerado no modelo a água interceptada pela árvore e a que cai através do tronco e que se espalha.

Maco *et al.* (2003), referem que nos parâmetros das copas das árvores estão inclusos a espécie, a superfície de área foliar, o coeficiente de ensombramento, o período de foliação e as dimensões da árvore. A velocidade do vento é estimada a diferentes alturas, sendo estes desde o solo e convertido em taxas de evaporação, onde são utilizados dados relativos à altura das árvores para tal. Relativamente ao volume de água armazenada em cada copa de árvore, este é estimado através da área de projeção da copa debaixo da linha de gotejamento da árvore, indicadores de área foliar, e a profundidade de água na superfície da copa da árvore. Para tal, basearam-se em fontes contínuas de base de dados disponíveis, meteorológicos e de queda de água de 1999, para calcular esta simulação.

A cidade de São Francisco dispõe de um sistema de esgotos que recebe efluentes domésticos e de águas pluviais sendo estas posteriormente devidamente tratadas. Durante o ano “médio”, esse sistema conseguiu tratar aproximadamente 33 mil milhões de galões de efluentes domésticos e de águas pluviais por um custo de 4,70 dólares por 1000 galões,

sendo o custo do tratamento da qualidade da água multiplicado pelos galões de chuva que é interceptada a cada ano, utilizado para estimar os benefícios na hidrologia urbana (Kench, 2003).

Percebe-se então com o modelo utilizado para a cidade de São Francisco que a redução do escoamento superficial das águas pluviais é simulada em programas de computador através de modelos numéricos, onde estimam a quantidade de água armazenada por cada espécie de árvore e posteriormente, e posteriormente os custos obtidos com o tratamento dos efluentes domésticos e de água pluvial. Com o resultado dos custos e com a quantidade de água armazenada pelas árvores, conseguem atribuir um valor ao benefício.

2.7.4. Metodologia utilizada para estimar o aumento do valor de propriedade imobiliária

Em relação aos benefícios estéticos atribuídos às árvores, como por exemplo beleza, sombra que proporcionam, habitat da vida selvagem, entre outros, são difíceis de quantificar e atribuir um valor a nível económico. Contudo, alguns desses benefícios podem ser estimados através do valor da propriedade urbana de acordo com o local onde a árvore se encontra inserida. Os preços de vendas de propriedades variam de acordo com o desejo dos compradores em pagarem pelos benefícios e custos relacionados com as árvores (Maco *et al.* 2003).

Segundo Anderson & Cordell (1988), Anderson & Cordell (1985), no estudo realizado em São Francisco, assumiu-se que 0,88% corresponderia ao valor associado ao aumento da propriedade, e que cada árvore de grande porte, assumiria um valor base de 4805 dólares, sendo esses valores baseados na média dos preços de revenda de casas unifamiliares em São Francisco (546000 dólares). Contudo, afirmam que nem todas as árvores rentes a uma casa valorizam necessariamente a propriedade, onde citam como exemplo, árvores próximas a casas plurifamiliares não proporcionam um aumento considerável no valor da propriedade com a mesma taxa que uma localizada rente a uma casa unifamiliar.

Entretanto, foi estabelecido para a cidade um fator de redução (0,76) como taxa temporária do valor das árvores, onde estabeleceram que casas residenciais individuais com árvores, o valor das árvores seria quantificado a 100% do valor total de 4805 dólares, casas multiresidencial a 70% do valor total de 4805 dólares, institucional/industrial a 40% do valor total de 4805 dólares, desabitada a 25% do valor total de 4805 dólares, parque a 40% do valor total de 4805 dólares e por fim, comercial a 66% do valor total de 4805 dólares (McPherson, 2001).

Na Figura 6, são representados as variáveis e fatores (geográficos e dimensão da árvore) em relação à influência que estes têm sob os benefícios estéticos.

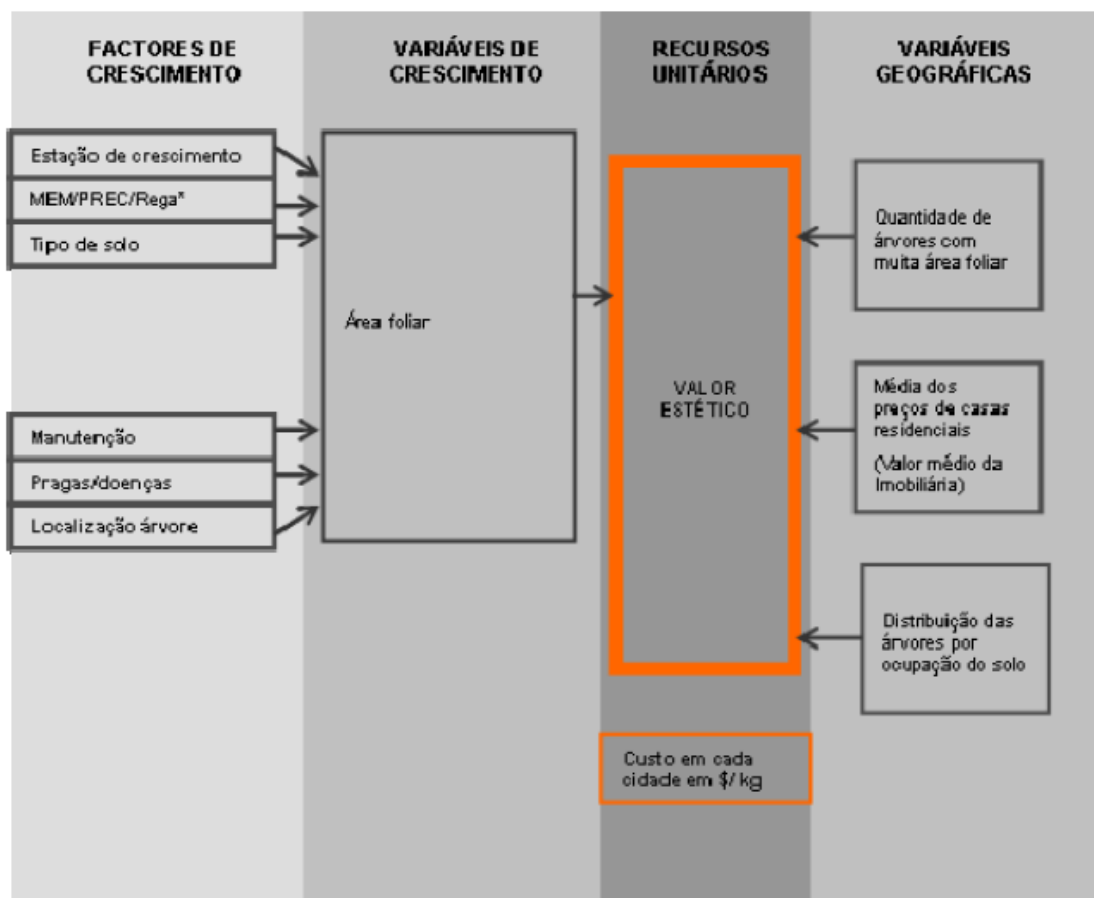


Figura 6 – Modelo realizado por Hoekstra (2004) para estimar a influência dos fatores que afetam os valores estéticos – Fonte: adaptado por Almeida (2006)

Para a cidade de referência considerada nesta dissertação (Glendale), foi aplicado um fator de redução de 0,88 ao valor dos benefícios das árvores. Com base neste pressuposto as árvores nas diferentes localizações — multiresidencial, uniresidencial, comercial e industrial, vazio urbano, estacionamento e instituições — foram avaliadas em 100%, 75%, 66% e 50%, respetivamente, do valor de referência de \$1.269 (McPherson *et al.*, 2001). Nesta análise, o fator de redução reflete o ordenamento da cidade de Glendale e pressupõe uma distribuição árvores equivalente. Assumiu-se ainda um fator de redução de 0,50 para as árvores de parques urbanos.

Com isto, percebe-se que os cálculos para cada benefício são feitos para um certo tipo de uso do solo, por exemplo o sistema residencial, e depois acertados para os outros tipos de ocupação do solo, tais como: industrial, educação, etc.

2.8. PLANEAMENTO DA FLORESTA URBANA

Como referido anteriormente, uma das causas para alguns desserviços prestados pela arborização urbana recaí-se sob a má manutenção e planeamento da floresta urbana. Para Von Gadow (2002), as paisagens florestais são ambientes complexos, logo a sua gestão exige um certo conhecimento, planeamento e manutenção com base em técnicas científicas sólidas.

Como forma de colaborar e estabelecer as melhores medidas de elaboração de planos de gestão de florestas urbanas, Clark *et al.* (1997), criaram um modelo/plano para o desenvolvimento de florestas urbanas sustentáveis. O significado do termo sustentabilidade da floresta urbana usada no modelo encontra-se relacionada com a definição estabelecida no relatório “Para o nosso Futuro Comum” criada pela Comissão Brundlandt, onde a gestão sustentável da floresta urbana tem como objetivo satisfazer as necessidades quotidianas sem comprometer as necessidades das gerações futuras. Para esses mesmos autores, a ideia de floresta urbana sustentável só faz sentido quando houver uma intervenção ativa do ser humano, ou seja, tem de haver uma visão comum de toda a sociedade em relação a floresta urbana. Essa visão parte de três princípios: **I**) de que a presença da arborização no meio urbano traz consigo muitos benefícios; **II**) a conservação da floresta urbana exige a intervenção humana e; **III**) que a floresta urbana tem limites geográficos definidos e estabelecidos em função da existência da urbe.

Clark *et al.* (1997) propuseram então um plano de gestão de floresta urbana sustentável, fundamentada em três componentes, onde foram estabelecidos para cada um desses componentes, diversos critérios relacionados a objetivos específicos. Com auxílio de indicadores de desempenho para cada objetivo específico, consegue-se avaliar a sustentabilidade da floresta. Sendo assim, os três componentes utilizados por esses autores no planeamento de uma floresta urbana sustentável foram:

2.8.1. O Património Vegetal¹⁴

Clark *et al.* (1997) indicaram quatro critérios para este componente como forma de alcançar o sucesso na manutenção do património vegetal, sendo eles: **I**) cobertura arbórea; **II**) distribuição de idade das árvores na cidade; **III**) diversificada de espécies; **IV**) espécie arbórea nativa.

¹⁴ Representa a floresta urbana

Relativamente ao critério de cobertura arbórea, estes autores apontam que o objetivo primordial na manutenção da cobertura arbórea é obter um grau apropriado de cobertura arbórea para a cidade. Já no critério de distribuição de idade das árvores, o principal objetivo centra-se na introdução de arbóreas de modo a proporcionar uma distribuição de idade desigual a nível da cidade ou bairro, ou seja, que em toda a cidade/bairro haja arbóreas distribuídas com idades desiguais. Para tal, propuseram indicadores que apresentam o conceito de diâmetro relativo¹⁵ como um alvo mais significativo. O terceiro critério - diversidade de espécies -, segundo Santamour (1990), é uma maneira mais segura de promover e manter uma floresta urbana saudável e resiliente. Este mesmo critério foi dividido por Kenney *et al.* (2011) em dois critérios principais distintos, sendo eles: **a)** adaptação das espécies de modo a estabelecer uma população de árvores adequadas ao ambiente urbano e regional, e **b)** distribuição de espécies de modo a estabelecer uma população arbórea diversificada geneticamente na floresta urbana. O quarto critério representa o uso de espécies nativas em espaços públicos ou privados onde estas podem responder a um objetivo relevante para a gestão sustentável da floresta urbana. Clark *et al.* (1997) ressaltam que o grau de apoio de políticas públicas para a escolha do uso de espécies nativas para áreas de gestão intensiva e extensiva, representa um indicador de desempenho de extrema importância para o planeamento estratégico de floresta urbana. O uso de espécies não nativas é mais adequado quando o crescimento das espécies nativas forem precárias ou então, quando o espaço limitado impede que qualquer espécie nativa alcance seu potencial genético ou então que limita de forma significativa sua longevidade. Os critérios e indicadores para a manutenção de património/recurso vegetal da floresta urbana indicados por Clark *et al.* (1997), fornecem assim uma ferramenta sólida para o planeamento estratégico de floresta urbana.

2.8.2. A Estrutura comunitária¹⁶

Esta componente parte do princípio que para haver sustentabilidade numa floresta urbana, todos os membros de uma comunidade devem cooperar de modo que as responsabilidades pela manutenção de recursos arbóreos sejam compartilhadas entre todos (Clark *et al.*, 1997). Como forma de avaliar a sustentabilidade das florestas urbanas através da estrutura

¹⁵ Diâmetro relativo – representa a relação entre o diâmetro de uma árvore medida à altura do peito e o diâmetro máximo de cada espécie arbórea. O diâmetro máximo é adquirido através da literatura (Clark *et al.*, 1997).

¹⁶ Representa toda a comunidade que pode estar em conexão com a floresta, e que usufrua dos benefícios que esta pode proporcionar.

comunitária, Clark *et al.* (1997) sugeriram sete critérios: **I)** cooperação da agência pública; **II)** envolvimento de grandes proprietários privados e institucionais; **III)** cooperação da indústria verde; **IV)** ação da vizinhança/bairro; **V)** interação corporativa cidadão-município; **VI)** consciência geral da comunidade de que as árvores representam um recurso comunitário e; **VII)** cooperação regional.

Clark *et al.* (1997) revelam que um dos grandes problemas vivenciados pela cooperação comunitária relativamente ao planeamento sustentável das florestas urbanas é a falta de reconhecimento de que as árvores representam um recurso comunitário. À base dessa afirmação, estes autores concluem que o indicador de avaliação capaz de proporcionar grandes sucessos em termos de sustentabilidade no planeamento das florestas é o reconhecimento da comunidade relativamente às contribuições ambientais e económicas que a floresta urbana pode proporcionar. De uma forma resumida, este componente tem como critério principal a interação entre cidadãos, governo e sector privado, tendo como objetivo específico a interação de todos os constituintes da comunidade em prol da floresta urbana.

2.8.3. A Administração da Floresta Urbana¹⁷

Este componente apresenta como critério, o planeamento da manutenção em escala municipal, tendo como objetivo específico o desenvolvimento e implementação de um Plano de manutenção da floresta urbana em espaços públicos e privados, onde Clark *et al.* (1997) enfatizam que para haver uma gestão ideal em toda a cidade, há que se incluir no planeamento propriedades públicas e privadas. Estes autores propuseram nove critérios e objectivos-chave para o sucesso da gestão de recursos florestais urbanos, sendo eles: **I)** elaboração de um plano de manutenção em espaços públicos e privados; **II)** financiamento para espaços públicos e privados; **III)** funcionários municipais; **IV)** ferramentas de avaliação; **V)** proteção de árvores existentes; **VI)** seleção de espécies e locais; **VII)** padrões para cuidados com árvores; **VIII)** segurança dos cidadãos e; **IX)** reciclagem.

Entretanto, Kenney *et al.* (2011) sugeriram algumas alterações em relação a esses critérios de modo a melhorar sua aplicação no planeamento das florestas urbanas. Para o critério *funcionários municipais*, acreditavam que o número de funcionários, por exemplo arboristas, envolvidos na gestão da floresta urbana, não representa um critério suficiente e

¹⁷ Representa a estrutura de gestão da floresta urbana.

adequado, pois o número ideal de funcionários varia de cidade para cidade. Como proposta, apresentam uma gestão com uma equipa multidisciplinar, tais como, arboristas, silvicultores, entre outros, onde estes juntos desenvolverão planos estratégicos de gestão bem-sucedidos.

Relativamente ao critério de *seleção de espécies e locais*, eles apontam que Clark *et al.* (1997), de acordo com os principais objetivos e indicadores estabelecidos para este critério, não fazem pouca provisão para o planeamento. Sendo assim, Kenney *et al.* (2011) propuseram a modificação deste critério para uma nova formulação que permitia a renovação e expansão da floresta urbana.

Estes mesmos autores propuseram ainda um novo critério relacionado com a *adequação do habitat arbóreo*, ou seja, o espaço/habitat ideal para o desenvolvimento das árvores. O objetivo deste critério refere-se à utilização de programas que permitem avaliar as áreas de implantação de árvores municipais de modo a garantir que todas as árvores de propriedade pública sejam plantadas em áreas, onde as condições climáticas e de solo sejam ideais para a maximização dos benefícios atuais e futuras que as arbóreas podem proporcionar.

No critério *cuidados a ter com árvores* proposta por Clark *et al.* (1997), estes mesmos autores propuseram a divisão desta em dois novos critérios de forma que fosse possível uma reflexão dos diferentes requisitos de gestão da floresta urbana de forma intensiva e extensiva. A primeira centra-se na manutenção de propriedade públicas e na gestão intensiva de árvores em uma base cíclica. Com isso, será garantida a maximização dos benefícios e longevidade das arbóreas ao longo do tempo, e a redução dos custos e responsabilidades associados aos desserviços das árvores no futuro. A segunda, refere-se ao planeamento e implementação em áreas naturais geridas extensivamente, assegurando a proteção e o aprimoramento das estruturas e funções das árvores.

Em relação à *proteção das árvores*, uma vez que a maior parcela dos benefícios da floresta urbana reflete da grande estatura e de arbóreas bem estabelecidas, os autores recomendam a aplicação de políticas de proteção das árvores.

No que diz respeito ao critério de *segurança dos cidadãos*, Kenney *et al.* (2011) sugerem a modificação dos indicadores sugeridos por Clark *et al.* (1997), para a inclusão de indicadores em termos absolutos em um programa de gestão com informações dos riscos de árvores.

Segundo Rotermund (2012), o modelo de planeamento de floresta urbana proposto pela Comissão de Silvicultura da Georgia, não difere muito da de Clark *et al.* (1997), pois esta comissão acredita também que para haver sustentabilidade de floresta urbana, o primeiro passo a ser dado encontra-se relacionado com uma visão comum de toda a comunidade em relação à floresta urbana. Posto isto, acrescentam mais três aspetos importantes para o plano: criação de espaços para a floresta urbana; implantação da floresta urbana e; avaliação do sucesso da floresta urbana. Os critérios que foram criados para cada uma dessas partes encontram-se ilustradas na Figura 7.

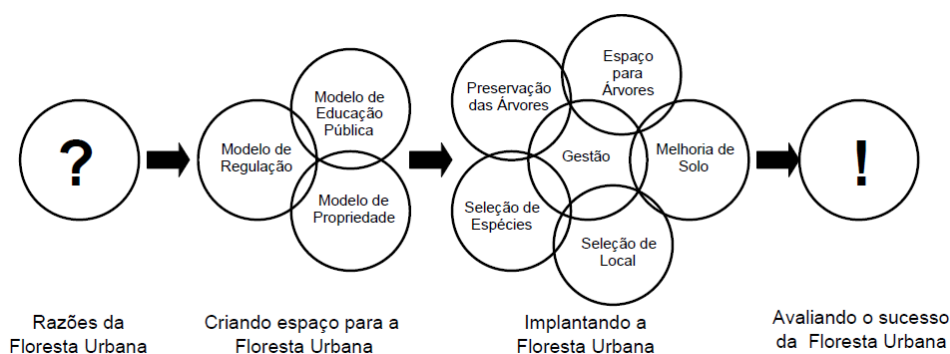


Figura 7 - Modelo da Floresta Urbana da cidade de Georgia – Fonte: adaptado por Rotermund (2012).

Com todas essas indicações, facilmente se percebe que o planeamento da floresta urbana e do seu respetivo sucesso não se resumem apenas na introdução de árvores, mas sim vai muito mais além. Portanto, para a realização de um bom planeamento, é necessário estabelecer critérios, objetivos específicos e indicadores de desempenho de modo a avaliar o sucesso da mesma e garantir a sua sustentabilidade.

2.9. INDICADORES DE AVALIAÇÃO DA FLORESTA URBANA

A olho nu, não se percebe se a gestão da floresta urbana se encontra bem estruturada e planeada. Como citado anteriormente, as florestas urbanas oferecem ao ambiente e ao ser humano diversos benefícios, e como forma de maximizar esses benefícios ou então ver

se a estrutura arbórea se encontra bem planeada, torna-se necessário aplicar abordagens que ajudem a quantificar e avaliar tais serviços ecológicos e desserviços.

Muitos acreditavam que medindo a cobertura florestal, conseguiriam obter um planeamento sustentável da floresta urbana numa comunidade. Kenney *et al.* (2011) apontam que medir apenas a cobertura vegetal não nos permite obter informações relevantes e essenciais para a manutenção e sustentabilidade de uma floresta urbana de uma comunidade. Como exemplo, eles descrevem que a cobertura vegetal não nos fornece informações e indicações da diversidade de espécies, das condições dos recursos florestais, nem da distribuição de idade ou altura das arbóreas que constituem a floresta urbana, entre muitos outros fatores. Com isso, surgem então propostas para o desenvolvimento e utilização de critérios e indicadores de desempenho para a sustentabilidade de uma floresta urbana.

Segundo Kenney *et al.* (2011), os profissionais responsáveis pelo planeamento e manutenção de florestas urbanas devem ser capazes de estabelecer e identificar os objetivos ou metas específicas a serem alcançados. Ressaltam ainda que para realizar uma boa avaliação do planeamento da floresta urbana, em termos de sucesso, é necessário que haja também metas ou critérios bem definidos assim como indicadores específicos de desempenho. Para estes mesmos autores, os indicadores de desempenho permitem então, medir e avaliar o progresso da concretização dos principais objetivos que foram traçados para cada critério ou meta, sendo que cada critério permite avaliar de forma contínua o sucesso na implementação das estratégias de floresta urbana numa cidade.

Os indicadores são utilizados para perceber melhor a estrutura de uma floresta urbana, assim como os serviços ecossistémicos que estas fornecem, e ainda, são utilizados para perceber a influência da floresta urbana no bem-estar humano (Dobbs *et al.*, 2011). De acordo com OECD (2001) e Segnestam (2002), os indicadores de desempenho representam um conjunto de valores numéricos que permitam descrever o estado de um fenómeno ou ambiente e que ainda permitam resumir informações relacionados com as condições de ecossistemas. Segnestam (2002), acrescentou que os indicadores reduzem a dimensionalidade dos dados, simplificam interpretações e permitem uma melhor comunicação entre especialistas e não especialistas. Os valores atribuídos aos indicadores de desempenho são classificados como baixos, moderados, bons e ótimos em relação ao bem-estar

do homem e do ambiente, de acordo com a literatura e recomendações sobre os valores máximos e mínimos para os serviços oferecidos pela floresta urbana.

De Groot *et al.* (2002), indicaram três tipos de indicadores capazes de avaliar os serviços dos ecossistemas e desserviços de uma floresta urbana, que por sua vez permitirão um melhor planeamento da mesma e melhores condições para o bem-estar humano. Os três indicadores sugeridos foram: estrutura; função e valor.

2.9.1. Estrutura

Ao analisarmos a estrutura de uma floresta urbana (cobertura arbórea, altura das árvores, distribuição das árvores, idade, longevidade, sanidade, composição, entre outros), pode-se chegar a resultados importantes sobre os serviços ecológicos prestados pelas árvores e do desenvolvimento das mesmas, onde posteriormente esses resultados podem ser comparados com os da literatura e classificados de acordo com uma escala (do baixo ao ideal);

2.9.2. Função

Também foi considerado um dos indicadores mais importantes. Groot *et al.* (2002) fundamentam que existem quatro funções importantes, sendo eles: função de regulação; função do habitat; função de produção; e função de informação.

2.9.2.1. Função de regulação,

Estes mesmos autores descrevem que esta representa a manutenção de sistemas de suporte de vida e processos essenciais. Whitford *et al.* (2001) apontaram que dentro da função de regulação encontram-se incluídos os vários serviços que ajudam a melhorar o bem-estar nas áreas urbanas, como por exemplo, a manutenção de serviços de qualidade do ar, onde realçam que nesta encontram-se incluídos a redução da poluição atmosférica e redução das temperaturas.

Em suma, entende-se que a função de regulação tem como principal objetivo regular/diminuir os problemas ambientais presentes no meio urbano através dos serviços dos ecossistemas fornecidos pelas arbóreas, proporcionando assim uma melhor qualidade de vida ao meio urbano. Este tipo de indicador analisa o desempenho de cada serviço, proporcionando desta forma condições para a maximização da qualidade de vida nas áreas urbanas e um melhor planeamento da floresta urbana.

2.9.2.2. Função de habitat

Segundo De Groot *et al.* (2002), representa o fornecimento de espaço vital e manutenção da diversidade biológica e genética. Millennium Ecosystem Assessment (2005) e Tzoulas *et al.* (2007), apontam que a função de habitat se encontra relacionada com a biodiversidade, sendo esta a que mantém todas as funções do ecossistema e que permita fornecer fontes genéticas e bioquímicas. Com isso, se percebe que a função de habitat é um indicador vital no planeamento de uma floresta urbana, pois é através dela que conseguimos extrair informações importantes para seleções de espécies arbóreas. Permita-nos ainda averiguar se existe uma grande variedade de espécies nativas, quais as espécies não nativas entre outros fatores importantes a saber.

2.9.2.3. Função de produção

Relaciona-se com o potencial fornecimento de biomassa. O uso da biomassa pode ser utilizado para a produção de bioenergia e compostagem, logo, quanto menos biomassa for produzida como resíduos, menores serão os desperdícios verdes e, conseqüentemente, menor serão as despesas de gestão de resíduos (Dobbs *et al.*, 2011).

2.9.2.4. Função de informação

Esta fornece-nos informações importantes sobre o gosto das pessoas em relação à preferência de lugares arborizados ou não, cabendo aos responsáveis pela manutenção da floresta urbana decidir se vale ou não recrear áreas arborizadas que proporcionem melhores condições para o bem-estar humano. Além disso, a função de informação pode contribuir para o aumento do valor de propriedade, pois muitas pessoas preferem áreas residenciais arborizadas, e se a procura for alta, maior será a valorização das propriedades (Dobbs *et al.*, 2011).

2.9.3. Valor

Ao atribuir-se um valor económico a cada árvore que constitui uma floresta urbana, facilmente se perceberá se o plano estabelecido para a sustentabilidade da floresta urbana oferece mais benefícios do que custos económicos.

Com isto, percebe-se que as variáveis/indicadores de desempenho permitem-nos medir e comparar a estrutura da floresta urbana, a sua função e o seu valor nas cidades. Estes indicadores representam fatores muito importantes para um planeamento eficiente da arborização urbana.

2.10. METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DA FLORESTA URBANA

Como referenciado nos capítulos anteriores, no planeamento de florestas urbanas e da sua respetiva sustentabilidade é necessário a elaboração e indicação de critérios com objetivos específicos e indicadores de desempenho para avaliar a floresta urbana tanto a nível de estrutura, função e valor, como também a nível de custos associados às instalações e manutenções. Para tal, torna-se necessário recorrer a programas de avaliação já existentes ou então a novos programas dessa natureza que permitem quantificar e valorizar os benefícios que as árvores e florestas urbanas possam proporcionar ao ambiente, assim com os custos associados.

Para Rotermund (2012), a avaliação dos serviços dos ecossistemas proporcionados pela arborização, representa um papel de extrema importante no planeamento das florestas urbanas, principalmente na argumentação em favor da preservação, manutenção e expansão da mesma. Com esta valoração procura-se, portanto, estimar a que nível a floresta urbana encontra-se em relação aos serviços a ela atribuída.

O mesmo autor fundamenta ainda que se tem notado um grande esforço nos dias atuais no que diz respeito à quantificação do valor dos serviços dos ecossistemas, demonstrando, de forma conclusiva, que as árvores representam uma parte importante na infraestrutura de qualquer comunidade, gerando investimentos e benefícios tangíveis para os moradores urbanos. Acrescenta também que, atualmente, a análise da arborização e da avaliação dos serviços dos ecossistemas relacionados com a floresta urbana podem ser efetuados através de modelos computacionais, que por sua vez reúnem dados sobre a cobertura arbórea de uma região e, posteriormente os associam a dados de inventários locais e informações meteorológicas. Além disso, através de sistemas de informação geográfica, esses modelos geram dados na forma de mapas.

Nos EUA, as metodologias mais utilizadas para a quantificação e valorização do arvoredo urbano são: o CITY GREEN, UFORE e STRATUM. Na Europa, e em especial em Portugal, a metodologia mais utilizada para quantificação e valorização do arvoredo urbano é o modelo STRATUM (Almeida, 2006).

Todos os tipos de metodologias de avaliação de floresta urbana devem identificar e avaliar todo o arvoredo existentes na área de estudo em termos de quantidade, espécies arbóreas existentes, cobertura vegetal, distribuição e idade, taxa de crescimento e longevidade, saúde, dimensão, valor de importância, benefícios, desserviços, custo de gestão e manutenção e, área de localização (por exemplo, caracterizar e descrever o bairro em geral em termos de ruas e habitações). Portanto, a estrutura da floresta urbana, a função e o valor da mesma são aspetos importantes a serem avaliados por qualquer tipo de metodologia (Almeida, 2006).

2.10.1. City Green

Este modelo é considerado uma ferramenta de extrema importância a ser utilizado no planeamento urbano assim como também de suporte nas tomadas de decisões, funcionando desta forma como uma extensão dos Sistema de Informação Geográfica (SIG). Contribuiu para um melhor conhecimento do ecossistema urbano, e fornece-nos informações sob a forma de mapas e relatórios. Possibilita-nos calcular o valor monetário dos benefícios proporcionados pelo arvoredo utilizando para tal apenas condições específicas de cada local, assim como também elaborar análises sobre a qualidade do ar, quantidades de carbono armazenado e evitado, escoamento de águas pluviais e por fim, análise sobre o crescimento das árvores (Nowak, 2006 apud Almeida, 2006).

2.10.2. UFORE (Urban Forest Effects)

Segundo Nowak *et al.* (2002), este modelo pretende apoiar a função, gestão e investigação da estrutura arbórea. Para a realização de simulações, este modelo baseia-se em valores padrões de informação meteorológica e de dados referentes à poluição. Estes mesmos autores apontam que este modelo através de medições locais, estima informações relacionadas com:

- estrutura da floresta urbana – ou seja, analisa a composição de espécies, cobertura de copas, área foliar, estado fitossanitário do arvoredo, informações sobre arbustos e tipos de coberto vegetal, densidade de arvoredo e biomassa foliar;
- as emissões horárias dos COV_{Bs} da floresta urbana;
- as emissões horárias da eliminação de poluentes através da floresta urbana, assim como o contributo para a melhoria da qualidade do ar;

- a influência das árvores relativamente ao consumo de energia utilizada nos edifícios para condicionamento ambiental;
- quantidade de carbono total a ser armazenado e capturado pelas árvores urbanas ao longo do ano;
- a taxa de alergia provocada pelo pólen de determinadas espécies de árvores;
- a distribuição de espécies exóticas versus espécies nativas;
- a influência que o processo de transpiração das árvores para com o clima;
- o *ranking* das espécies arbóreas que mais contribuem para uma melhor qualidade do ar;
- Chances de ocorrência de controlo biológico de *Anoplophora glabripennis* e da lagarta de sobreiro (*Lymantria díspar* L.).

De uma certa forma, toda a informação que o modelo UFORE analisa é baseada em amostragens de zonas/áreas de uma cidade ou então em inventários de árvores (Almeida, 2006).

2.10.3. STRATUM (Street Tree Resource Analysis Tool for Urban Forest Managers)

Desenvolvido pelo Centro de Investigação de Floresta Urbana (*Center for Urban Forest Research – CUFR* -, *USDA Forest Service, Pacific Southwest Research Station, Davis, California*), permite-nos analisar e estimar de forma objetiva, a quantidade de serviços ecológicos anuais que o arvoredo urbano pode proporcionar à cidade. É considerado um programa de computador de fácil utilização e que permite às comunidades conduzir o seu próprio inventário do arvoredo de arruamento, parques e jardins, pois não se baseia em Sistema de Informação Geográfica, mas sim em informações básicas de uma base de dados de um inventário (Almeida, 2006). Segundo Maco & McPherson (2003) através deste programa, consegue-se obter quatro tipos de informação em relação ao arvoredo urbano:

- **estrutura** – dá-nos informações relacionadas com a composição arbórea, diversidade de espécies, estado de conservação, distribuição de idade, entre outros;
- **função** – permita-nos analisar e determinar os principais benefícios que o arvoredo proporciona à cidade a nível ambiental e estético;
- **valor** – dá-nos a informação do valor monetário anual que os benefícios arbóreos proporcionam e os respetivos custos de manutenção e gestão da floresta urbana;

- **manutenção necessária** – corresponde aos cuidados a ter com: diversidade do arvoredo; cobertura da copa das árvores; plantações; tratamentos fitossanitários; poda; e a respetiva diminuição de conflitos relacionados com infraestruturas e edifícios.

Para além dessas informações, segundo CUFR (2006), o programa STRATUM permite-nos responder a algumas questões, consideradas as mais importantes, em relação as florestas urbanas, tais como: será que os custos de gestão e manutenção são inferiores aos benefícios que provêm da arborização de arruamento? Qual é o estado em que se encontram as árvores existentes na cidade? Quais as espécies mais adequadas para a cidade em estudo? entre muitas outras questões. Segundo este mesmo autor, essas questões podem ser respondidas através de inventários completos sobre o arvoredo de arruamento, ou através de inventários por amostragem, ou ainda, por inventários já existentes. Como forma de responder a essas questões, o modelo STRATUM permita-nos quantificar os seguintes benefícios: I) quantidade de energia que é poupada/conservada; II) melhoria da qualidade do ar proporcionada pelo arvoredo; III) diminuição da concentração de CO₂ na atmosfera; IV) a redução do escoamento das águas das chuvas; V) o aumento do valor da propriedade imobiliária. Para além de quantificar os benefícios já mencionados, o STRATUM contribui ainda para otimizar os seguintes pontos (CUFR, 2006):

- o STRATUM ao determinar quais as principais espécies arbóreas que mais contribuem para o aumento do coberto vegetal, assim como as que proporcionam maiores e melhores benefícios para a sociedade, consegue otimizar o retorno ao investimento monetário empregado;
- ao apresentar os benefícios que as árvores podem proporcionar ao ambiente e à sociedade, principalmente na melhoria da qualidade de vida à sociedade devido à presença das árvores, com certeza haverá um maior apoio público;
- a análise e avaliação económica do desempenho das árvores através do orçamento anual e das despesas efetuadas, ou seja, através do orçamento e das despesas efetuadas anuais com o arvoredo se consegue verificar se a floresta urbana está a ter um bom desempenho a nível económico;
- gastos obtidos com a gestão e manutenção das árvores – com a identificação dos custos, torna-se mais fácil a elaboração de uma estratégia de planeamento;

- a identificação dos cuidados a ter com a gestão e manutenção necessários às árvores de arruamento, de forma a proporcionar e reforçar uma melhor sustentabilidade da floresta urbana.

Sendo assim, a principal função do programa STRATUM é informar os decisores quanto estes se encontrem em uma situação de incerteza em relação a uma tomada de decisão, estabelecer prioridades, e ainda, desenvolver planos e ações relacionadas ao arvoredo urbano (Almeida, 2006).

2.10.3.1. Aplicação do Modelo STRATUM à uma Cidade

Para que seja possível a adaptação do modelo STRATUM a uma respetiva região urbana, é necessário recolher, em primeira mão, dados essenciais da região em estudo para que posteriormente estas sejam inseridos no *software* do STRATUM, neste caso o *i-Tree calculator*. Em seguida, é necessário escolher uma cidade de referência nos EUA visto que o modelo STRATUM foi desenvolvido nos EUA, onde utilizaram 19 cidades da mesma para avaliar as florestas urbanas. A escolha da cidade de referência para uma área em estudo, requer principalmente, que esta tenha características semelhantes/representativas ao da área em estudo, e que também se localize perto da mesma (McPherson & Simpson, 2002). Segundo Almeida (2006), os dados a serem recolhidos para posteriormente serem inseridos no software, encontram-se relacionados com:

- relações biométricas, como por exemplo, a relação entre DAP (diâmetro à altura do peito) e a copa de cada árvore de arruamento da região, sendo que é necessário que estas caracterizam a cidade de referência;
- dados geográficos, tais como, a energia consumida em condicionamento ambiental, qualidade do ar, escoamento superficial da água das chuvas, estético, entre outros;
- valor económico dos benefícios.

2.10.3.2. Informações necessárias para o estudo de uma cidade através do programa STRATUM

Para que seja possível a realização de estudos relacionados à floresta urbana de uma cidade através do programa STRATUM, é necessário:

- Caracterizar a cidade, como por exemplo, o nome da cidade, o orçamento anual do município, o número de habitantes, entre outras características;

- Realizar cálculos relacionados aos custos de plantação, poda, remoção de árvore, controlo fitossanitário, manutenção da instalação de rega, etc.;
- Realizar estimativas do valor dos benefícios, sendo que os valores são estimados por defeito;
- Codificar as espécies arbóreas;
- Definir o tipo de inventário e elaborá-lo de acordo com o protocolo estipulado pelo programa STRATUM.

Após a realização de todas essas “tarefas” e com a sua sucessiva inserção no programa STRATUM, consegue-se obter informações sobre a estrutura da floresta urbana, função, valor e manutenção necessária.

Segundo McPherson *et al.* (2003)¹⁸, os custos de manutenção do arvoredo deverão ser obtidos através da entidade autárquica responsável pela estrutura arbórea da cidade. Em relação aos benefícios, estes devem ser calculados/estimados, utilizando para tal as curvas de crescimento e modelos numéricos que permitem caracterizar o clima regional, os edifícios, as concentrações de poluentes atmosféricos, entre outros. Os dados relacionados com a idade ou tamanho de uma determinada espécie, são fundamentais para estimar os benefícios arbóreos quantificados através das unidades de recurso (por exemplo, redução de CO₂ da atmosfera).

O STRATUM ao utilizar modelos numéricos para estimar as unidades de recurso, permite simular o contributo em termos de benefícios, de cada espécie arbórea e dentro de cada categoria de classe de DAP (Hoekstra, 2004). Relativamente aos preços, estes são definidos para cada custo – como por exemplo, custos de plantação e poda – e para cada benefício – como por exemplo, diminuição do volume de escoamento de águas pluviais – utilizando para tal estimativas diretas e avaliações implícitas dos benefícios ambientais exteriores (McPherson *et al.*, 2003)¹⁹. Estes mesmos autores deram como exemplo, o valor que o benefício de uma árvore em relação à qualidade do ar ao considerarem a seguinte possibilidade: “*se uma empresa pretende pagar \$1 por lb para instalar tecnologia que*

¹⁸ McPherson, E.G.; Simpson, J.R.; Xiao Q.; Peper, P.J.; Maco, S.E., 2003. *Benefit-Cost Analysis of Fort Collins' Municipal Forest*. Center for Urban Forest Research, USDA Forest Service, Pacific Southwest Research Station. 39 pp.

¹⁹ McPherson, E. G.; Simpson, J.R.; Peper, P.J.; Xiao, Q.; Maco, S.E.; Hoefer, P.J., 2003. *Northern mountain and prairie community tree guide: benefits, costs and strategic planting*. Center for Urban Forest Research, USDA Forest Service, Pacific Southwest Research Station

reduza emissões, então o valor de uma árvore que absorve e intercepta 1 lb²⁰ da poluição do ar deve valer \$1”.

No presente trabalho, dos três modelos de análise descritos, optou-se pelo modelo STRATUM, pois é um modelo que exige informações prévias de uma cidade de referência, que permita analisar o desempenho das árvores e escolher as espécies mais adequadas para uma cidade, que permita otimizar os custos associados à manutenção da floresta urbana, e por fim, que permita avaliar de forma monetária se os benefícios proporcionados pela arborização urbana são superiores aos custos de manutenção ou não. Porém, não será considerado a análise custo-benefício das arbóreas, pois trata-se apenas de uma aproximação da realidade arbórea do Mindelo a uma das cidades de referência nos EUA. Além disso, não nos foi disponibilizado informações concretas sobre os custos de manutenção do arvoredo do bairro e da cidade pela entidade responsável pelo arvoredo, o que torna impossível concretizar esta tarefa.

Uma vez que o nosso objetivo não é analisar o custo-benefício, propomos então a elaboração de estudos futuros sobre esta temática de modo que seja possível analisar se a floresta urbana dos bairros da cidade do Mindelo, oferece mais custos ou benefícios.

²⁰ 1 lb = 0,45359237 Kg

CAPÍTULO 3

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1. ÁREA DE ESTUDO

A ilha de São Vicente pertence ao grupo das ilhas da região do Barlavento, encontra-se localizada a noroeste do arquipélago de Cabo Verde, entre as ilhas de Santo Antão e Santa Luzia (Figura 8). Assim como todas as outras ilhas de Cabo Verde, a ilha de São Vicente também é de origem vulcânica, possuindo uma superfície de 227 quilómetros quadrados (INGT Cabo Verde). Apesar do Monte Verde ser o seu ponto mais alto, cerca de 774 metros de altitude, o Monte Cara é a elevação mais conhecida da ilha devido à sua semelhança com um rosto humano a observar o céu. A sua descoberta ocorreu no dia 22 de janeiro de 1462, dia do Santo que lhe deu jus ao nome, sendo o seu descobridor o navegador português Diogo Afonso. Até meados do século XIX, manteve-se praticamente desabitada (Medina, 2009).

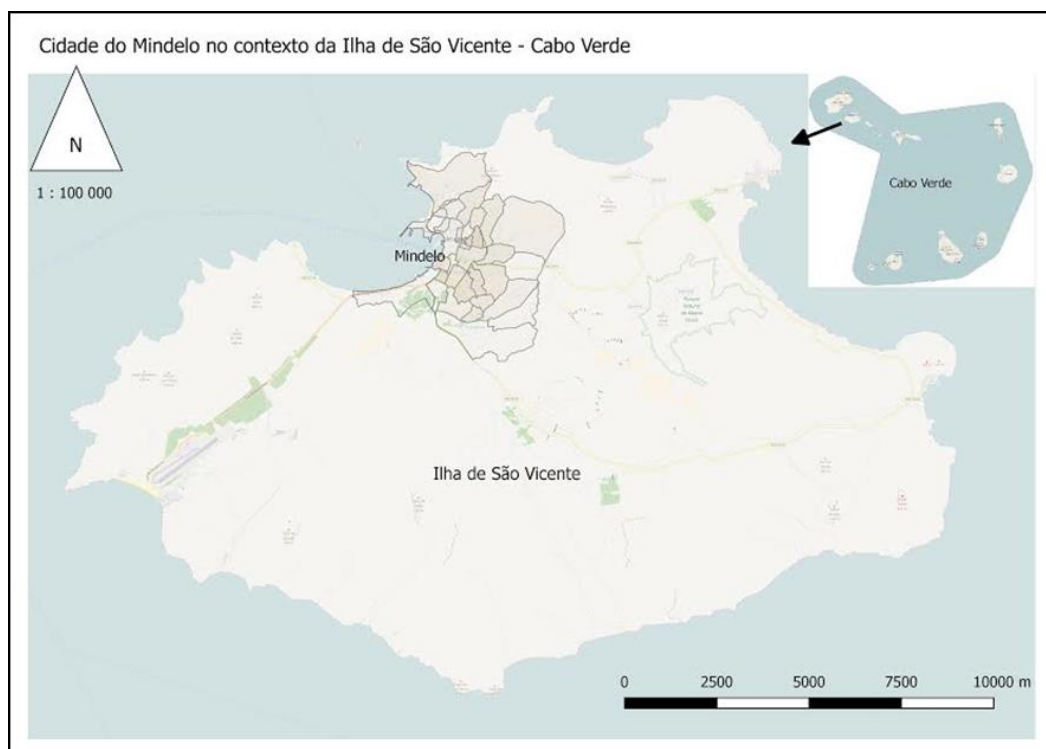


Figura 8 – Localização da Cidade do Mindelo na ilha de São Vicente, Cabo Verde – Fonte: autor

O desenvolvimento do Mindelo, a capital da ilha de São Vicente, tem na sua base as atividades portuárias. Os ingleses, em 1838, instalaram um depósito de carvão que servia

de reabastecimento de navios em rotas atlânticas, tornando assim o seu porto – Porto Grande – uma escala transatlântica obrigatória para navios de diversas nacionalidades. Com isto, a cidade do Mindelo passou a ser a segunda maior cidade do país, passando o porto a ter não só uma enorme importância a nível económica, social e cultural para o Mindelo, como também para todo o arquipélago (Medina, 2009).

A influência portuguesa e britânica nesta cidade é notada até hoje nos arruamentos e na arquitetura dos edifícios do centro urbano – a chamada Morada – como é exemplo a Câmara Municipal, o Palácio do Governo, a Avenida Marginal, a Pracinha da Igreja, a réplica da Torre de Belém de Lisboa, a Alfândega Velha, e o Fortim d’el-Rei.

Atualmente, a cidade apresenta uma expansão territorial devido ao aumento populacional da mesma sendo esta estipulada em 69904 habitantes, conforme os dados da INE apurados no CENSO de Cabo Verde no ano 2010 (INE Cabo Verde). O centro colonial – designada de Morada - é a zona onde o sistema urbano se encontra mais bem estruturado.

Segundo os dados do INE de Cabo Verde, a cidade é constituída por 34 bairros no total, sendo eles: Alto Santo António, Alto Miramar, Alto Morabeza, Alto São Nicolau, Alto Solarine/Forca, Atrás do Cemitério/Sul, Bela Vista/Pedreira, Campinho, Centro Cidade/Morada, Chã de Alecrim/Matiota, Laginha, Chã de Cemitério, Chã de Monte Sossego, Chê Guevara, Cruz João Évora, Dji D’Sal, Fernando Pó, Fonte Cónego, Fonte Filipe, Fonte Francês, Fonte Inês/Espia, Fonte Meio/Madeiralzinho, Fortinho/Escola Técnica, Horta Seca, Monte/Craca, Monte Sossego, Pedra Rolada, Ribeira da Craquinha, Ribeira de Julião, Ribeira de Passarão, Ribeirinha, Ribeira Bote/Torrada, Vila Nova/Lombo Tanque, Zona Industrial Sul e por último a Zona Militar.



Figura 9 – Estruturação da Cidade do Mindelo em relação aos bairros – Cabo Verde – Fonte: autor

Os bairros de Chê Guevara e Fonte do Meio, são ocupados com residências unifamiliares e plurifamiliares amplas e luxuosas, assim como os bairros de Alto de São Nicolau e Monte, onde se encontra, principalmente, habitações pertencentes a emigrantes regressados. Já o bairro de Chã do Monte do Sossego contém, na sua urbanização, blocos de apartamentos. Fora desse contexto, a urbanização é mais ou menos caótica, tal como nos bairros da Ribeirinha, Lombo de Tanque, Espia, com modestas casas de tijolo ao lado de casas extravagantes (normalmente casas de emigrantes) assim como, casas extremamente precárias (barracas de lata/chapa). Nesta cidade, quanto mais afastado forem as habitações do centro urbano e das principais ruas e avenidas, maior é a probabilidade de encontrarmos bairros pobres com condições habitacionais extremamente precárias, dando assim uma percepção de subdesenvolvimento a quem visita a ilha.

O bairro em estudo - Ribeira Bote/Torrada, Figura 10 – possuía em 2010 uma população de 3956 habitantes dos 69904 habitantes da cidade. Ocupa uma área de 35,2 hectares e uma densidade populacional de 112,48 hab/ha. (INE Cabo Verde, 2010).

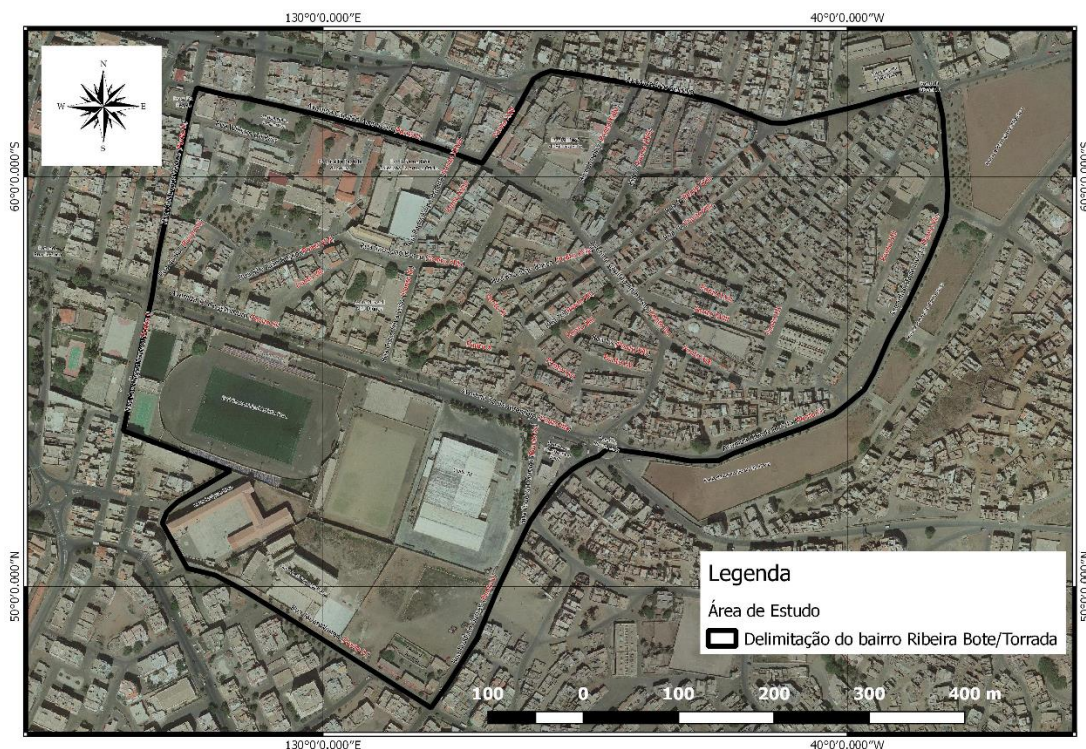


Figura 10 – Limite do bairro de Ribeira Bote/Torrada – Fonte: autor

A estrutura habitacional do bairro varia desde casas modestas a habitações extremamente precárias. Muitos dos arruamentos não apresentam pavimentos adequados sendo que algumas são de terra batida.

3.2. SITUAÇÃO DAS ÁRVORES

De acordo com a situação em que se encontram implementadas as arbóreas no bairro (Figura 11), verifica-se que as *trincheiras* representam a situação mais frequente com 57%. Para esta situação foram contabilizadas as árvores que se encontravam nos pequenos espaços verdes tanto públicos como privados, sendo a maioria pertencente a espaços verdes privados. Relativamente às *caldeiras*, nestas foram contabilizadas 36% do arvoredo de arruamento. Embora esta situação represente uma percentagem baixa (7% do arvoredo em *espaços abandonados*), consideramos que é uma percentagem relevante, pois significa que a maioria dos lugares onde se encontram árvores no bairro, de uma certa forma, foram planeadas.



Figura 11 – Caracterização das situações em que cada árvore se encontra implementada – Fonte: autor

3.2.1. Tipologia de localização urbana

Na Figura 12 encontra-se representado as tipologias de situação urbana no bairro. Com 63% temos a tipologia de *espaços verdes de enquadramento*, sendo que foram considerados para esta tipologia todas as árvores associadas a habitações, escolas, instituições/empresas entre outras. Esta tipologia representa a maior percentagem. Dando lugar à tipologia *passeio*, esta representa 29% do arvoredo do bairro. Nesta, considerou-se praticamente todo o arvoredo de arruamento, sendo que algumas que poderiam ser considerados nesta tipologia foram atribuídos à tipologia de *espaços verdes de enquadramento*. Na tipologia *Praça/Jardim* com 8%, foram considerados todas as arbóreas presentes em espaços de repouso e recreios, embora em muitas situações verificaram-se condições precárias de proteção das árvores e equipamentos.

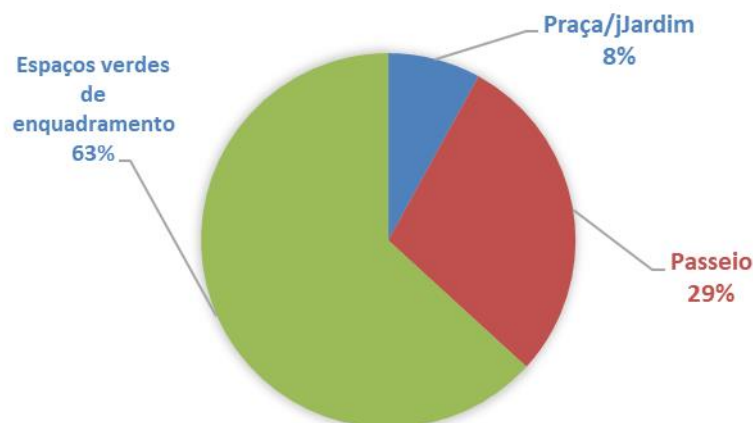


Figura 12 – Classificação dos espaços arborizados no bairro – Fonte: autor

3.2.2. Fatores limitantes

A Figura 13 apresenta os fatores considerados neste trabalho como condicionantes do desenvolvimento das árvores, tanto em espaços públicos como em privados, no bairro de Ribeira Bote/Torrada. Na área em estudo verificou-se que as árvores não apresentam grandes constrangimentos ao seu desenvolvimento, pois observou-se que cerca de 75% das árvores inventariadas não apresentam qualquer fator limitante.



Figura 13 – Fatores limitantes ao desenvolvimento das árvores – Fonte: autor

Dos três fatores limitantes considerados, as *caldeiras* foram as que maior percentagem obteve (Figura 13). Neste fator limitante, com 21%, foram considerados os problemas

relacionados com o solo, onde se verificou solos com pouquíssima matéria orgânica, compactados, pouca área disponível para infiltração da água das regas e pluviais, e caldeiras inapropriadas com insuficiência para o desenvolvimento radicular (Figura 14).



Figura 14 - Caldeiras inapropriadas e solos inadequados - Fonte: Arquivo do autor (Março, 2017)

As podas, com 3% de representatividade, foram consideradas também como um outro fator condicionante ao desenvolvimento das árvores, pois quando são mal efetuadas podem reduzir a capacidade de armazenamento de CO₂ das árvores, e provocarem feridas. Verificou-se ainda situações em que as árvores são condicionadas pela presença de outras árvores/plantas criando problemas de estabilidade da árvore e impedindo-as de terem um crescimento natural (Figura 15).



Figura 15 - Podas mal efetuadas e inexistência de algumas – Fonte: Arquivo do autor (Março, 2017)

Por último, temos os tutores com apenas 1% de representatividade. Quando estes são mal aplicados ou inexistentes, podem sim ser considerados fatores limitantes ao desenvolvimento normal das árvores (Figura 16). Na área de estudo verificou-se tutoragem com atilhos inadequados provocando feridas nos troncos das árvores. Ainda dentro desta tipologia, considerou-se também os maus tratos. Como exemplo, temos a terceira imagem da

Figura 16, onde são utilizados pedaços de vidro no tronco da árvore como forma de garantir que os frutos não sejam retirados por moradores da região e da vizinhança.



Figura 16 - Tutores mal aplicados e maus tratos – Fonte: Arquivo do autor (Março, 2017)

3.3. APLICAÇÃO DO MODELO STRATUM

De modo a que fosse possível a “adaptação” do programa STRATUM à realidade do bairro de Ribeira Bote/Torrada, começou-se por analisar as cidades Americanas que apresentassem características mais parecidas com o Mindelo, tanto a nível climático como a nível do arvoredo. A cidade de Glendale, pertencente ao Estado do Arizona (EUA), foi a que melhor se ajustou às características da cidade do Mindelo. A cidade de Honolulu no Havaí, em termos de temperatura, é a que mais se aproxima do Mindelo, mas por outro lado, apresentou precipitação muito superior à cidade do Mindelo, pelo que a possibilidade de escolhermos essa cidade como de referência para a adaptação do modelo STRATUM ao bairro foi descartada, pois no Mindelo a precipitação ao longo do ano é extremamente escassa, como se pode verificar na Figura 17.

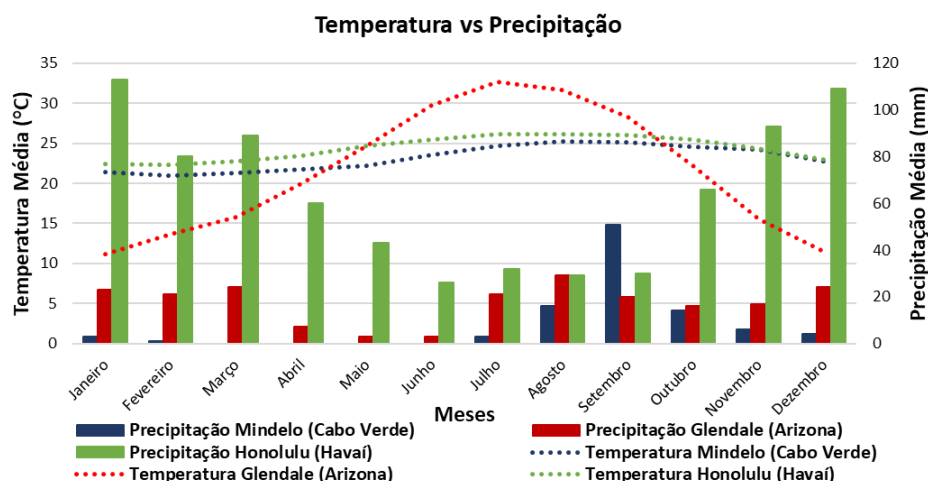


Figura 17 - Temperatura versus Precipitação das Cidades do Mindelo, Glendale e Honolulu - Fonte: autor

Sendo assim, utilizou-se no método STRATUM, dados da cidade de Glendale para estimar os serviços prestados pelas árvores – para a escala temporal ano -, sendo os resultados dessa cidade utilizados para descrever o comportamento das arbóreas do bairro em relação aos benefícios. Portanto, os resultados discutidos nos capítulos seguintes, referem-se a valores obtidos a partir de dados pertencentes à cidade de Glendale, exceto os DAP (Diâmetro à Altura do Peito), e por isso este trabalho deve ser visto como um trabalho experimental. Com os resultados, embora saibamos que alguns dados como por exemplo a temperatura, o nível de poluição, os custos de manutenção são bem diferentes aos da cidade do Mindelo, consegue-se fazer uma aproximação de como a floresta urbana do bairro se comportaria caso os parâmetros fossem do Mindelo. Com isto, tornar-se-á mais fácil a realização de um possível planeamento e manutenção da floresta urbana do bairro de forma mais sustentável no presente e no futuro, pois facilita a análise das espécies identificando quais as mais adequadas para uma certa área do bairro, quais as zonas com maior carência arbórea, quais as zonas com maiores potencialidades para uma possível intervenção, a quantidade de benefícios prestados pelas árvores do bairro, e quais as zonas/áreas mais bem servidas ecologicamente.

Para a realização da comparação entre as características, relativamente à temperatura e precipitação, de cada cidade de referência do STRATUM com o Mindelo, utilizou-se dados encontrados no site Climate-Date (Climate-Date.org, 2015).

O presente trabalho iniciou-se então com a recolha de dados na área em estudo para o inventário das árvores do bairro de Ribeira Bote/Torrada, servindo como auxílio um protocolo/grelha de recolha de dados e um mapa do bairro (Figura 18).

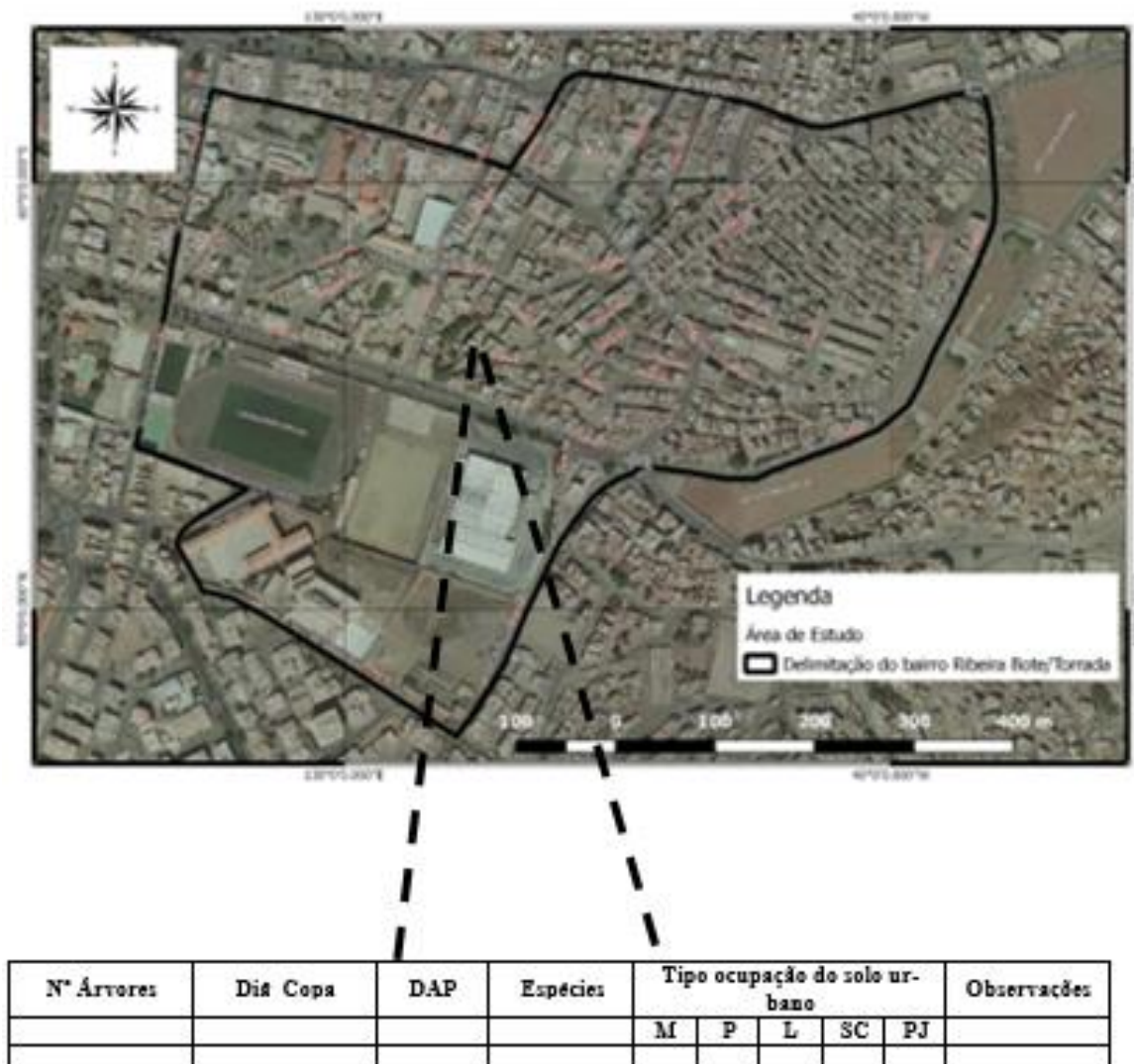


Figura 18 – Mapa do bairro e o respetivo protocolo de recolha de dados utilizado no inventário – Fonte: autor

De modo a que fosse possível aplicar este inventário ao modelo STRATUM, foi necessário conter na grelha (Figura 18) as seguintes informações exigidas nos protocolos do modelo:

- o número de identificação da árvore – cada árvore tem de estar associado a um único número, permitindo-nos assim distingui-las dentro do bairro assim como também, possibilitar a contagem total de árvores. Sendo assim, atribuiu-se a cada

indivíduo arbóreo um número como pedido nos protocolos do modelo STRATUM;

- diâmetro à altura do peito (DAP) – o DAP deve ser medido a 1,37 metros do solo, atribuindo para tal um valor em centímetros. Para a realização da medição do DAP, utilizou-se uma fita de diâmetros aplicada no tronco da árvore. No caso da árvore possuir uma irregularidade, deve-se ajustar então o local de medição; se a árvore possuir vários troncos, ou seja, multicaule, deve-se medir todos os troncos, somando todas as medições de modo que se obtenha o valor final para a árvore. Durante as medições, ocorreu-se situações de irregularidade e da existência de vários troncos, onde foi considerado o caule com maior DAP e posteriormente multiplicado pelo número total de caules.
- Ocupação do solo urbano – deve-se identificar o tipo de ocupação do solo de acordo com o local onde a árvore se está a desenvolver, sendo estes classificados como: a) casa residencial unifamiliar; b) apartamentos; c) comercial/industrial; d) pequena área comercial; e) jardim/parque;
- Identificar a espécie botânica;
- Estimar o diâmetro de copa – esta informação foi conseguida através de fotografias aéreas do bairro anexadas ao Software QGIS, onde posteriormente foi estimado o diâmetro de copa das arbóreas;
- Outras observações – requer informações associadas ao tipo de plantação, estado de conservação, proprietário da árvore, entre outros.

As medições decorreram durante o mês de Março do ano 2017, a época do ano em que as temperaturas se encontram mais baixas na cidade do Mindelo e no país. O diâmetro de copa de cada árvore foi obtido a partir do software QGIS onde foi inserido uma fotografia aérea do bairro com a estrutura arbórea, tornando assim possível a sua medição. A medição de todas as copas não foi possível, pois a base de dados encontrava-se desatualizada, sendo a imagem aérea disponível com a resolução que este exercício exige, referente ao ano 2010. Após a realização do inventário, a informação foi inserida no Excel, onde foram realizados novos cálculos, tais como o raio, área basal e o diâmetro de tronco das árvores, pois durante o inventário foram medidos os perímetros à altura do peito (PAP) e não os DAP.

Para tal utilizou-se as seguintes fórmulas:

$$Raio = \frac{PAP}{2 * \pi}$$

$$Área\ basal = n^{\circ}\ tronco * \pi * r^2$$

$$Diâmetro = \frac{PAP}{\pi}$$

em que ‘PAP’ representa o perímetro à altura do peito, e ‘r’ o raio.

Após o cálculo do diâmetro (DAP), procedeu-se à estimativa dos benefícios de cada espécie através do programa *i-tree Calculator* (Figura 19 e Figura 20), sendo necessário converter primeiro centímetros em polegadas. Os resultados desta análise são apresentados no capítulo seguinte.

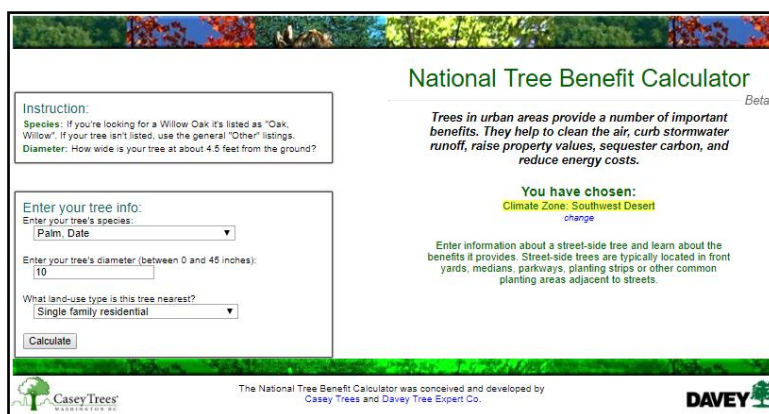


Figura 19 – Introdução de dados no simulador i-tree Calculator – Fonte: National Tree Benefit Calculator

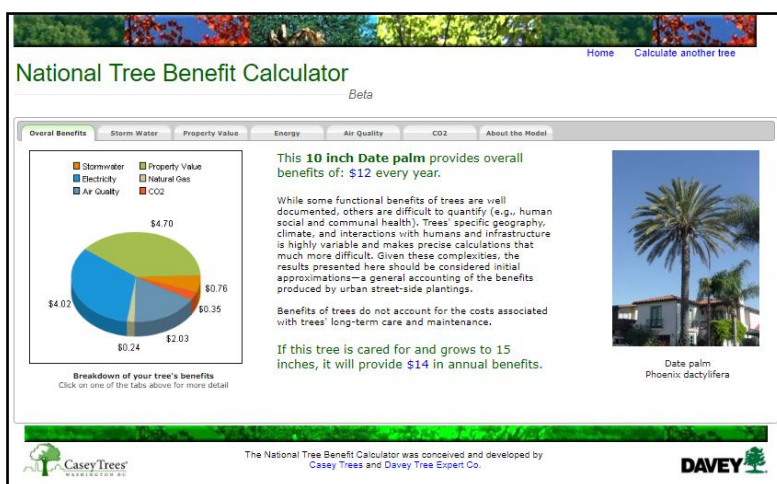


Figura 20 – Resultados da simulação – Fonte: National Tree Benefit Calculator

Na Tabela 5 apresentam-se as espécies arbóreas estudadas e as respetivas espécies do STRATUM consideradas correspondentes, a fim de poder-se aplicar o modelo ao bairro. Devido há falta de algumas espécies no STRATUM equivalentes às do bairro, atribuiu-se então categorias às espécies não encontradas, sendo as espécies não encontradas no STRATUM atribuídas à categoria do STRATUM de “*Broadleaf evergreen small*”.

Tabela 5 - Espécies arbóreas existentes no bairro Ribeira Bote/Torrada

Espécies Arbóreas do bairro Rº Bote/Torrada		Espécies Correspondentes do STRATUM
Nome Popular	Nome Científico	
Acácia Americana	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC	<i>Mesquite</i>
Acácia Leucena/Linhaço	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) De wit.	<i>Mimosa Albizia julibrissin</i>
Acácia-rubra	<i>Delonix regia</i> (Hook.) Raf.	<i>Royal poinciana</i>
Amendoeira	<i>Terminalia catappa</i> L.	<i>Broadleaf evergreen small</i>
Bela-sombra	<i>Thespesia populnea</i> (L.) Soland	<i>Broadleaf evergreen small</i>
Bombardeiro	<i>Calotropis procera</i> (Aiton) W.T. Aiton	<i>Broadleaf evergreen large</i>
Borracha	<i>Ficus elastica</i> Roxb. Ex Hornem	<i>Broadleaf evergreen small</i>
Cuxim	<i>Azadirachta indica</i>	<i>Pride of India</i>
Goiabeira	<i>Psidium guajava</i>	<i>Broadleaf evergreen small</i>
Groselha/Azedinha	<i>Phyllanthus acidus</i> (L.) Skeels	<i>Broadleaf evergreen small</i>
Mangueira	<i>Mangifera indica</i>	<i>Broadleaf evergreen small</i>
Moringa	<i>Moringa oleifera</i> Lam.	<i>Broadleaf evergreen small</i>
Oliveira	<i>Olea europaea</i>	<i>Broadleaf evergreen small</i>
Palmeira leque	<i>Washingtonia filifera</i> (Linden ex André) H. wendl. Ex de Bary	<i>Palm, California</i>
Papaeira	<i>Carica papaya</i>	<i>Broadleaf evergreen small</i>
Pinhão	<i>Annona muricata</i> L.	<i>Broadleaf evergreen small</i>
Pinheiro/Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	<i>Ironwood Casuarina equisetifolia</i>
Pitanga	<i>Eugenia Uniflora</i> L.	<i>Broadleaf evergreen small</i>
Rosa-quirela/Loendro	<i>Nerium oleander</i> L.	<i>Oleander Nerium oleander</i>
Tamareira	<i>Phoenix dactylifera</i> L.	<i>Palm, Date</i>
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i> L.	<i>Broadleaf evergreen small</i>

Como mencionado anteriormente, nem todas as espécies arbóreas do bairro foram encontradas na cidade de Glendale, nem os equivalentes. Sendo assim, optou-se por comparar os efeitos das árvores do bairro, apenas as espécies dominantes e que apresentassem as mesmas características ou então semelhantes aos de Glendale.

Após a elaboração da estimativa dos serviços prestados pelas árvores no bairro Ribeira Bote/Torrada, elaboraram-se gráficos no Software Excel com a informação obtida das principais espécies, ou seja, com maiores números de repetições ao longo do bairro, com o intuito de compararmos quais as espécies com maior desempenho a nível do sequestro de poluentes atmosféricos, em especial o CO₂ atmosférico, a diminuição do escoamento

superficial da água das chuvas, a poupança energética, e o aumento do valor de propriedade imobiliária.

Posteriormente, estudaram-se novas espécies de árvores capazes de trazerem benefícios promissores ao bairro, e que ajudassem no aumento da biodiversidade de espécies e da cobertura arbórea. Com isto, tornar-se-á muito mais fácil e viável, a elaboração de uma proposta de intervenção no bairro de Ribeira Bote/Torrada.

A proposta de intervenção tem como principal objetivo, fortificar a cobertura arbórea do bairro, apostar na biodiversidade, mostrar quais as melhores espécies a serem introduzidas, quais as espécies existentes no bairro a serem fortalecidas, quais as ruas/avenidas que necessitam de intervenções, quais os cuidados a se ter ao escolher uma espécie arbórea para a arborização urbana, e principalmente, mostrar de forma mais coerente, a importância que cada árvore tem dentro de uma cidade urbana.

Os resultados obtidos para quantificar os serviços prestados pelas árvores estudadas no bairro encontram-se apresentados no capítulo seguinte, sendo importante relembrar que esses resultados não são exatos, mas sim uma aproximação, visto que se trata de uma possível adaptação do método STRATUM à realidade do bairro Ribeira Bote/Torrada. Importante ainda mencionar que após a simulação, obtiveram-se resultados em que as unidades inicialmente eram em galões, dólar e pounds, sendo estes posteriormente convertidos em litros, euros e quilogramas.

Como forma de uma melhor leitura da metodologia utilizada nesta Dissertação, na Figura 1 do Anexo 2 apresentam-se as principais etapas da metodologia.

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. A FLORESTA URBANA DO BAIRRO RIBEIRA BOTE/TORRADA

A cidade do Mindelo, em termos de espaços urbanos arborizados, encontra-se bem apetrechada em algumas das suas zonas. Ao longo da cidade podem identificar-se várias tipologias de espaços públicos arborizados, tais como, praças, praçetas, jardins públicos, ruas, passeios, parque infantil e largos, caracterizando desta forma a sua malha urbana. Os separadores centrais das grandes avenidas do Mindelo representam a marca emblemática da cidade, devido às suas magníficas tamareiras “*Phoenix dactylifera*”.

Apesar de existir na cidade, principalmente no centro urbano, alguns espaços públicos e privados arborizados, a presença da vegetação arbórea na cidade é escassa e extremamente pobre em termos de diversidade de espécies. Ao longo dos bairros verifica-se a necessidade de apetrechar os mesmos com novos espaços públicos com árvores, principalmente nos bairros consolidados, bem como também as que vêm sendo requalificadas e as de expansão. A presença arbórea nos espaços públicos proporciona sombra para o descanso da população que as procuram para aliviarem-se dos problemas do dia-a-dia, como também proporcionam alguns benefícios para o ambiente, como referenciado nos capítulos anteriores. Assim, é de extrema importância que as autoridades municipais elaborem estratégias de planeamento relativamente à estrutura arbórea das cidades, pensando nos vários benefícios que a vegetação arbórea pode proporcionar. Para tal, é necessário e de extrema importância uma seleção criteriosa do material vegetal.

A estrutura arbórea da ilha de São Vicente é planeada e realizada por duas entidades: a Câmara Municipal de São Vicente - que é a responsável pela arborização urbana -, e a Associação dos Amigos da Natureza - que é uma organização não governamental responsável pela arborização não urbana.

Dentro da cidade, como citado anteriormente, a arborização é da responsabilidade da Câmara Municipal de São Vicente, fazendo parte desta mancha verde algumas espécies arbóreas tais como, o Cuxim (*Azadirachta indica*), Palmeira-leque (*Washingtonia filifera*), Tamareiras (*Phoenix dactylifera*), entre outras. Para rega, utilizam a água proveniente da

ETAR (Estação de Tratamento de Água Residual) situada na zona da Ribeira de Vinha, sendo este processo realizado duas vezes por semana apenas em espécies arbóreas recém-plantadas. As mudas são cultivadas num viveiro pertencente à Câmara Municipal de São Vicente, localizada também na zona de Ribeira de Vinha.

O bairro em estudo apresenta uma estrutura arbórea escassa e pobre em termos de diversidade. Através do inventário realizado, verificou-se que as espécies mais frequentes ao longo do bairro são: Cuxim (*Azadirachta indica*), Tamareira (*Phoenix dactylifera*), Acácia-americana (*Prosopis juliflora*), Palmeira-leque (*Washingtonia filifera*), Bela-sombra (*Thespesia populnea*), Tamarindo (*Tamarindus indica*), Acácia-rubra (*Delonix regia*), Acácia-leucena (*Leucaena leucocephala*), e por fim, Amendoeira (*Terminalia catappa*). Apesar de existir alguns espaços públicos, tais como praças, pracetas e largos, com alguma presença arbórea no bairro, estas precisam de algumas intervenções a nível de arranjo paisagístico, proteção e conservação, de modo que seja possível obter uma melhor conformação e consolidação destas estruturas, pois verificou-se sinais de má conservação em alguns indivíduos arbóreos.

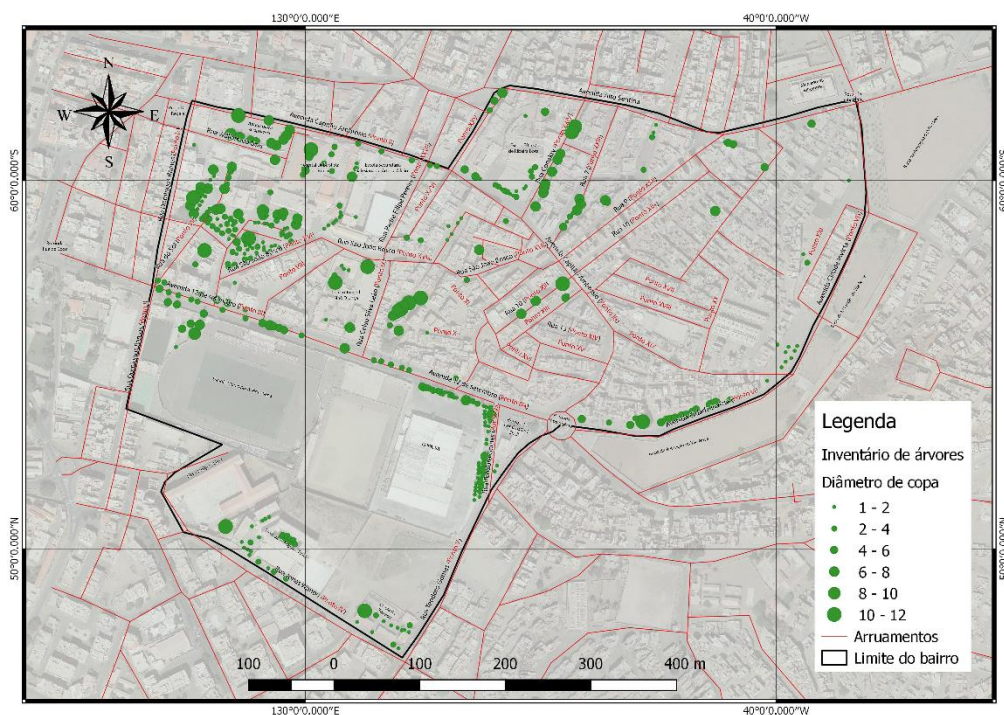


Figura 21 – Estrutura da Floresta Urbana no bairro Ribeira Bote, Mindelo, Cabo Verde - Fonte: autor

Durante o trabalho de campo verificou-se muitos casos onde a distância entre uma árvore e uma habitação era muito pequena pondo estas em perigo, pois em alguns casos a espécie encontrada era de grande porte e com raízes agressivas. Devido a este tipo de situações,

muitos residentes pedem o abate das árvores, mostrando uma grande indignação com a presença das mesmas perto das suas habitações. Em outras situações, observou-se árvores em espaços mal estruturados e sem quaisquer condições para o bom desenvolvimento das mesmas, dando-nos a impressão de que estas foram abandonadas à sua sorte ou então que foram inseridas de qualquer maneira. Observou-se ainda obras de requalificação em algumas ruas do bairro, mas sem contemplar espaços arbóreos.

De modo a que se tenha uma melhor perceção das principais espécies existentes no bairro, estas encontram-se ilustradas e caracterizadas conforme as imagens apresentadas nas Figuras 1-9 do Anexo 1.

4.2. ANÁLISE QUANTITATIVO DAS ÁRVORES NO BAIRRO RIBEIRA BOTE/TORRADA

Foram inventariados para o bairro de Ribeira Bote/Torrada, trezentas e setenta (370) árvores no total, pertencentes a 22 espécies, 22 géneros e 15 famílias diferentes, em que a *Azadirachta Indica* (Cuxim) soma a maior quantidade de árvores em relação a todas as espécies existentes no bairro. A distribuição da quantidade de árvores por espécies presentes no Bairro são apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 - Quantidade de árvores existentes no bairro Ribeira Bote/Torrada – Fonte: autor

Espécies de Árvores	Nome Científico	Quantidade por espécie
Acácia Americana	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC	38
Acácia Leucena/Linhaço	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) De wit.	10
Acácia-rubra	<i>Delonix regia</i> (Hook.) Raf.	11
Amendoeira	<i>Terminalia catappa</i> L.	9
Bela-sombra	<i>Thespesia populnea</i> (L.) Soland	19
Bombardeiro	<i>Calotropis procera</i> (Aiton) W.T. Aiton	1
Borracha	<i>Ficus elastica</i> Roxb. Ex Hornem	1
Cuxim	<i>Azadirachta indica</i>	155
Goiabeira	<i>Psidium guajava</i>	2
Groselha/Azedinha	<i>Phyllanthus acidus</i> (L.) Skeels	1
Mangueira	<i>Mangifera indica</i>	6
Moringa	<i>Moringa oleifera</i> Lam.	1
Não identificada		3
Oliveira	<i>Olea europaea</i>	1
Palmeira leque	<i>Washingtonia filifera</i> (Linden ex André) H. wendl. Ex de Bary	25

Espécies de Árvores	Nome Científico	Quantidade por espécie
Papaeira	<i>Carica papaya</i>	2
Pinhão	<i>Annona muricata L.</i>	1
Pinheiro/Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia L.</i>	2
Pitanga	<i>Eugenia jambos</i>	1
Rosa-quirela/Loendro	<i>Nerium oleander L.</i>	1
Tamareira	<i>Phoenix dactylifera L.</i>	67
Tamarindo	<i>Tamarindus indica L.</i>	13
Total	21	370

Na Figura 22 – que representa a percentagem de família de árvores presentes no bairro em estudo -, observa-se que existem três tipos de famílias arbóreas predominantes no bairro Ribeira Bote/Torrada. A família dos Meliaceae, pertencente à espécie *Azadirachta indica*, possui um certo domínio em relação às outras famílias ocupando desta forma um percentual de 42%. Já as famílias Arecaceae, pertencente às espécies arbóreas de *Washingtonia filifera* e *Phoenix dactylifera*, apresentam um total de 25% e as famílias Fabaceae um total de 20% sendo estes pertencentes às espécies *Tamarindus indica*, *Delonix regia*, *Leucaena leucocephala* e *Prosopis juliflora*. As restantes famílias são representadas por pequenas percentagens, sendo que em algumas, o percentual é nulo, como é o caso das famílias de Annonaceae – pertencente à espécie *Annona muricata* “Pinhão” -, Moraceae – pertencente à espécie *Ficus elastica* “Borracha” -, Moringaceae – pertencente à espécie *Moringa oleífera* “Moringa” -, Oleaceae – pertencente à espécie *Olea europaea* “Oliveira” -, e por último, a Phyllanthaceae – pertencente à espécie *Phyllanthus acidus* “Groselha”.

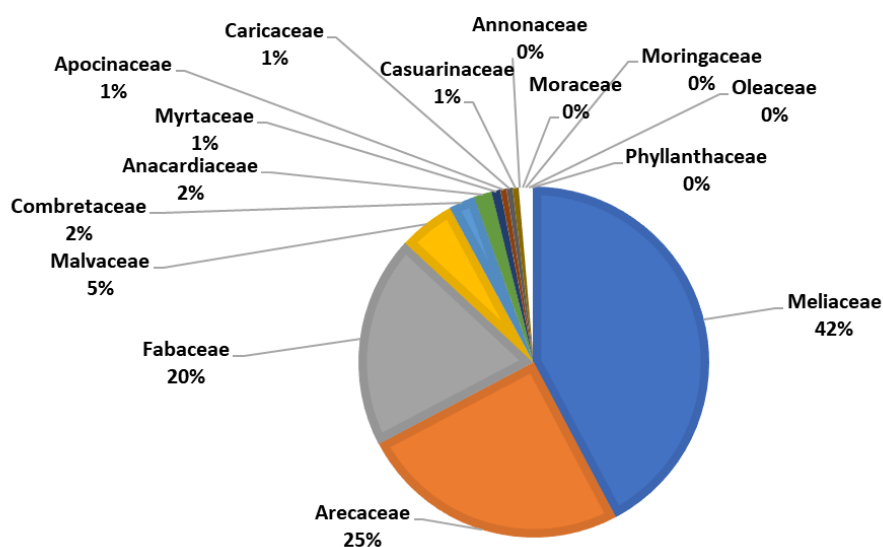


Figura 22 - Percentagem de famílias arbóreas existentes no bairro R° Bote/Torrada - Fonte: autor (2017)

Relativamente à regra dos 30-20-10 (ver página 26) que refere que numa determinada região não é aconselhável a presença de mais de 30% de árvores da mesma família, verificou-se que dentro da área em estudo, a *Azadirachta indica* – Cuxim – não cumpre essa regra, pois o seu percentual é superior aos 30% impostos pela regra de plantação. Isto levamos a crer que existe então um excesso de *Azadirachta indica* nas zonas do bairro. Para tal, acredita-se que devem ser incrementadas outras espécies pertencentes às famílias que não ultrapassam os 30% impostos pela regra. Para além desta alteração, acredita-se que se deve apostar na introdução de novas espécies arbóreas, sendo necessário para tal a realização, em primeira mão, de estudos relacionados com as condições de crescimento e adaptabilidade das novas espécies a serem introduzidas, o que ajudará no aumento da biodiversidade arbórea do bairro.

Já na Figura 23 – representa a percentagem de género das árvores existentes no bairro em estudo -, observa-se a distribuição percentual das árvores do bairro com o mesmo género, sendo a *Azadirachta* (42%), a que possui a maior parte em relação aos outros géneros arbóreos. De uma forma geral, verificou-se que a quantidade de árvores do mesmo género (Figura 23) com percentagem nula, é maior que as árvores pertencentes à mesma família (Figura 22).

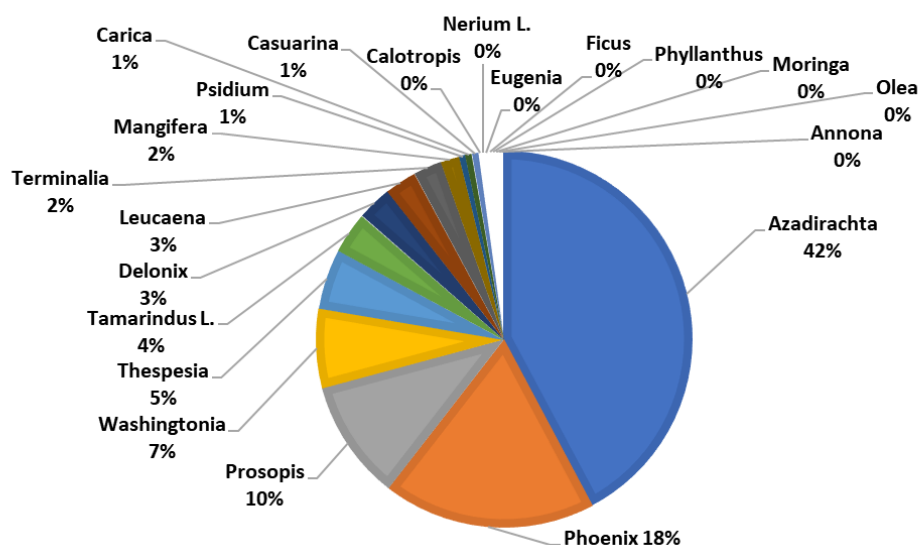


Figura 23 - Percentagem de género arbóreo existente no bairro R° Bote/Torrada

Na Figura 24 observa-se a existência de duas espécies - *Azadiractha indica* (Cuxim) com 42% e a *Phoenix dactylifera* (Tamareira) com 18% - que não cumprem a regra explícita por Santamour (1990) relativamente às espécies, pois segunda a regra, só podem existir igual ou inferior a 10% de árvores da mesma espécie numa determinada área. Já a *Prosopis juliflora* (Acácia americana) com 10% encontra-se no limite. Com os resultados obtidos e representados na mesma figura, verifica-se que no bairro de Ribeira Bote/Torrada há a necessidade de abdicar do plantio de novas *Azadiractha indica* e *Phoenix dactylifera*, assim como também existe a necessidade de apostar no incremento das restantes espécies arbóreas existentes no bairro que apresentaram valores inferiores a 7%. Além disso, existe também a necessidade de apostar e introduzir novas espécies arbóreas de modo a aumentar a biodiversidade vegetal arbóreo do bairro.

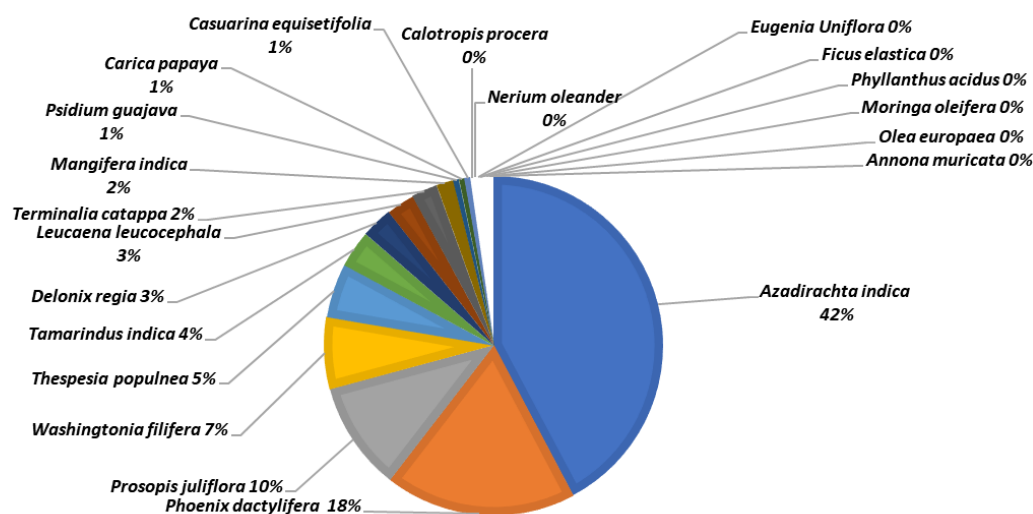


Figura 24 - Percentagem de espécies arbóreas existentes no bairro R° Bote/Torrada

Na Tabela 7 encontram-se representados os resultados da estimativa dos serviços totais prestados pelas espécies arbóreas mais numerosos do bairro. Pela análise dos dados conclui-se que as espécies que mais benefícios trazem para o ambiente e para a economia do bairro são a *Azadirachta indica*, *Prosopis juliflora*, *Phoenix dactylifera*, e *Tamarindus indica*, embora a *Azadirachta indica* e *Prosopis juliflora* apresentaram valores bastantes próximos relativamente à drenagem de águas pluviais. Contudo, verificou-se que a *Prosopis juliflora*, mesmo tendo um número inferior de indivíduos em comparação aos de *Azadirachta indica*, ainda sim, conseguiu obter excelentes resultados em relação aos serviços ecossistémicos prestados, mostrando que são muito benéficas para o ambiente.

Apesar da *Prosopis juliflora* ser muito benéfica relativamente aos serviços prestados ao ambiente, esta espécie arbórea não é a mais indicada para se manter nos projetos de arborização urbana principalmente em arruamentos estreitos e com fiações elétricas, pois devido à sua estrutura, inúmeros casos de danos urbanos são registados, como por exemplo, levantamento de calçadas devido às raízes agressivas que estas possuem. Por essas razões, acredita-se que esta espécie deve ser introduzida em parques florestais urbanos ou então em florestas.

Tabela 7 - Serviços que cada espécie arbórea do bairro desempenha no total estimados pelo modelo STRATUM - Fonte: autor (2017)

	Serviços Totais Desempenhados pelas Árvores				
	Quantidade por espécie	Energia (Kwh)	Água Absorvida (m ³)	Valor da Propriedade (€)	CO ₂ (Kg)
<i>Azadirachta indica</i>	155	16783	381,202	4576,06	12015,9
<i>Phoenix dactylifera</i>	67	2516	57,108	172,86	1598,85
<i>Prosopis juliflora</i>	38	10488	312,107	2432,08	7140,6
<i>Washingtonia filifera</i>	25	2915	6,523	3,44	1315,8
<i>Thespesia populnea</i>	19	371	11,002	159,1	226,8
<i>Tamarindus indica</i>	13	948	26,322	208,98	612
<i>Delonix regia</i>	11	143	9,195	65,36	232,65
<i>Leucaena leucocephala</i>	10	250	5,492	249,4	190,35
<i>Terminalia catappa</i>	9	330	9,123	72,24	203,4
Total	347	34744	818,071	7939,52	23536,35
Total/hab	0,088	8,783	0,207	2,007	5,950
Total/ha	9,858	987,045	23,241	225,555	668,646

Conforme os resultados deste estudo, onde foram avaliadas 347 árvores, tendo-se estimado uma poupança total de 34744 Kwh de energia no bairro, uma diminuição da escorência superficial em 818 m³, um aumento do valor de propriedade em 7939 euros, e um sequestro de 23536,35 Kg de CO₂ da atmosfera, conclui-se que estes valores são baixos para serem considerados como valores apelativos acumulados por ano, e que poderiam ser incrementados caso houvesse uma maior cobertura arbórea. Se uma espécie de árvore - neste caso a *Prosopis juliflora* representada na Tabela 7 - com 38 indivíduos consegue sequestrar 7140,6 Kg de CO₂ por ano, então se aumentarmos o número de indivíduos para 100, por exemplo, a quantidade sequestrada passará para 18791 Kg por ano. Um outro exemplo com esta mesma espécie é: se para um diâmetro de tronco de aproximadamente 65 cm um indivíduo da mesma espécie consegue sequestrar 240 Kg de CO₂ (Figura 35 página 83), então se aumentarmos o número de indivíduos para 50 com o mesmo diâmetro, a quantidade de CO₂ sequestrada passará para 12000 Kg por ano. O que se pretende mostrar com isto é que, se aumentarmos a cobertura arbórea, automaticamente os benefícios também aumentarão, desde que haja condições ideais para estas desenvolverem.

Como referenciado, os resultados dos serviços prestados pelas arbóreas são apenas aproximações, pois o nível de poluição na cidade de Glendale por exemplo, é muito superior à da cidade do Mindelo, logo constitui um desfasamento nos resultados. Deste modo,

estes resultados servem apenas para nos orientar de como o bairro se beneficiaria caso o modelo STRATUM fosse aplicado com os parâmetros da cidade do Mindelo.

4.3. ANÁLISE DAS ARBÓREAS NO BAIRRO EM RELAÇÃO AOS BENEFÍCIOS

Através do Software *i-Tree calculator* do modelo STRATUM estimaram-se os benefícios que cada espécie arbórea poderia trazer para o bairro tanto a nível ambiental como também a nível económico. Esses benefícios foram estimados de acordo com a tipologia de ocupação do solo urbano, ou seja, estimou-se os benefícios das espécies arbóreas utilizando referências tais como, residência unifamiliar, residência plurifamiliar, lojas, superfícies comerciais, parques ou jardins. Para que fosse possível realizar esta condição, durante o inventário foi-se anotando todas as árvores localizadas perto de residências unifamiliares e plurifamiliares, lojas e as restantes tipologias de ocupação do solo, de modo a que fosse possível enquadrar os dados com o que era pedido no modelo STRATUM. Sendo assim, para cada árvore atribuiu-se um tipo de ocupação do solo urbano, estimando posteriormente o desempenho das árvores em relação aos benefícios que estas poderiam proporcionar ao bairro caso os parâmetros utilizados fossem da mesma.

Todos as figuras que representam os resultados referentes aos benefícios proporcionados pelas árvores inventariadas para as cinco tipologias de ocupação do solo urbano, foram elaborados a partir dos resultados obtidos pelo modelo STRATUM, onde foram utilizados apenas diâmetros de tronco das espécies arbóreas inventariadas no bairro de Ribeira Bote/Torrada. Os resultados representam valores a serem considerados para a cidade de Glendale, pois todas as outras informações que o STRATUM necessitava para estimar os benefícios das árvores foram dessa cidade. Com estes dados, fez-se uma estimativa de como as árvores inventariadas se comportariam perante os benefícios ambientais e económicos caso os parâmetros fossem do bairro Ribeira Bote/Torrada. Os resultados representam o contributo que cada indivíduo de uma espécie consegue proporcionar ao ambiente e economia. Para tal, foram considerados vários diâmetros de tronco em que cada diâmetro corresponde a um único indivíduo.

4.3.1. Diminuição do consumo de energia elétrica por ano

Para as cinco tipologias de ocupação do solo urbano considerados para este benefício, foram avaliadas dez espécies de árvores: *Prosopis juliflora*; *Leucaena leucocéfala*; *Washingtonia filífera*; *Azadirachta indica*; *Thespesia populnea*; *Phoenix dactylifera*; *Tamarindus indica*; *Casuarina equisetifolia*; *Delonix regia*; e *Terminalia catappa*.

Na Figura 25 – que corresponde à estimativa da quantidade de energia poupada nas habitações para arrefecimento na ocupação do solo urbano tipo residência unifamiliar por cada indivíduo arbóreo de uma espécie – observa-se que a *Prosopis juliflora* é a espécie arbórea que mais contribui para essa poupança, pois para mesmos diâmetros de tronco ela é a que consegue poupar mais. Como exemplo pode-se referir a seguinte situação: um indivíduo da espécie *Prosopis juliflora* com um diâmetro de tronco de 45 cm consegue poupar por ano aproximadamente 210 Kwh de energia, enquanto que um indivíduo da espécie *Tamarindus indica* com o mesmo diâmetro, consegue poupar 150 Kwh aproximadamente. Em seguida na lista de espécies mais relevantes neste parâmetro temos a *Azadirachta indica*, o *Tamarindus indica*, e a *Leucaena leucocéfala*. Acredita-se que os motivos para tal efeito, deve-se ao facto de as suas copas serem cheias, permitindo-as assim fornecer maiores áreas com sombra e consequentemente, a diminuição da temperatura local e menor consumo de energia para arrefecimento. Além do ensombramento, o índice de evapotranspiração torna-se também maior, pois a capacidade de se manterem húmidas é maior devido às suas extensas raízes que lhes permite realizar melhor as suas funções fisiológicas. Através da humidade das árvores, é possível diminuir também a temperatura local. Estas vantagens permitem garantir às residências unifamiliares e plurifamiliares um menor gasto de energia elétrica para o arrefecimento, caso as árvores forem bem localizadas e selecionadas corretamente, pois árvores com folhas perenes não perdem as suas folhas e proporcionam melhores áreas com sombras durante todo o ano, já árvores com folhas caducas, estas perdem as suas folhas principalmente no Outono. No caso Cabo Verde, o preferível é ter árvores com folhas perenes, pois sente-se calor praticamente o ano inteiro.

Em contrapartida, a *Washingtonia filifera* foi a espécie que menos desempenho obteve na poupança de energia, pois apesar de os seus exemplares se encontrarem bem desenvolvidas, a sua copa não é nem muito cheia nem muito extensa. Devido a este facto, a passagem da luz solar é maior, expondo as residências unifamiliares de forma direta à radiação solar

e consequentemente, a um consumo maior de energia para arrefecimento. Em relação à *Thespesia populnea* (Bela-sombra), acredita-se que o valor presente é baixo devido ao número reduzido de indivíduos desta espécie.

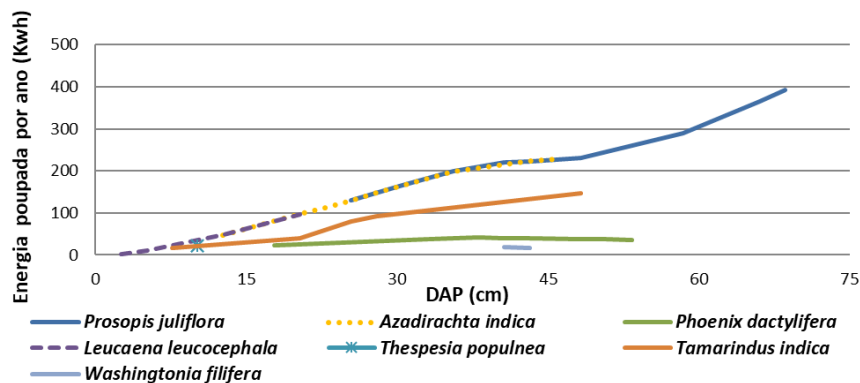


Figura 25 – Estimativa da capacidade das espécies em diminuir o consumo de energia por ano para a tipologia de ocupação do solo residências unifamiliares – Fonte: autor

Já na Figura 26 – que corresponde à tipologia de ocupação do solo urbano residências plurifamiliares – apesar de se ter inventariado números de indivíduos em relação ao diâmetro de tronco bem inferiores aos da Figura 25 (residências unifamiliares), estimou-se que para esta ocupação de solo, a *Prosopis juliflora*, consegue oferecer melhores resultados em termos de diminuição de energia consumida nas habitações do que a *Phoenix dactylifera*.

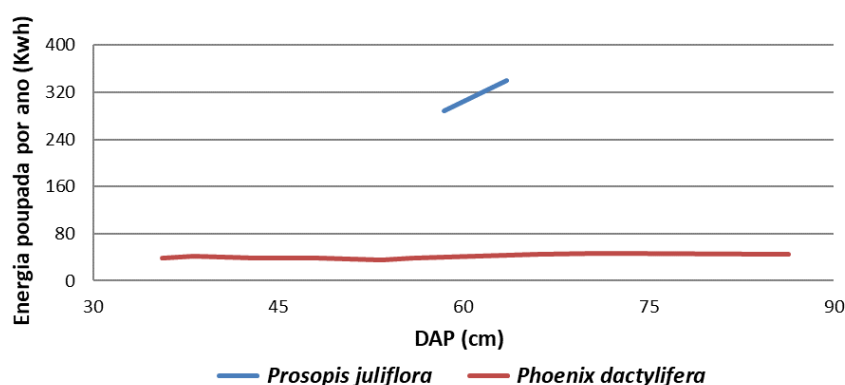


Figura 26 – Estimativa da capacidade das espécies em diminuir o consumo de energia para a tipologia de ocupação do solo residências plurifamiliares – Fonte: autor

O mesmo cenário acontece para a ocupação do solo urbano do tipo lojas - Figura 27 – onde a *Prosopis Juliflora*, embora com número de diâmetro de tronco mais versátil do que a *Phoenix dactylifera* em relação aos resultados representados na Figura 26 (ocupação do solo por lojas), consegue sobressair-se à *Phoenix dactylifera* em termos do benefício

‘diminuição do consumo de energia’. Observou-se que em ambos as Figura 26 e Figura 27, os resultados da quantidade estimada de energia poupada nas habitações para o arrefecimento é praticamente o mesmo.

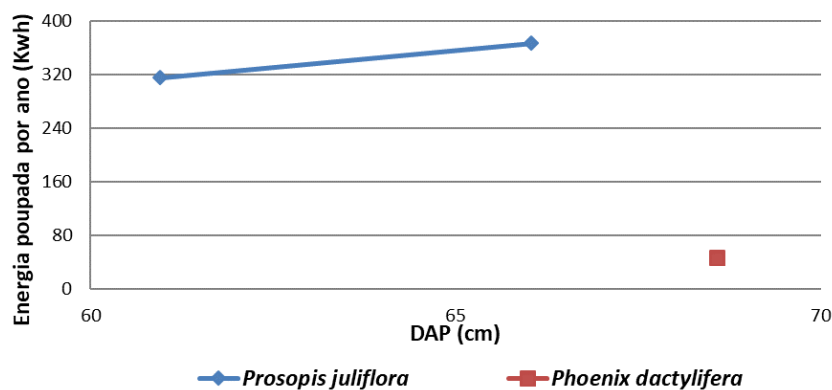


Figura 27 – Estimativa da capacidade das espécies em diminuir o consumo de energia para a tipologia de ocupação do solo lojas – Fonte: autor

Relativamente aos resultados apresentados na Figura 28 – que representa a quantidade de energia poupada para a ocupação do solo do tipo superfície comercial - estimou-se que das quatro espécies avaliadas para este benefício e para esta ocupação do solo urbano, a *Azadirachta indica* teve melhor desempenho a nível de diminuição do consumo de energia. Em contrapartida, a *Washingtonia filifera* obteve o menor desempenho. Acredita-se que esta estimativa se deve ao facto da *Azadirachta indica* ter uma copa mais densa/ampla do que a *Washingtonia filifera*, logo, a quantidade de radiação solar impedida de atingir de forma direta a superfície do solo localizada perto de uma árvore, provavelmente será maior.

Se compararmos os resultados da estimativa representados na Figura 25 – correspondente a quantidade de energia poupada para a ocupação do solo residências unifamiliares - com os da Figura 28 (ocupação do solo por superfície comercial) para as espécies *Azadirachta indica* e *Tamarindus indica*, veremos que a potencial diminuição do consumo de energia nas habitações para arrefecimento não se dispersa muito para diâmetros de tronco quase equivalentes. Ou seja, estes tipos de ocupação do solo urbano não influenciam muito os benefícios que uma árvore pode proporcionar.

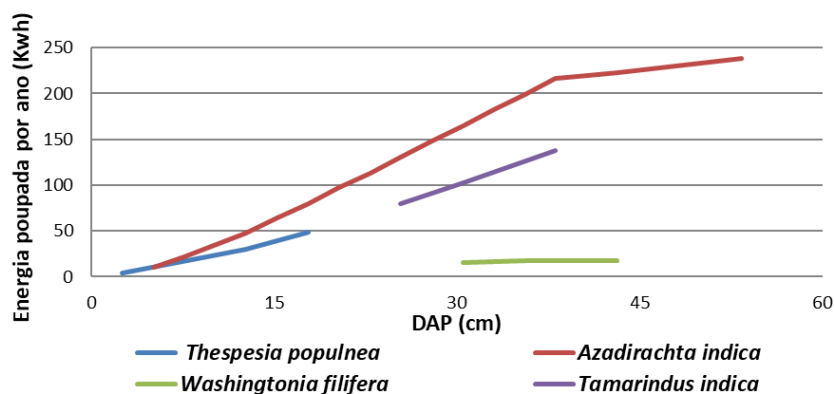


Figura 28 – Estimativa da capacidade das espécies em diminuir o consumo de energia para a tipologia de ocupação do solo superfície comercial – Fonte: autor

Na Figura 29 – correspondente à ocupação do solo urbano por parque/jardim -, observa-se uma maior variabilidade de espécies arbóreas inventariadas para a ocupação do solo urbano tipo parque/jardim, do que as nas outras tipologias de ocupação já mencionadas. Contudo, mais uma vez a *Prosopis juliflora* se destaca como aquela que consegue contribuir para uma maior quantidade de energia poupada. Comparando os resultados da estimativa representados na Figura 29 (parque/jardim) com os da Figura 26 (residências plurifamiliares) e da Figura 27 (lojas), constata-se que na ocupação do solo tipo parque/jardim, a quantidade de energia poupada é superior do que em ocupações tipo lojas e residências plurifamiliares. Num primeiro momento, estes resultados parecem estranhos, mas se olharmos pela forma como as árvores se encontram organizadas em cada uma dessas tipologias de ocupação, percebe-se que nos parques/jardins as árvores se encontram agrupadas e não isoladas, como no caso residências plurifamiliares e lojas, e segundo Rotermond (2012), as árvores organizadas em grupos fornecem muito mais benefícios do que as árvores isoladas, principalmente a nível microclimático.

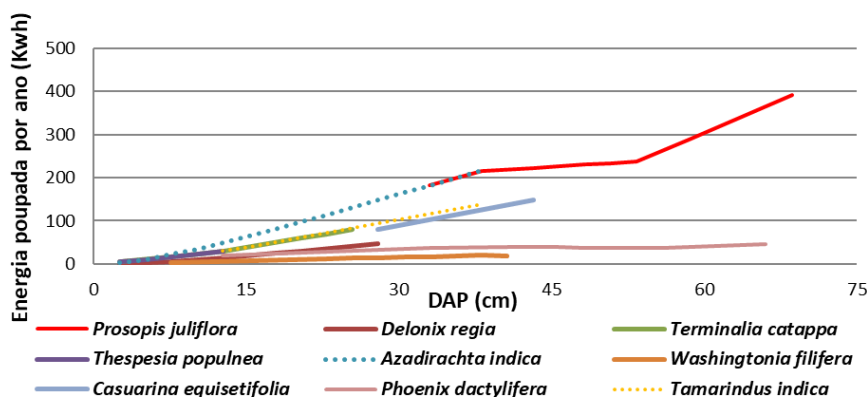


Figura 29 – Estimativa da capacidade das espécies em diminuir o consumo de energia para a tipologia de ocupação do solo parque/jardim – Fonte: autor

Como forma de melhor percepção dos resultados, a Tabela 1 do Anexo 3 mostra-nos de forma mais clara, a quantidade estimada para cada indivíduo arbóreo em relação à poupança de energia para arrefecimento que estas proporcionam às habitações por ano, tendo em conta as cinco tipologias de ocupação do solo urbano consideradas para este estudo (Residência Unifamiliar, Residência Plurifamiliar, Lojas, Superfície Comercial e Parque/Jardim).

4.3.2. Diminuição da escorrência superficial das águas pluviais por ano

Considerou-se para este benefício as mesmas tipologias de ocupação do solo urbano considerados no subcapítulo anterior.

De acordo com os resultados presentes na Figura 30 (quantidade de água pluvial drenada para a ocupação do solo urbano do tipo residências unifamiliares), estima-se que em termos de melhor capacidade de drenar águas pluviais e diminuir sequencialmente a escorrência superficial, a *Washingtonia filífera*, *Phoenix dactylifera* e a *Thespesia populnea* são as que menos apresentaram essa capacidade e contribuição. Com isto, facilmente se percebe que nas zonas onde cada uma dessas espécies se encontra, estas poderão atenuar menos os riscos de inundações, pois a capacidade dessas espécies em diminuir a escorrência superficial é pequena. A *Prosopis juliflora* é a que mais consegue ajudar a diminuir a escorrência superficial, pois estimou-se que a mesma consegue absorver aproximadamente 12000 litros de água pluvial por ano para diâmetros de tronco de 70 centímetros, ou seja, cada indivíduo dessa espécie com 70 centímetros de diâmetro de tronco consegue drenar 12000 litros de água por ano.

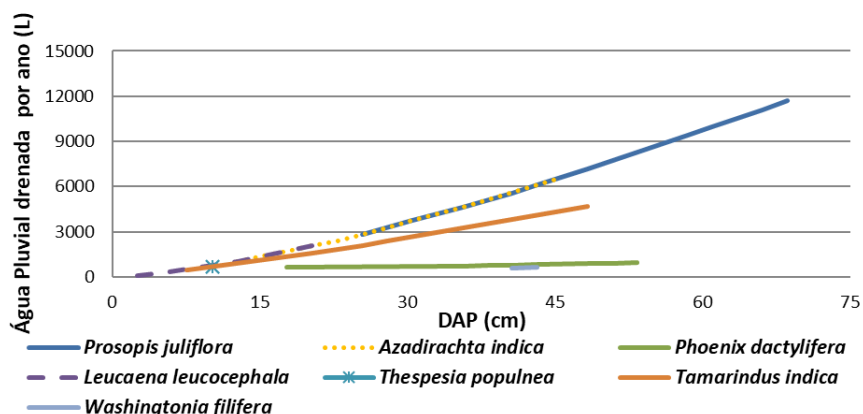


Figura 30 – Estimativa da capacidade das espécies em diminuir a escorrência superficial das águas pluviais para a tipologia de ocupação do solo residências unifamiliares – Fonte: autor

Nos resultados obtidos para as árvores localizadas em ocupações do solo urbano tipo residências plurifamiliares em relação ao potencial diminuição da escorrência superficial das águas pluviais, (Figura 31), observa-se que das duas espécies consideradas para esta tipologia de ocupação, a *Phoenix dactylifera*, apesar de uma maior variabilidade de diâmetros de tronco do que a *Prosopis juliflora*, é a que menos consegue atenuar a escorrência superficial, sendo os valores quase nulos.

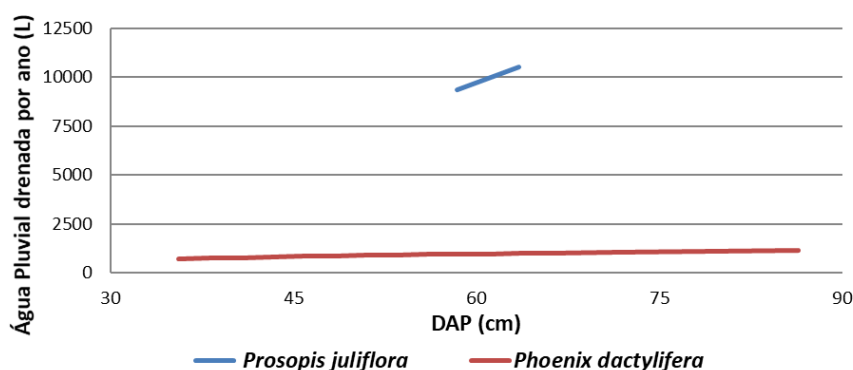


Figura 31 – Estimativa da capacidade das espécies em diminuir a escorrência superficial das águas pluviais para a tipologia de ocupação do solo residências plurifamiliares – Fonte: autor

Na Figura 32 (ocupação do solo urbano por lojas) encontra-se ilustrada os resultados das duas espécies de árvores inventariadas (*Prosopis juliflora* e *Phoenix dactylifera*) em relação ao potencial, diminuição da escorrência superficial. Nesta, ao contrário da Figura 31 (residências plurifamiliares), observa-se que existe uma maior variabilidade de diâmetro de tronco para a *Prosopis juliflora* do que para a *Phoenix dactylifera*. Mais uma vez, a *Prosopis juliflora* mostrou ser mais eficiente em relação à absorção de águas pluviais do que a *Phoenix dactylifera*.

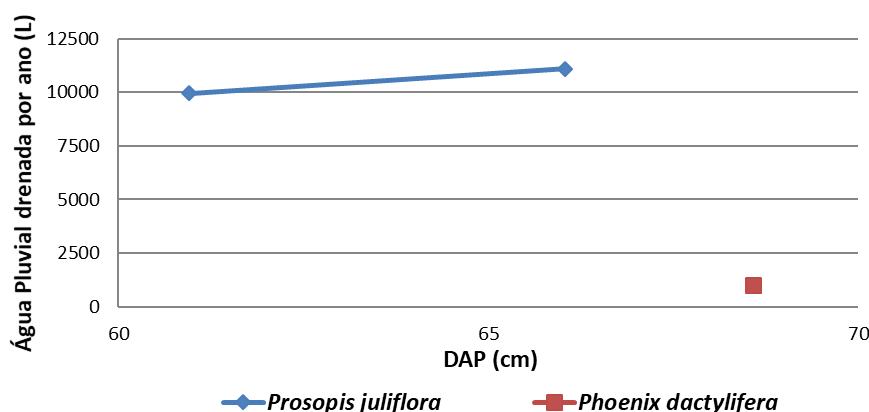


Figura 32 – Estimativa da capacidade das espécies em diminuir a escorrência superficial das águas pluviais para a tipologia de ocupação do solo lojas – Fonte: autor

Relativamente aos resultados obtidos e representados na Figura 33 (Superfície Comercial), estimou-se que das espécies analisadas para a ocupação do solo tipo superfícies comerciais, a *Azadirachta indica* é a que melhor desempenha a função ‘diminuir a escorrência superficial das águas pluviais’. Comparando os resultados representados na Figura 30 (residências unifamiliares) com as da Figura 33 (superfície comercial), constata-se que espécies tais como *Azadirachta indica*, *Tamarindus indica* e *Thespesia populnea*, possuem capacidades de drenar água diferentes. Os resultados estimados na Figura 33 (superfície comercial) são superiores aos da Figura 30 (residências unifamiliares). Por exemplo, na ocupação por residências unifamiliares a *Thespesia populnea* consegue diminuir menos quantidade da escorrência superficial de águas pluviais do que na ocupação por superfícies comerciais. Acredita-se que isto se possa explicar pelo facto de na ocupação do solo tipo Superfície Comercial (Figura 33), as espécies registarem diâmetros de tronco superiores aos da ocupação do solo urbano tipo residências unifamiliares (Figura 30) embora os resultados não se diferenciarem muito. Desta forma, percebe-se que independentemente do tipo de ocupação do solo urbano em que as árvores se encontram, o principal influenciador em termos de benefícios, é o diâmetro de tronco de cada árvore. Uma árvore com maior diâmetro de tronco consegue drenar maiores quantidades de água e, automaticamente, consegue alcançar maiores volumes de escorrência superficial e proporcionar maiores benefícios.

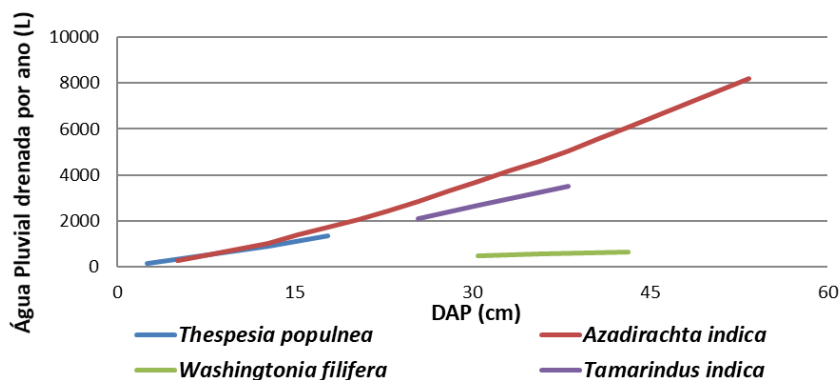


Figura 33 – Estimativa da capacidade das espécies em diminuir a escorrência superficial das águas pluviais para a tipologia de ocupação do solo superfície comercial – Fonte: autor

Como se pode observar os resultados presentes na Figura 34 – correspondente à ocupação do solo tipo Parque/Jardim -, estima-se que um indivíduo da espécie *Prosopis juliflora* com 70 cm de diâmetro de tronco consegue drenar aproximadamente 11500 litros de água por ano, mostrando desta forma, ser a espécie mais benéfica para a função ‘diminuir a escorrência superficial de água pluvial, pois nenhuma das outras espécies conseguiram drenar a mesma quantidade para o mesmo diâmetro de tronco. Em contrapartida, a *Washingtonia filifera* e a *Phoenix dactylifera* são as que menos benefícios trazem. Para além do diâmetro de tronco, a densidade das folhas também influencia na quantidade de água drenada, pois uma árvore quanto mais folhosa for, maior será o índice de infiltração, pois conseguem armazenar maiores quantidades de água nas folhas, ramos e tronco. Neste caso, acredita-se que a *Washingtonia filifera* e a *Phoenix dactylifera* são as que menos proporcionam este tipo de benefício, justamente por serem árvores não muito folhosas e por possuírem diâmetros de copa inferiores às restantes espécies inventariadas, logo, menor espaço para armazenar a água.

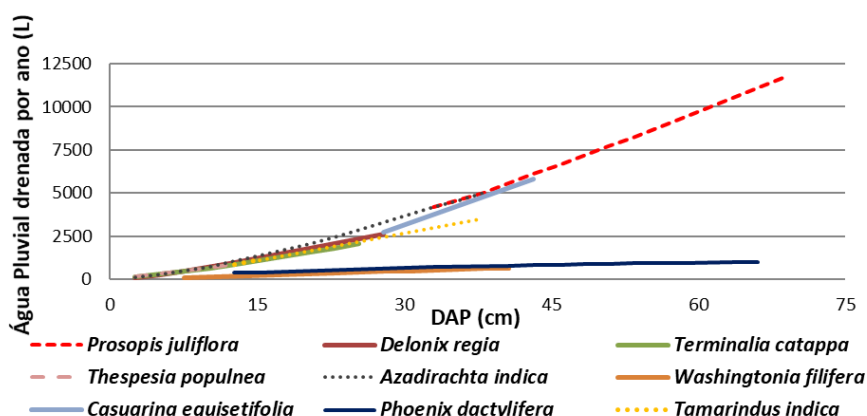


Figura 34 – Estimativa da capacidade das espécies em diminuir a escorrência superficial das águas pluviais para a tipologia de ocupação do solo parque/jardim – Fonte: autor

A Tabela 2 do Anexo 3 representa então a quantidade de água pluvial drenada por cada indivíduo arbóreo de cada espécie por ano. Na mesma, consegue-se observar com melhor exatidão os resultados obtidos para cada indivíduo.

4.3.3. Diminuição da concentração de CO₂ na atmosfera por ano

Neste ponto pretende-se avaliar o desempenho das árvores inventariadas no bairro em relação a sua capacidade de diminuir as concentrações de dióxido de carbono na atmosfera através do seu sequestro, melhorando assim a qualidade do ar e atenuando o potencial para o denominado efeito de estufa. A remoção desta substância (CO₂) da atmosfera é realizado pelas árvores através do seu sequestro, pois as árvores utilizam as suas folhas para o armazenar e depois transportá-lo pelo resto da estrutura arbórea.

Na Figura 35 apresentam-se os resultados da estimativa da quantidade de CO₂ que os indivíduos de cada espécie inventariada na ocupação do solo urbano tipo residências unifamiliares conseguiriam sequestrar da atmosfera. Com menor potencial, temos a *Washingtonia filífera*, a *Phoenix dactylifera* e a *Thespesia populnea*, sendo as espécies que menores quantidades conseguiram capturar. Acredita-se que isto se deve ao facto de alguns indivíduos dessas espécies serem ainda jovens, com diâmetros inferiores às restantes espécies inventariadas, e também pela quantidade de indivíduos inventariado.

A quantidade de CO₂ sequestrado da atmosfera pelas árvores depende do crescimento das mesmas, pois quanto mais rápido for o crescimento de uma espécie, maiores serão as quantidades de CO₂ sequestrado. É importante frisar também que o crescimento rápido de uma árvore, para além de depender da genética, depende também do clima da região onde se encontra, e do tipo do solo, como foi referenciado na revisão bibliográfica no Capítulo 2 desta dissertação, página 12. Nestas circunstâncias, acredita-se que a *Phoenix dactylifera* apresentou baixos valores nesta estimativa devido ao seu lento crescimento e não ao clima local, pois esta espécie adapta-se muito bem a climas quentes e áridos, como o presente na cidade do Mindelo. As outras espécies, como é o caso da *Prosopis juliflora*, *Tamarindus indica*, *Azadirachta indica* e a *Leucaena leucocephala*, comparando-as com as restantes espécies avaliadas, apresentaram excelentes resultados estimados em termos de quantidade de CO₂ sequestrado da atmosfera, pois são espécies de rápido crescimento. Comparando ainda a *Prosopis juliflora*, *Tamarindus indica*, *Azadirachta indica* e *Phoenix dactylifera*, verifica-se que para o mesmo registo de diâmetro (40 centímetros), essas quatro espécies apresentam valores diferentes, sendo a *Prosopis juliflora* a que consegue

sequestrar maior quantidade de CO₂, e a *Phoenix dactylifera* a que elimina menos quantidade. Isto pode ser explicado através do tipo de folhagem e crescimento das mesmas, pois espécies com folhas estreitas, conseguem capturar e armazenar, numa primeira fase, menos quantidade de poluentes.

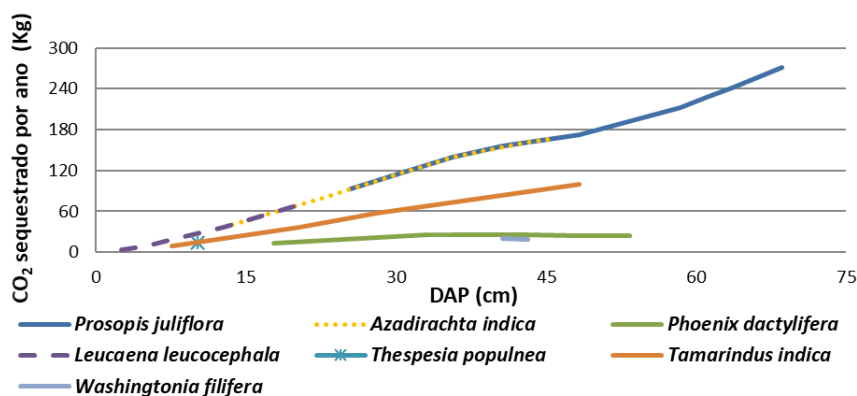


Figura 35 – Estimativa da capacidade das espécies em diminuir a concentração de CO₂ na atmosfera para a tipologia de ocupação do solo residências unifamiliares – Fonte: autor

Avaliando a capacidade das árvores em relação ao sequestro de CO₂ da atmosfera para a ocupação do solo urbano de tipo residências plurifamiliares (Figura 36), estimou-se que, das duas espécies avaliadas, a *Prosopis juliflora* mesmo com o número total de diâmetro inferior ao da *Phoenix dactylifera*, consegue sequestrar este poluente em maiores quantidades do que a *Phoenix dactylifera*. A *Prosopis juliflora*, embora com melhor desempenho, não apresentou resultados surpreendentes como demonstrado na ocupação do solo urbano tipo residências unifamiliares.

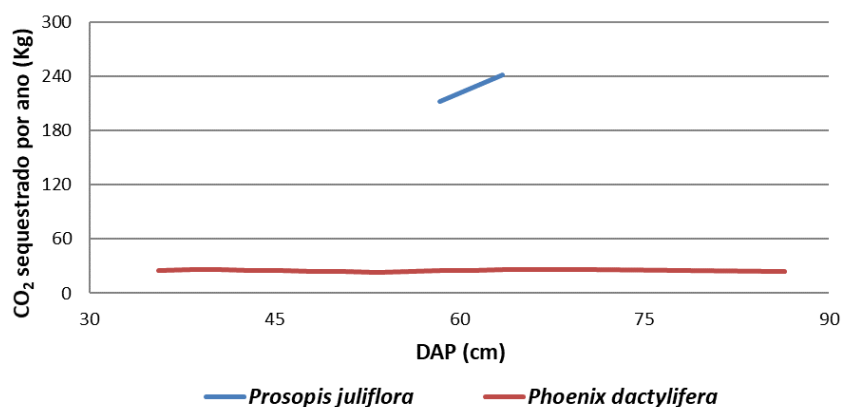


Figura 36 – Estimativa da capacidade das espécies em diminuir a concentração de CO₂ na atmosfera para a tipologia de ocupação do solo residências plurifamiliares – Fonte: autor

Na ocupação do solo urbano tipo lojas (Figura 37), ocorre a mesma situação registada para a ocupação do solo tipo residências plurifamiliares (Figura 36), só que desta vez o número total de diâmetros registados para a *Phoenix dactylifera* é bem inferior aos registado na Figura 36.

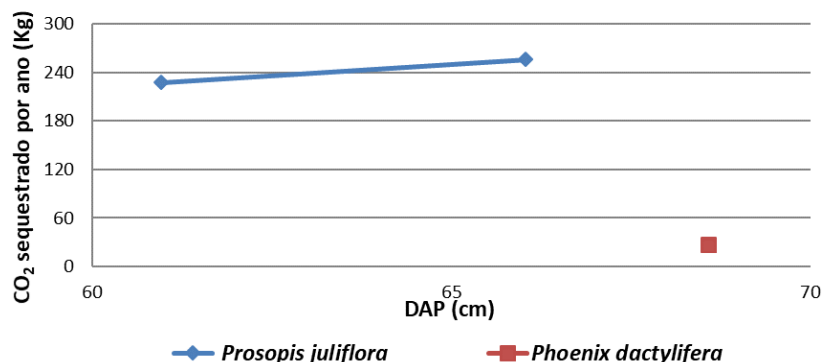


Figura 37 – Estimativa da capacidade das espécies em diminuir a concentração de CO₂ na atmosfera para a tipologia de ocupação do solo lojas – Fonte: autor

Para a tipologia de ocupação do solo urbano por superfície comercial, estimou-se que das espécies inventariadas, a *Azadiractha indica*, independentemente do diâmetro considerado, consegue sequestrar mais quantidade de CO₂ do que as restantes espécies. Comparando agora os resultados relativos a ocupação do solo urbano por superfície (Figura 38) com os resultados relativos à ocupação do solo urbano por residências unifamiliares (Figura 35), para as mesmas espécies, observa-se que a *Azadiractha indica* e a *Thespesia populnea* obtiveram melhores resultados na ocupação do solo urbano por superfície (Figura 38) do que na ocupação do solo urbano por residências unifamiliares (Figura 35) devido ao diâmetro de tronco que é maior, e que o *Tamarindus indica* e *Washingtonia filífera* obtiveram melhores resultados para a ocupação do solo urbano por residências unifamiliares (Figura 35) do que na ocupação do solo urbano por superfície comercial (Figura 38) devido ao mesmo motivo. A *Thespesia populnea* apesar de registar valores inferiores de diâmetro de tronco em comparação à *Washingtonia filífera*, consegue sequestrar maior quantidade de CO₂ do que a *Washingtonia filífera* (Figura 38).

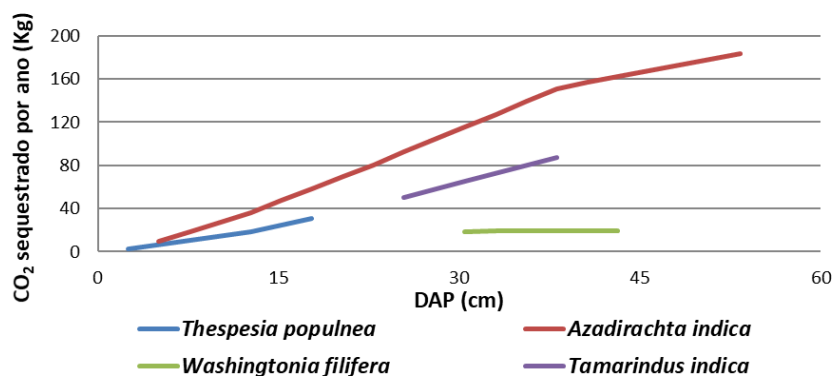


Figura 38 – Estimativa da capacidade das espécies em diminuir a concentração de CO₂ na atmosfera para a tipologia de ocupação do solo superfície comercial – Fonte: autor

Já na Figura 39, que representa a estimativa da quantidade de CO₂ sequestrado pelas espécies arbóreas quando estas se encontram localizadas em parques/jardins, observa-se que a *Washingtonia filifera*, a *Thespesia populnea* e a *Phoenix dactylifera*, para o mesmo diâmetro de tronco, conseguem sequestrar praticamente a mesma quantidade de CO₂. Já as restantes espécies apresentam quantidades diferentes de CO₂ sequestrado para o mesmo diâmetro de tronco. De todas as espécies inventariadas e avaliadas, estimou-se que a *Prosopis juliflora* é a que consegue sequestrar maiores quantidades de CO₂.

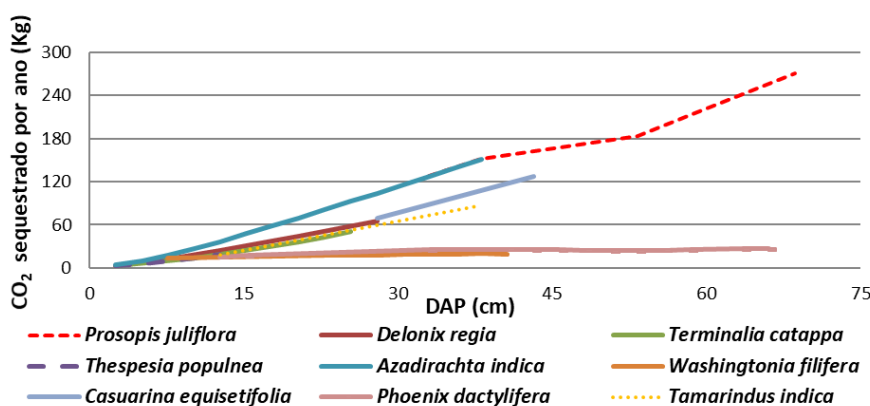


Figura 39 - Estimativa da capacidade das espécies em diminuir a concentração de CO₂ na atmosfera para a tipologia de ocupação do solo parque/jardim – Fonte: autor

Na Tabela 3 do Anexo 3 encontra-se discriminada os resultados obtidos para a diminuição de CO₂ através das espécies inventariadas. Esses valores representam o total que cada indivíduo arbóreo dessas espécies, consegue capturar de CO₂ da atmosfera por ano.

4.3.4. Aumento do valor de propriedades por ano

Em relação à influência que uma árvore tem no valor final de uma propriedade, estimou-se que para uma árvore de 45 centímetro de diâmetro de tronco (por exemplo a *Prosopis juliflora*), o aumento do valor de propriedade é de 90 euros por ano. Segundo o modelo STRATUM, a área foliar de uma árvore é utilizada para determinar o aumento nos valores de propriedade, uma vez que uma casa com muitas árvores e estas de grande área foliar, tende a ter um valor maior do que casas com poucas árvores e de menor área foliar. Acrescentam ainda que as árvores em frente às casas unifamiliares possuem de melhores benefícios em termos de valor de propriedade do que aquelas em frente a casas multifamiliares, parques ou propriedades comerciais.

Analisando os resultados apresentados para a ocupação do solo urbano por residências unifamiliares (Figura 40), vê-se que a *Phoenix dactylifera* e a *Washingtonia filifera* não conseguem atribuir aumentos favoráveis a uma propriedade, sendo que a *Phoenix dactylifera* para certos diâmetros de tronco não aumenta quase nada no valor do edificado. Isto pode ser explicado pela área foliar que cada uma possui, pois, ambas têm pequena área foliar. No caso da *Washingtonia filifera* acredita-se que isto se deve também ao facto das folhas mortas ao invés de caírem, se dobrarem para baixo, formando uma saia ao redor do tronco, situação esta que caso não seja resolvida com podas pode fornecer abrigo para insetos e outros animais. Sendo assim, muitas pessoas podem não aderir ao plantio dessa espécie nas suas propriedades ou na sua proximidade, prejudicando assim a valorização. Além disso, esta saia formada pode por em risco as residências unifamiliares, pois são altamente inflamáveis.

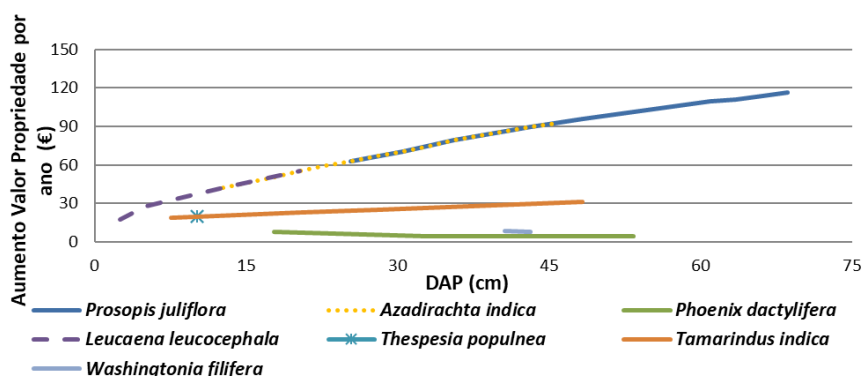


Figura 40 – Estimativa da capacidade das espécies em aumentar o valor de propriedade para a tipologia de ocupação do solo residências unifamiliares – Fonte: autor

De acordo com a estimativa feita para a ocupação do solo urbano por residências plurifamiliares (Figura 41) verifica-se que uma *Prosopis juliflora* de aproximadamente 65 centímetros de diâmetro de tronco, consegue atribuir um aumento de 80 euros a uma propriedade. Já para a ocupação do solo por residências unifamiliares (Figura 40), para o mesmo diâmetro, estimou-se um valor de 120 euros. A *Phoenix dactylifera* também teve um decréscimo no valor proporcionado às propriedades para a ocupação do solo urbano por residências plurifamiliares (Figura 41).

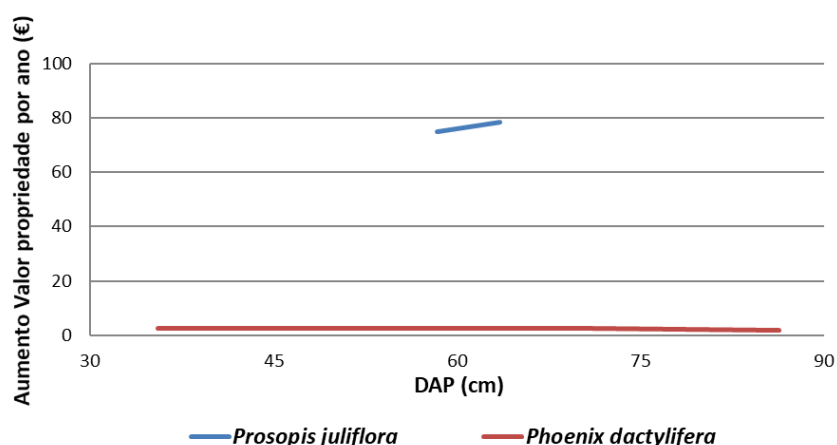


Figura 41 – Estimativa da capacidade das espécies em aumentar o valor de propriedade para a tipologia de ocupação do solo residências plurifamiliares – Fonte: autor

Comparando os resultados estimados para a ocupação do solo urbano por residências plurifamiliares (Figura 41) com os da ocupação do solo urbano por lojas (Figura 42), observa-se que os valores vão baixando conforme for mudando a tipologia de ocupação do solo, sendo que apesar de ser residências plurifamiliares as propriedades tem uma melhor valorização com a espécie *Prosopis juliflora* (Figura 41) do que na ocupação do solo por lojas (Figura 42). Ou seja, quanto mais as árvores localizadas em solos urbanos do tipo residências plurifamiliares, lojas, superfícies comerciais e parque/jardim se distanciarem do tipo residências unifamiliares, menores serão os resultados inerentes ao aumento do valor de propriedades.

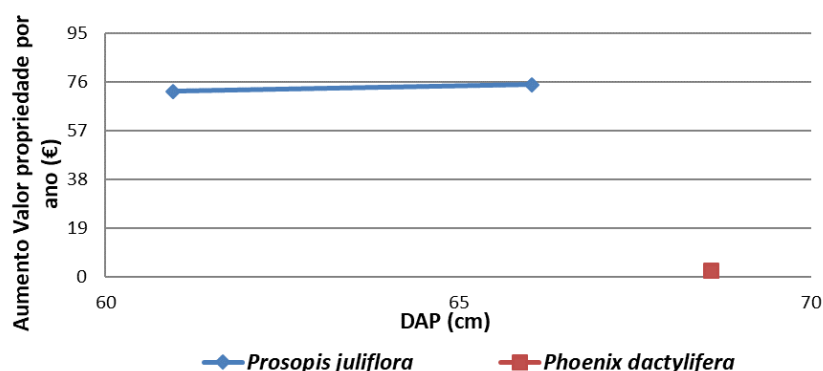


Figura 42 – Estimativa da capacidade das espécies em aumentar o valor de propriedade para a tipologia de ocupação do solo lojas – Fonte: autor

Para os resultados referentes à ocupação do solo urbano por superfície comercial (Figura 43) também se verificou essa diferença de valores em relação ao tipo de ocupação de solo urbano. Comparando os resultados da estimativa para a ocupação do solo urbano por residências unifamiliares (Figura 40) com os da ocupação do solo urbano por superfície comercial (Figura 43) percebe-se, por exemplo, que a *Azadirachta indica* na ocupação do solo por superfícies comerciais (Figura 43) proporciona um aumento inferior ao proporcionado na ocupação do solo por residências unifamiliares (Figura 40). De todas as espécies inventariadas e analisadas para este tipo de ocupação do solo urbano, estimou-se que a *Azadirachta indica* é a que apresenta melhores benefícios no incremento do valor do edificado para uma propriedade do tipo superfícies comerciais, e a que menos traz benefícios é a *Washingtonia filifera*.

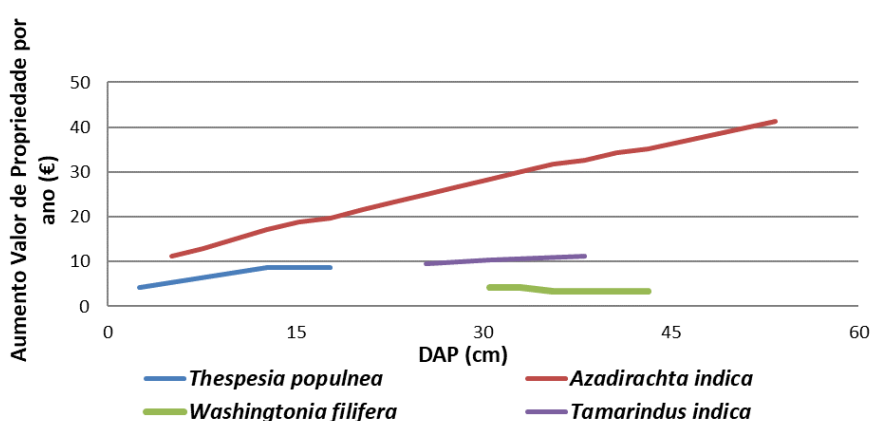


Figura 43 – Estimativa da capacidade das espécies em aumentar o valor de propriedade para a tipologia de ocupação do solo superfície comercial – Fonte: autor

Na Figura 44, que corresponde à tipologia de ocupação do solo urbano por parque/jardim, a diferença do valor em comparação à ocupação do solo urbano por residências unifami-

liares (Figura 40) é ainda mais notável. Nesta, estima-se o aumento do valor de propriedade que uma árvore pode proporcionar para um número maior de diversidade de espécies. Como exemplo desta diferença de valor, podemos indicar a *Prosopis juliflora*, onde na Figura 40 os resultados apresentados mostram que, a mesma proporcionaria um aumento de 120 euros para um diâmetro de tronco de 70 centímetros, e na ocupação do solo urbano por parque/jardim (Figura 44) um aumento inferior a 50 euro para o mesmo diâmetro. Comparando estes resultados para esses dois tipos de ocupação do solo urbano, percebe-se claramente que as árvores localizadas em casas unifamiliares trazem melhores benefícios em termos de valor de propriedade do que árvores em parque/jardim.

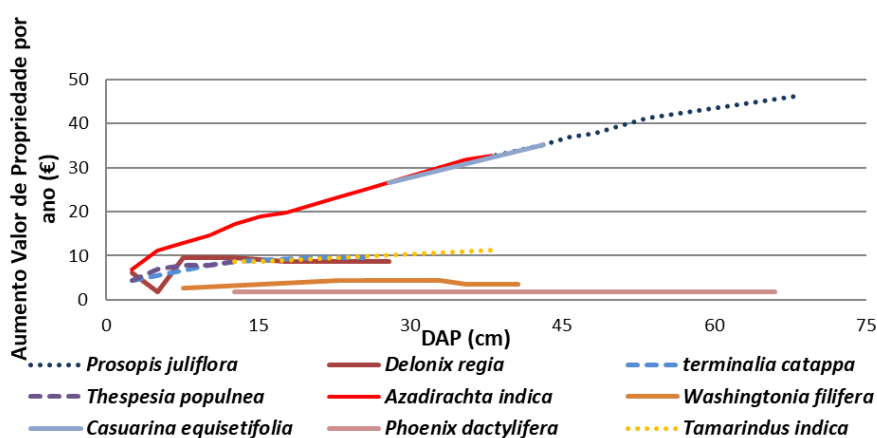


Figura 44 – Estimativa da capacidade das espécies em aumentar o valor de propriedade para a tipologia de ocupação do solo parque/jardim – Fonte: autor

Na Tabela 4 do Anexo 3 observa-se com maior exatidão os resultados obtidos para este benefício, tendo em conta que estes resultados representam o valor total por indivíduo arbóreo de cada espécie por ano para as diferentes tipologias de ocupação do solo urbano.

4.4. Discussão

Com a realização das estimativas dos benefícios que as árvores inventariadas poderiam proporcionar ao ambiente, saúde e economia da urbe para diferentes tipologias de ocupação do solo, conclui-se que não existem diferenças significativas nos resultados estimados para as árvores de uma mesma espécie para diferentes ocupações do solo, exceto no benefício ‘aumento do valor de propriedade’ em que o fator ocupação do solo representa uma influência bastante significativa nos resultados. Árvores localizadas nas imediações habitações unifamiliares, tem maior potencial para aumentar valores de propriedades do que árvores localizadas junto de habitações multifamiliares. Portanto, a ocupação do solo não representa uma influência preocupante para os resultados dos benefícios tais como,

energia poupada, diminuição do escoamento das águas pluviais e sequestro de CO₂. Já o diâmetro de tronco e de copa, representam uma influência forte nos resultados para esses três tipos de ocupação do solo, pois uma árvore com um diâmetro de tronco de 15 cm, por exemplo, consegue contribuir mais para o sequestro do CO₂, para a diminuição da escorrência superficial das águas pluviais, poupança de energia, e aumentar a valorização das propriedades, do que uma árvore com um diâmetro de tronco de 5 cm. Por exemplo, para o benefício diminuição da escorrência superficial das águas pluviais para a ocupação do solo urbano por residências unifamiliares (Figura 30 página 79), a *Azadirachta indica* consegue drenar 7000 litros de água por ano para diâmetro de 45 cm. Já na ocupação do solo urbano por superfície comercial (Figura 33 página 81) com um diâmetro de tronco de 55 cm, esta mesma espécie consegue drenar 8000 litros de água por ano.

No benefício ‘diminuir o consumo de energia nas habitações para arrefecimento’, viu-se que espécies com cobertura de copa mais “densas/amplas” e com folhas perenes, conseguem proporcionar áreas com maior ensombramento, conseguem aumentar a evapotranspiração e assim melhorar o microclima. Com o melhoramento do microclima devido à presença das árvores, o consumo de energia para arrefecimento torna-se menor. Neste contexto, é importante frisar que a localização da árvore em relação às habitações, a genética de cada árvore, a longevidade, e a escolha adequada de espécies, são fatores de extrema importância para a diminuição desse consumo.

Em relação ao sequestro de CO₂ na atmosfera, conclui-se com os resultados estimados que a taxa de crescimento de cada árvore é de extrema importância para este benefício, pois quanto mais rápido for o crescimento, maiores são as quantidades de CO₂ sequestrado da atmosfera. Uma vez que as árvores conseguem sequestrar o CO₂ da atmosfera através das suas folhas, tronco, raízes e caules durante o processo de crescimento, logo o tipo de árvore é de extrema importância quando o objetivo da implementação de uma floresta urbana que possa sequestrar maior quantidade de CO₂. Isto pode ter sido um dos motivos pelos quais as espécies *Phoenix dactylifera* e *Washingtonia filífera* tiveram resultados mais baixos, pois essas duas espécies não são árvores com áreas foliar extensas e o seu processo de crescimento é lento.

Para o aumento do valor de propriedade, verifica-se que o tipo de ocupação do solo urbano influencia muito essa valorização e que a área foliar das espécies também tem um peso relevante na determinação do aumento do valor das propriedades, pois quanto maior

for a área foliar de uma árvore, maior serão as chances de um possível aumento de valores. Nos resultados referentes a este benefício, observa-se que a *Phoenix dactylifera* e *Washingtonia filífera* são espécies que não contribuem muito para o aumento do valor. Acredita-se que isto se deve principalmente à sua área foliar, pois estas duas espécies são árvores com folhas estreitas e cumpridas. Relativamente aos valores estimados que cada árvore proporciona para o aumento do valor de propriedade, entende-se que estes são valores relativamente muito baixos, indicando desta forma que essas espécies não são as mais indicadas para este tipo de benefício. De uma forma geral, de todas as espécies de árvores inventariados e estimados, a *Propopis juliflora* é a que traz melhores benefícios para o bairro, embora não se pode afirmar que se tratam de resultados absolutamente corretos, pois o trabalho trata-se de uma estimativa.

O bairro de Ribeira Bote/Torrada em termos de cobertura arbórea apresenta um diagnóstico não muito satisfatório, pois verificou-se uma grande carência arbórea ao longo do bairro durante o trabalho de campo. Constatou-se também a falta de manutenção e proteção para com alguns indivíduos arbóreos. Em relação à manutenção, entre outros fatores foi-nos informado pela entidade responsável pela arborização da cidade que a vegetação só é regada no primeiro ano de vida, sendo posteriormente largados à sua própria sorte, e que outros tipos de manutenção não são praticados. Com isto, acredita-se que a floresta urbana da cidade e do bairro sofre da falta de um plano estratégico bem elaborado em relação à sustentabilidade da floresta urbana, pois existe pouca diversidade de espécie, falta de manutenção, pouco interesse por parte da comunidade em relação à proteção e conservação das árvores, pouco conhecimento sobre a importância das árvores. Acredita-se que caso o número das árvores for aumentado, os benefícios serão aumentados proporcionalmente, pois estão em muito dependentes da dimensão da floresta urbana.

Considerando a escassa oferta de arbóreas e espaços verdes no bairro em análise, no próximo capítulo apresentam-se propostas de intervenção para uma melhor cobertura arbórea do bairro e maximização dos benefícios.

CAPÍTULO 5

5. PROPOSTAS DE INTERVENÇÃO

Após a análise dos resultados, chegou-se a uma primeira conclusão de que a estrutura arbórea do bairro é escassa, tanto a nível quantitativo como também a nível da biodiversidade das espécies presentes. Constatou-se ainda que existem árvores em zonas onde os seus benefícios não são bem aproveitados, ou seja, o local onde se encontram não é o mais adequado para a maximização das mesmas. Como exemplo, podemos citar a *Prosopis juliflora*. Esta espécie não é a mais indicada para arruamentos, mas sim para áreas mais abertas, de preferência jardins, ou então para áreas onde não se encontrem residências unifamiliares e plurifamiliares, pois durante o trabalho de campo observou-se muitas situações em que esta espécie tinha causado danos em habitações devido às suas raízes agressivas e seus ramos compridos.

Sendo assim, neste trabalho iremos dividir a proposta em duas partes: a primeira refere-se a uma proposta de intervenção generalizada, e a segunda, a uma intervenção específica.

5.1. INTERVENÇÃO GENERALIZADA

De modo a minimizar a escassez do arvoredo, proporcionar a maximização da sua biodiversidade e benefícios no bairro, oferecer uma base de dados atualizada do arvoredo, e como forma de contribuir para um melhor planeamento da floresta urbana e incentivo para futuros estudos, propõe-se de uma forma geral, as seguintes estratégias de intervenção para o bairro de Ribeira Bote/Torrada:

5.1.1. Intervenção social

Acredita-se que o primeiro passo a ser dado deve iniciar-se com uma intervenção a nível social, consciencializando a população da importância da presença arbórea dentro do meio urbano. Para tal, propõe-se que a consciencialização seja feita através de campanhas via rádio, televisão, escolas, palestras, entre outros meios de comunicação, dando-as a conhecer os benefícios que as árvores podem proporcionar. Ao longo do bairro verificou-se casos de maus tratos em árvores, pedidos de abate, entre muitos outros aspetos que podem impedir o bom desenvolvimento das árvores e consequentemente, a não sustentabilidade da estrutura da floresta urbana. Por essas razões, defende-se que antes de qualquer intervenção física, deve-se intervir primeiro a nível social, pois não adianta fazer

todo um trabalho de requalificação arbórea para posteriormente ser vandalizada e destruída pela população;

5.1.2. Melhorar o Planeamento da Floresta Urbana

Uma vez analisada a floresta urbana do bairro tanto a nível quantitativo como também a nível qualitativo, sendo que foram averiguados, até à data da realização deste estudo, défices de informações relacionadas com a estrutura arbórea da floresta e a sua respetiva manutenção, propõe-se então uma reestruturação do planeamento da floresta, assente em bases de dados com toda a informação do arvoredo, como forma de monitorizar e avaliar o desempenho da floresta urbana. Através de um planeamento bem estruturado e executado, facilmente se consegue perceber se a floresta urbana funciona de forma sustentável ou não.

Baseando na proposta feita por Clark *et al.* (1997) sobre planeamento de uma floresta urbana, propõe-se assim os seguintes pontos para o melhoramento do planeamento da floresta urbana do bairro Ribeira Bote/Torrada:

- a) **Realização de inventários da estrutura arbórea** - a realização de inventários arbóreos representa um fator relevante no planeamento de uma floresta urbana, pois através dela obtém-se informações importantes sobre a estrutura da floresta urbana, tais como: idade das árvores; altura das árvores; taxa de longevidade; tolerância das espécies a certos poluentes; diâmetro de tronco e de copa; cobertura arbórea, entre outros;
- b) **Utilização de programas de avaliação da floresta urbana** – a avaliação da floresta urbana através de modelos de avaliação, tais como STRATUM, permite-nos verificar o sucesso ou insucesso de uma floresta urbana. A realização de avaliações dos serviços prestados pelas árvores, permita-nos então verificar: se as espécies escolhidas foram as mais adequadas em termos de qualidade ambiental e bem-estar da sociedade; quais os espaços mais adequados para uma determinada espécie; se houve um aumento de benefícios ou não; e principalmente, se a floresta oferece mais custos ou benefícios;
- c) **Formação de uma equipa de profissionais multidisciplinar** - acredita-se que não basta plantar árvores para que uma floresta urbana seja sustentável. Requer também a presença e junção de equipas que possam olhar para além disso, tais como engenheiros paisagísticos, geólogos, silvicultores, arboristas, engenheiros

- civis, engenheiros urbanísticos, entre outros profissionais capazes de olhar para todos os aspetos e esferas essenciais para o crescimento saudável das árvores sem que estas apresentem conflitos com o meio urbano;
- d) **Construção de espaços adequados para a arborização** – caso as infraestruturas verdes forem consideradas e inseridas nos planos urbanísticos, os desserviços causados pela estrutura verde diminuirão. A criação de espaços adequados para a arborização urbana, permitirá assim que as árvores cresçam e desenvolvam em melhores condições sem que estas causem conflitos com as infraestruturas urbanas, tais como, levantamento de calçadas e corte de fiações elétricas. Por essas razões, é importante que a floresta urbana faça parte dos projetos de urbanização;
 - e) **Contabilização dos custos de manutenção** – é necessário contabilizar os custos que uma floresta urbana oferece, tais como: custos relacionados com podas; fertilização; plantio; rega, entre outros, de modo a que seja possível avaliar a relação custo-benefício, ou seja, avaliar se a floresta urbana traz mais custos para a entidade responsável, ou se traz mais benefícios;
 - f) **Reestruturação das medidas de proteção e conservação** – as medidas de proteção e conservação permitirão garantir melhores condições para o desenvolvimento das árvores, maior longevidade, menor quantidade de COVBs_s emitidos para a atmosfera, maiores benefícios proporcionados, menores custos de manutenção e automaticamente, maior sustentabilidade;
 - g) **Fortificação de stock dos viveiros com novas espécies arbóreas** – apostar em novas espécies de árvores, para além de trazer para a floresta urbana maior biodiversidade de espécies arbóreas, trará também novas espécies de aves;
 - h) **Seleção criteriosa de espécies de árvores** – a realização de uma seleção criteriosa de espécies de árvores para a arborização urbana, permitirá atenuar os desserviços causados pelas árvores, como por exemplo, ataques de alergias causado pela produção de pólen.

5.1.3. Aumento da cobertura arbórea

Uma vez que o bairro apresenta uma forte carência arbórea e pouca biodiversidade, põem-se então o aumento da cobertura vegetal através de:

5.1.3.1. Criação de anéis para a formação de corredores ecológicos

Uma vez que a introdução de novas espécies arbóreas gera custos, propomos então que se opte principalmente para o reforço da estrutura arbórea com espécies nativas, pois estas encontram-se já adaptadas às condições climáticas da cidade. Contudo, é importante aplicar primeiro a regra dos 30-20-10 mencionada no capítulo anterior de modo a evitar baixa de biodiversidade. Os corredores ecológicos dentro de uma malha urbana, para além de contribuírem para paisagens urbanas mais agradáveis e maximizarem os benefícios que as árvores podem trazer para um meio urbano, contribuem ainda para a preservação da fauna selvagem.

Na Figura 1 do Anexo 4 encontra-se ilustrado os três exemplos de corredores ecológicos propostos para o bairro, sendo estes divididos em três cores. A primeira (anel amarelo), inicia-se na Rotunda da Ribeirinha e segue-se em direção a Avenida Alto Sentina até a interceção desta com a rua Ponto XXV. Posteriormente segue-se pela rua Ponto XXV até ao cruzamento desta com a Avenida Capitão Ambrósio. Da Avenida Capitão Ambrósio, segue-se até à interceção desta com a Avenida Cidade Invicta e desta última com a Rotunda da Ribeirinha. Já a segunda (anel violeta) inicia-se da anterior interceção da Av. Capitão Ambrósio com a Av. Cidade Invicta em direção à rotunda de Ribeira Bote. Da rotunda, segue pela Av. 12 de Setembro até ao cruzamento desta com a rua Domingos Ramos. Em seguida, segue-se pela rua Domingos Ramos até a interceção desta com a Av. Capitão Ambrósio. Do cruzamento destas duas ruas, segue por esta mesma Avenida em direção a escola Salesiana até o cruzamento desta com a Av. Cidade Invicta. A Terceira (anel laranja) inicia-se do cruzamento da rua Domingos Ramos com a Av. 12 de Setembro. Segue posteriormente pela Av. 12 de Setembro até à rotunda de Ribeira Bote, e desta para a rua Teodoro Gomes, sentido Monte Sossego até ao cruzamento desta com a rua Jonas Wanon. Da rua Jonas Wanon segue até ao cruzamento com a rua Domingos Ramos e fechando desta forma o último anel.

5.1.3.2. Criação de novos espaços públicos arborizados

Verificou-se que no bairro existiam poucos espaços públicos arborizados. Segundo Rothermund (2012), em termos de melhoria do microclima, proteção à biodiversidade e aspetos sociais e estéticos, as áreas verdes apresentam melhores vantagens do que indivíduos isolados, pois as áreas verdes conseguem proporcionar maior convívio e áreas de lazer para as pessoas e ainda, proporcionam uma melhor imagem para a cidade.

Procurando responder a esses benefícios, propõem-se três novos espaços no bairro correspondentes a pequenos e grandes parques florestais, transformando esses espaços num grande pulmão verde não só para o bairro, mas também para toda a cidade. Para uma melhor percepção, na Figura 2 do Anexo 4 são ilustrados esses três espaços, que se consideram ideais para a definição de novos espaços arborizados. Sendo assim, as três propostas referem-se a:

- a) ***Antiga placa desportiva*** – situada ao lado do Hospital Dr. Baptista de Sousa, mais precisamente na Avenida Capitão Ambrósio, esta área seria excelente para a criação de um pequeno parque florestal. Por ser um espaço vazio, abandonado e em avançado estado de deterioração, a construção desse parque perspectiva-se viável, pois não implicaria grandes obras. Por ser um espaço que se encontra enquadrado numa das principais entradas do bairro, tendo uma interligação com uma das principais ruas da cidade (rua de Lisboa e rua Domingos Ramos), proporcionaria grande vitalidade para esta zona da cidade, tornando-a mais atrativa e convidativa. Para além disso, iria melhorar certamente a qualidade de vida dos moradores e dos pacientes do Hospital Baptista de Sousa;
- b) ***Bacias de retenção da Vila Nova*** – localizadas entre o bairro de Ribeira Bote e o bairro da Vila Nova, ou seja, entre a rotunda de Ribeira Bote e da Ribeirinha, esta área também seria uma grande proposta para a construção de um parque florestal. Ao longo das quatro bacias de retenção existentes nessa região, existem algumas arbóreas, como é o caso da palmeira-leque (*Washingtonia filifera*) e o Cuxim (*Azadirachta indica*) e por sinal, bem estruturadas e alinhadas;
- c) ***Campo descampado*** - situado entre a Escola da Torrada e o armazém COPA,SA, este espaço encontra-se ocupado por camiões pertencentes ao referido armazém. A construção de um pequeno jardim neste terreno também traria maior visibilidade à zona pois próximo da mesma, além do armazém, existem duas escolas.

5.2. INTERVENÇÃO ESPECÍFICA

Uma vez que um dos principais objetivos para este trabalho é aumentar a cobertura arbórea e a biodiversidade arbórea do bairro com espécies apropriadas para a urbanização, e ainda melhorar a qualidade de vida da população maximizando os serviços prestados pelas árvores, indica-se então as principais zonas no interior do bairro que foram considerados adequados para a introdução arbórea. A seleção de cada zona de intervenção foi

concedida de acordo com a função das árvores pretendida para cada zona. Por exemplo, para as zonas com maior risco de inundação, escolheu-se espécies capazes de drenar grandes volumes de águas pluviais. As imagens a seguir representam propostas de como as ruas e avenidas se comportariam perante a introdução de espécies de árvores, onde estas foram manipuladas através do Software Photoshop.

5.2.1. Áreas de intervenção em relação aos benefícios

Uma vez feita a análise de desempenho das principais espécies arbóreas existentes no bairro Ribeira Bote/Torrada em relação aos quatro benefícios estudados neste trabalho, apresenta-se então a proposta de intervenção a nível arbóreo de modo a estabelecer uma melhor estruturação arbórea para o bairro. Para tal, indicar-se-á as zonas no bairro com melhores condições para uma intervenção e as respetivas espécies arbóreas consideradas mais adequadas para estas mesmas zonas e para um benefício específico.

Para a seleção das espécies arbóreas não nativas, considerou-se apenas a capacidade destas em relação à adaptabilidade ao clima da cidade do Mindelo, a altura, a longevidade, as raízes e o desempenho destas em relação aos quatro benefícios estudados nesta dissertação. Sendo assim, sugere-se que estas sejam estudadas futuramente com maior precisão antes da sua inserção no bairro, pois muitas outras características importantes a ter em conta numa seleção de espécies não foram consideradas devido à falta de informações necessárias e condições para a realização de pesquisas e experiências essenciais. Contudo, para além das novas espécies a serem indicadas como propostas, indicar-se-á também espécies já existentes dentro do bairro que apresentaram escassa percentagem de indivíduos, espécie, família e género, verificando sempre se são adequadas para arruamentos e o desempenho de cada uma em relação aos serviços ecológicos. Para a realização das estimativas das novas espécies, utilizou-se também informações da cidade de Glendale (EUA) e diâmetros de tronco encontrados na literatura (de 20-50 centímetros). Já para as espécies existentes no bairro, mas que não foram considerados na avaliação no Capítulo 4 devido ao número reduzido de indivíduos, considerou-se diâmetros de 12-25 centímetros de tronco nas simulações, pois dos poucos indivíduos dessas espécies que foram inventariados, registou-se diâmetros próximos a estes. Cabe recordar, que os valores obtidos são apenas estimativos, pois são valores reportados ao caso americano.

5.2.1.1. Captura do Dióxido de Carbono (CO₂)

Após analisar a distribuição das arbóreas no bairro e a respetiva capacidade estimada de sequestrar CO₂ (Figura 1 do Anexo 5), onde as copas com diâmetros maiores representam quantidades de 250-271 Kg de CO₂ sequestrado por ano, e as copas com diâmetros menores de 2-50 Kg, concluiu-se que as áreas no bairro com árvores capazes de capturarem grandes quantidades de CO₂ são: a antiga placa desportiva; a região que dá acesso às urgências do Hospital Dr. Baptista de Sousa; rua Conakry; avenida Cidade Invicta e rua Teodoro Gomes.

Uma vez que o objetivo é ter árvores com boa capacidade de sequestrar CO₂ em zonas onde provavelmente ocorre um índice maior de poluição, indica-se então como propostas, as zonas onde provavelmente se constata uma maior circulação de automóveis. Sendo assim, indica-se as seguintes zonas para uma possível intervenção, sendo que no Anexo 5 Figura 1 se encontram assinaladas com cores diferentes as ruas e avenidas propostas:

- I. **Avenida 12 de Setembro (linha verde escuro da Figura 1 do Anexo 5)** – esta avenida é considerada cartão postal da Cidade do Mindelo devido ao alinhamento arbóreo harmonioso de Tamareiras (*Phoenix dactylifera*) ao longo dos seus separadores centrais (Figura 45).



Figura 45 – Avenida 12 de Setembro – Fonte: autor (Março, 2017)

Para além das Tamareiras, ao longo da pesquisa de campo, constatou-se nesses separadores centrais a presença de outras espécies arbóreas, como é o caso da palmeira-leque (*Washingtonia filifera*), com apenas um indivíduo, e bela-sombra (*Thespesia populnea*), com apenas dois indivíduos. Após a realização da estimativa feita no software *i-tree calculator* em relação aos benefícios que cada espécie traria para a saúde ambiental do bairro, constatou-se que as Tamareiras (*Phoenix dactylifera*) presentes na Avenida 12 de Setembro, não são as mais indicadas quando o objetivo é sequestrar grandes quantidade de CO₂ (Kg) da atmosfera, pois

como se pode verificar na Figura 1 do Anexo 5, as quantidades sequestradas representadas pelos diâmetros de copa são baixas. Por ser uma avenida onde passam muitos veículos, supõe-se que a quantidade de poluentes nesta zona expõe-se em maiores concentrações. Sendo assim, para diminuir a quantidade de CO₂ concentrado nesta região, propõe-se então para esta artéria a fixação de novas espécies arbóreas tais como *Prunus dulcis* e *Thespesia populnea* em complemento das Tamareiras, capazes de sequestrar em maiores quantidades o CO₂ emitido pelos automóveis, sem que estas “estraguem” a imagem emblemática da cidade e do bairro.

- II. Avenida Cidade Invicta (linha cor laranja da Figura 1 do Anexo 5)** – esta avenida inicia-se da rotunda de Ribeira Bote até a rotunda da Ribeirinha. Em paralelo a esta avenida, do lado direito, para quem vai da rotunda de Ribeira Bote sentido Ribeirinha, encontram-se as quatro bacias de retenção da Vila Nova, e do lado esquerdo as residências unifamiliares (Figura 46).



Figura 46 – Avenida Cidade Invicta – Fonte: autor (Março, 2017)

Ao longo da avenida foram inventariadas espécies tais como: Palmeiras-leque (*Washingtonia filifera*), Cuxim (*Azadirachta indica*), Tamareiras (*Phoenix dactylifera*), Acácia americana (*Prosopis juliflora*), e a Groselha (*Phyllanthus acidus*). Após a estimativa dos benefícios, constatou-se que as Acácias Americanas (*Prosopis juliflora*), de todas as espécies inventariadas para esta avenida, são as que apresentam maior potencial sequestro de CO₂, conforme consta nos resultados apresentados no Capítulo 4 (páginas 84-86). Uma vez que esta espécie não é considerada adequada para a arborização urbana, propomos a substituição desta por

espécies capazes de sequestrar também grandes quantidades (Kg) de CO₂ da atmosfera e que sejam apropriadas para a arborização urbana, tais como, *Jacaranda mimosifolia* e *Bauhinia variegata*.

Do lado oposto às residências unifamiliares, temos o alinhamento arbóreo das palmeiras-leque (*Washingtonia filifera*) junto às bacias de retenção. A nível estético, esta espécie é excelente, mas a nível de sequestro de CO₂ não é a mais indicada para zonas onde se pretende sequestrar quantidades consideráveis de CO₂, pois os resultados obtidos a partir da simulação no *i-tree calculator* foram muito baixos (páginas 84-86).

- III. Avenida Capitão Ambrósio (linha verde fluorescente da Figura 1 do Anexo 5)** – esta avenida é uma das entradas principais do bairro. Inicia-se num dos vértices da pracinha Dr. Regala, sentido Escola Secundária Salesiana de Artes e Ofícios, e termina na rotunda Ribeira Bote (Figura 47).



Figura 47 – Avenida Capitão Ambrósio – Fonte: autor (Março, 2017)

Relativamente às espécies arbóreas existentes nesta avenida, foram inventariados apenas quatro, sendo elas: a Tamareira (*Phoenix dactylifera*); a Acácia americana (*Prosopis juliflora*); Cuxim (*Azadirachta indica*); e a Acácia-leucena (*Leucaena leucocephala*). Para além de alguns dos indivíduos dessas mesmas espécies se encontrarem em péssimo estado de conservação, o número total das mesmas é bastante reduzido, mostrando desta forma, uma clara e evidente carência arbórea. Uma vez que se verificou uma forte decadência arbórea nesta avenida, e uma má distribuição dos indivíduos arbóreos existentes, acredita-se então na possível in-

rodução de novas espécies arbóreas sem que estes ofereçam conflitos com a calçada ou fiação aérea, pois existe espaço suficiente para tal nesta avenida. Em relação à capacidade de sequestrar grandes quantidades de CO₂, a Acácia Americana e o Cuxim são as que melhor desempenham esta função.

IV. Rua Teodoro Gomes (linha violeta doa Figura 1 do Anexo 5) – para quem vai da rotunda Ribeira Bote, mais precisamente entre a bomba de combustível Shell e o armazém COPA, SA, direção bairro Monte Sossego, consegue observar um pequeno aglomerado de arbóreas da espécie Cuxim (*Azadirachta indica*) ao longo do pátio interno do espaço comercial COPA, SA assim como também do lado externo da mesma. O restante da rua encontra-se despido de árvores (Figura 48).



Figura 48 – Rua Teodoro Gomes – Fonte: autor (Março, 2017)

Por ser uma rua extremamente frequentada, principalmente por veículos, a presença de árvores nesta rua torna-se extremamente importante, pois com a presença das mesmas a quantidade de CO₂ concentrado na atmosfera emitido pelos automóveis diminuirá, trazendo desta forma muitos benefícios tanto para a saúde ambiental como também para a saúde humana. Como ilustrado na Figura 1 do Anexo 5 Ponto VA, o Cuxim (*Azadirachta indica*), sendo a única espécie inventariado nesta rua, desempenha um papel fundamental quanto ao sequestro de CO₂, pois conseguem absorver grandes quantidades de CO₂ segundo os resultados obtidos na estimativa feita no *i-tree calculator* e representados nas Figura 35 (quantidade de CO₂ sequestrado para ocupação do solo urbano por residências unifamiliares), Figura 38 (quantidade de CO₂ sequestrado para ocupação do solo urbano por superfície comercial), e Figura 39 (quantidade de CO₂ sequestrado para ocupação do solo urbano por parque/jardim) nas páginas 83-86.

Uma vez que já existe uma quantidade considerável desta mesma espécie nesta rua e ao longo do bairro, propõem-se então a fixação de novas espécies, tais como

Moringa oleífera, *Licania tomentosa* e *Jacaranda mimosifolia*, no restante da rua, partindo do princípio da capacidade de captura de CO₂ que estas podem proporcionar e no aumento da biodiversidade.

- V. **Rua Jonas Wanon (linha azul fluorescente da Figura 1 do Anexo 5)** – esta rua encontra-se arborizada por Tamareiras (*Phoenix dactylifera*) e Cuxim (*Azadirachta indica*), como se pode observar na Figura 49 do lado esquerdo.



Figura 49 – Rua Jonas Wanon – Fonte: autor (Março, 2017)

As Tamareiras, embora introduzidas há alguns anos nesta rua, encontram-se ainda muito pequenas, o que nos indica que de facto o seu desenvolvimento é muito lento. Já os Cuxins, apesar da sua inserção recentemente²¹, encontram-se bem desenvolvidas. Embora a espécie *Azadirachta indica* (Cuxim) seja considerada uma das espécies do bairro com melhores resultados em termos de sequestro de CO₂, não indicamos o incremento da mesma, pois esta já se encontra em um número bastante considerável para o bairro e para esta rua. Sendo assim, propõem-se então a respetiva manutenção em termos de conservação das que já lá existem. Em contrapartida, propõem-se a substituição das Tamareiras, pois estas apresentam uma taxa de crescimento muito lento, o que não é bom quando o objetivo é sequestrar quantidades consideráveis o CO₂ da atmosfera.

- VI. **Rua Domingos Ramos (linha roxo da Figura 1 do Anexo 5)** – é uma rua extensa, com muita movimentação, e com passeios curtos em alguns pontos. Em termos de arborização, esta rua não tem nenhuma árvore. Pelo facto de os passeios

²¹ Essas informações foram conseguidas através da Câmara Municipal de São Vicente.

serem estreitos em alguns pontos da rua, leva-nos a crer que esta deve ser o motivo pelo qual não exista presença arbórea (Figura 50).



Figura 50 – Rua Domingos Ramos – Fonte: autor (Março, 2017)

Do cruzamento da **Avenida 12 de Setembro** com a rua **Domingos Ramos** até ao cruzamento desta com a Avenida Capitão Ambrósio (Ponto IA da Figura 1 do Anexo 5), a inserção de espécies de árvores vê-se praticamente impossibilitada, pois não existe espaço suficiente para a fixação arbórea entre a estrada e os passeios, o que dificultaria a circulação dos transeuntes caso a largura dos passeios fosse diminuída ainda mais com esta introdução. Já do sentido oposto, ou seja, do cruzamento da Avenida 12 de setembro com a rua Domingos Ramos sentido bairro Chã de Cemitério (Ponto I da Figura 1 do Anexo 5), a possibilidade da fixação arbórea vê-se como mais viável, pois neste trecho existe espaço mais do que suficiente em alguns pontos (Figura 50).

Na Tabela 8 encontram-se descritas as espécies arbóreas propostas para maximizar o benefício ‘sequestro de CO₂’ para cada zona de intervenção proposta. O critério utilizado na escolha do local onde cada uma das espécies seriam introduzidas, encontra-se relacionado com o factor espaço e estrutura das espécies.

Tabela 8 - Zonas de intervenção e as respetivas espécies arbóreas que melhor contribuem para o sequestro de CO₂ – Fonte: autor

Zonas / Espécies	Av. 12 de Setembro	Av. Cidade Invicta	Av. Capitão Ambrósio	Rua Teodoro Gomes	Rua Jonas Wanon	Rua Domingos Ramos
Amêndoa doce (<i>Prunus dulcis</i>)	X					
Bela-sombra (<i>Thespesia populnea</i>)	X					
Jacarandá (<i>Jacaranda mimosifolia</i>)		X	X	X	X	X

A ARBORIZAÇÃO NO BAIRRO DE RIBEIRA BOTE/TORRADA – MINDELO, CABO VERDE

Zonas Espécies	Av. 12 de Setembro	Av. Cidade Invicta	Av. Capitão Ambrósio	Rua Teodoro Gomes	Rua Jonas Wanon	Rua Domingos Ramos
Pata-de-vaca (<i>Bauhinia variegata</i>)		X				X
Eucalipto (<i>Eucalyptus rudis</i>)		X				
Acácia-rubra (<i>Delonix regia</i>)		X		X	X	
Tamarindo (<i>Tamarindus indica</i>)		X				
Pinheiro (<i>Casuarina equisetifolia</i>)		X				
Oiti (<i>Licania tomentosa</i>)			X	X		X
Moringa (<i>Moringa oleifera</i>)			X	X	X	X

Em relação à seleção das novas espécies, para além do critério “bom desempenho no sequestro de CO₂”, utilizou-se também o critério adaptabilidade ao clima, longevidade, e a tolerância à seca. As características de cada uma das novas espécies, encontram-se descritas na Tabela 1 do Anexo 1. Uma vez que a percentagem de algumas espécies inventariadas no bairro, como por exemplo o Cuxim (*Azadirachta indica*), são superiores ao limite exposto pela regra dos 30-20-10, optou-se por não as indicar e dar preferência às espécies existentes no bairro com baixa percentagem de indivíduos, como por exemplo, *Moringa oleifera*.

Na Figura 51 pode-se observar a estimativa feita em relação a capacidade das novas espécies em sequestrar CO₂ da atmosfera, sendo o Jacaranda mimosifolia a que se mostrou ser mais vantajosa.

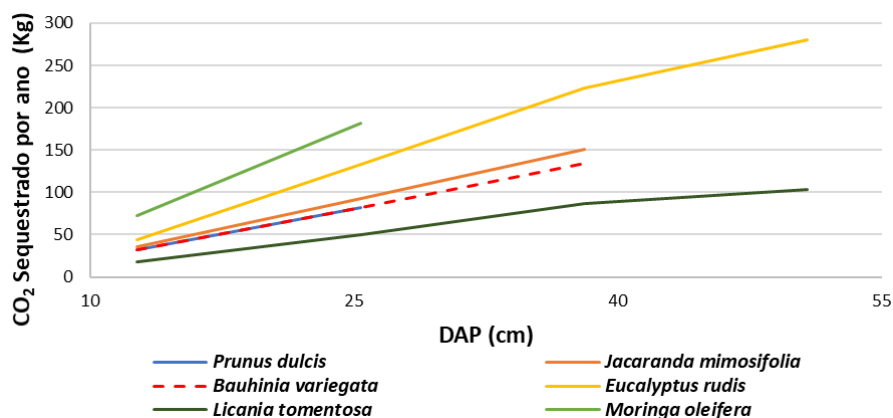


Figura 51 – Estimativa da capacidade das novas espécies propostas em sequestrar CO₂ da atmosfera –
Fonte: autor

5.2.1.2. Diminuição da escorrência superficial de águas pluviais

Para a área em estudo estima-se que a região do Hospital Dr. Baptista de Sousa é a que se encontra mais bem servida em termos de estrutura verde com capacidades favoráveis de retenção de água das chuvas, pois é a região do bairro onde se encontra uma maior percentagem de vegetação/estrutura arbórea (Figura 2 do Anexo 5). Na Figura 2 do Anexo 5 encontra-se também representado os resultados da estimativa em forma de diâmetros de copa. As árvores com diâmetros de copa de maiores dimensões conseguem drenar de 10000-11677 litros de água pluvial por ano e os de menor dimensão de 99-2000 litros de água por ano.

Comparando os resultados da estimativa representados na Figura 1 do Anexo 5 referente à quantidade de CO₂ sequestrado pelas árvores do bairro com os resultados referentes à estimativa da quantidade de água drenada (Figura 2 do Anexo 5), observa-se que para as mesmas árvores, as dimensões dos diâmetros de copa para o CO₂ são superiores aos das águas pluviais, ou seja, as árvores inventariadas desempenham melhor a função de sequestro de CO₂ do que a de diminuir a escorrência superficial das águas pluviais.

Em termos de zonas no bairro onde mais interessa ter ou fixar espécies de árvores com capacidades apreciáveis em relação à diminuição da escorrência superficial das águas pluviais em volumes consideráveis (litros), indica-se as seguintes:

- I. Avenida 12 de Setembro (linha verde escuro da Figura 2 do Anexo 5)** – como se pode verificar na Figura 2 do Anexo 5 em relação às dimensões dos diâmetros de copa das árvores, estimou-se que as árvores nesta Avenida não conseguem dre-

nar grandes volumes de água pluvial, mostrando assim que não são as mais indicadas quando se pretende obviar grandes volumes de água pluvial. Considerando que se trata de uma zona onde persistem fenómenos de inundação, seria importante a introdução de vegetação arbórea que contribuísse para uma maior infiltração da água no subsolo.

- II. Avenida Cidade Invicta (linha laranja da Figura 2 do Anexo 5)** – esta zona requer também uma especial atenção devido à existência das bacias de retenção presentes ao longo da mesma. Apesar de alguns indivíduos de algumas espécies presentes nesta região serem muito jovens, como é o caso de algumas Palmeiras-leque (*Washingtonia filifera*) e Cuxim (*Azadirachta indica*), conseguem reter volumes apreciáveis de água pluvial, conforme os resultados obtidos e apresentados no Capítulo 4 (páginas 79-81).

O objetivo pretendido para esta segunda mancha, centra-se em reforçar esta região com as espécies já existentes e que melhor contribuíram para este benefício, lembrando que é importante verificar se estas se encontram dentro dos limites impostos pela regra dos 30/20/10, e na inserção de novas espécies com capacidades louváveis para a retenção de grandes quantidades de água, sem obstruir a passagem natural das águas pluviais nas bacias de retenção.

- III. Rua Teodoro Gomes (linha violeta da Figura 2 do Anexo 5)** – por já existir uma certa quantidade de Cuxim nesta rua, propõem-se a introdução de espécies existentes no bairro com menor número de indivíduos, assim como espécies não nativas com boas capacidades de drenar. Esta rua também sofre de sérios problemas em relação ao escoamento das águas pluviais, pois além de existir pouca vegetação arbórea, existe pouca infraestrutura relacionada com drenagem.

Na Tabela 9 encontra-se relatada as espécies que foram escolhidas para este benefício e as respetivas ruas e avenidas propostas. Mais uma vez, o critério utilizado para a escolha da implantação e localização de cada árvore nas respetivas ruas e avenidas, encontra-se relacionada com a variável espaço.

Tabela 9 - Zonas de intervenção e as respetivas espécies arbóreas propostas para maximizar a diminuição da escorrência superficial das águas pluviais – Fonte: autor

Espécies	Zonas		
	Av. 12 de Setembro	Av. Cidade Invicta	Rua Teodoro Gomes
Amêndoa doce (<i>Prunus dulcis</i>)	X		
Bela-sombra (<i>Thespesia populnea</i>)		X	
Jacarandá (<i>Jacaranda mimosifolia</i>)	X	X	X
Acácia-leucena (<i>Leucaena leucocephala</i>)		X	
Coqueiro (<i>Cocos nucifera</i>)		X	
Pitanga (<i>Eugenia uniflora</i>)			X
Mescalbean (<i>Dermatophyllum secundiflorum</i>)			X

De acordo com a estimativa feita em relação à capacidade de drenar grandes volumes de águas pluviais e diminuir consequentemente a escorrência superficial das águas pluviais, observa-se na Figura 52 (capacidade das novas espécies propostas em relação à diminuição da escorrência superficial das águas pluviais) que o valor estimado das novas espécies propostas é satisfatório.

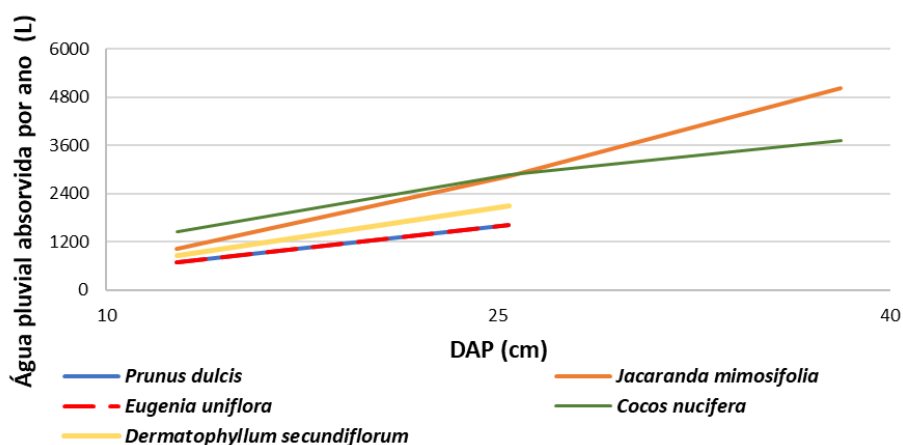


Figura 52 - Estimativa da capacidade das novas espécies propostas em diminuir a escorrência superficial – Fonte: autor

5.2.1.3. Poupança de energia elétrica

Em termos de energia elétrica poupada nas habitações devido à presença das árvores, estimou-se que as espécies no bairro que mais contribuem para este benefício são as Acácias americanas (*Prosopis juliflora*), o Cuxim (*Azadirachta indica*), o Tamarindo (*Tamarindus indica*), o Pinheiro (*Casuarina equisetifolia*) e as Palmeiras-leque (*Washingtonia filifera*), conforme os resultados obtidos e apresentados nas Figura 25, Figura 26, Figura 27, Figura 28 e Figura 29 referentes a este benefício nas páginas 75-78.

Em algumas ruas do bairro estimou-se quantidades razoáveis em relação à poupança de energia nas habitações devido à presença arbórea (Figura 3 do Anexo 5), porém, são ruas menos relevantes para implementar ou ter árvores com potencial de ajudar diminuir o consumo de energia, pois são ruas com pouco edificado. Como exemplo, pode-se citar a antiga placa desportiva que se localiza na Avenida Capitão Ambrósio. Na Figura 3 do Anexo 5 encontra-se os resultados referentes a este benefício, onde se estimou que as árvores presentes nesta zona conseguem contribuir para uma poupança considerável de energia, porém, esta zona representa uma zona com poucas residências. Ainda no mesmo anexo, vê-se claramente que no interior do bairro, onde existe uma maior concentração de edificado, é impercetível a presença de árvores com boa capacidade de poupança de energia, pois para além de ajudarem na poupança de energia, contribuiriam para o aumento da cobertura arbórea que por sua vez é nula na maioria das ruas no interior do bairro. Sendo assim, o foco da proposta será o interior do bairro, onde serão indicadas as ruas para a inserção das espécies arbóreas, assim como as espécies consideradas mais adequadas para maximizar o benefício ‘diminuição do consumo de energia nas habitações’ através das suas sombras e do processo evapotranspiração.

Nas imagens que se apresentam em seguida, encontram-se ilustrado o posicionamento projetado das árvores em frente às habitações. Nelas, vê-se o efeito ensombramento que as árvores teriam sob as residências unifamiliares e plurifamiliares que por sua vez iria proporcionar um consumo menor de energia para o arrefecimento. Para tal, sugere-se que a cada quatro metros seja inserida uma nova árvore de pequeno porte, a cada seis metros uma de médio porte e a cada oito metros uma arbórea de grande porte. Como a maioria das ruas do bairro e da cidade não são numeradas e nem nomeadas, optou-se por atribuir referências, como por exemplo ‘Ponto X’, às ruas como forma de facilitar a proposta.

Sendo assim, indica-se em seguida as seguintes ruas como propostas de intervenção e posteriormente, as espécies arbóreas (Tabela 10) consideradas aptas para a maximização deste benefício.

- I. **Rua 9 (linha verde fluorescente da Figura 3 do Anexo 5)** - como se pode verificar na Figura 53, não existe árvores nesta rua, o que acaba tornando ainda pior o microclima local, e conseqüentemente a um gasto maior de energia para arrefecimento das habitações. Tendo em conta que se trata de uma rua não muito espaçosa e com algumas fiações elétricas, propõem-se então a introdução de espécies arbóreas de pequena dimensão e com raízes não agressivas (ver Tabela 10).



Figura 53 - Rua 9 do Bairro Ribeira Bote/Torrada – Fonte: autor (Março, 2017)

- II. **Rua 10 (linha laranja da Figura 3 do Anexo 5)** – nesta rua encontram-se algumas Acácias americanas (*Prosopis juliflora*), mas em péssimas condições de conservação como se pode verificar na Figura 54. Para tal, propõem-se o abate dessa espécie para este tipo de ocupação do solo urbano – residências unifamiliares – visto que são árvores de grande porte e com raízes que podem danificar calçadas, fiações elétricas, canalizações de água e saneamento, entre outros. Em contrapartida, sugere-se a introdução de espécies que não causem esses tipos de constrangimentos às infraestruturas, e que conseguem trazer benefícios ambientais tão bons quanto as consideradas para a *Prosopis juliflora*, recorrendo, por exemplo, ao Jacarandá-mimoso (*Jacaranda mimosifolia*).



Figura 54 - Rua 10 do Bairro Ribeira Bote/Torrada (Março, 2017)

Tirando esta parte, o restante da rua é completamente despida de arborização (Figura 55).



Figura 55 – Rua 10 – Fonte: autor (Março, 2017)

- III. Ponto X (linha verde escuro da Figura 3 do Anexo 5)** – nesta rua (Figura 56), encontra-se um cenário que é frequente em várias outras ruas do bairro (presença de uma única árvore), em que a maioria é introduzida pelos próprios moradores. A espécie arbórea presente nesta rua é o Cuxim (*Azadirachta indica*). A proposta de fixação de novas espécies arbóreas de pequeno a médio porte nesta rua, capazes de contribuir para uma poupança eficaz de energia elétrica, vê-se viável, pois existe espaço para inserção de árvores.



Figura 56 - Ponto X – Fonte: autor (Março, 2017)

- IV. **Ponto XVIII (linha azul da Figura 3 do Anexo 5)** – existem grandes oportunidades para a implementação de árvores nesta rua, pois como se pode conferir na Figura 57, esta rua é bastante espaçosa. A introdução de árvores nesta rua traria muitos benefícios para os moradores e para o ambiente, principalmente na poupança de energia consumida nas habitações para arrefecimento.



Figura 57 - Rua do Polivalente Ribeira Bote (Março, 2017)

- V. **Rua Conakry (linha azul fluorescente da Figura 3 do Anexo 5)** – esta rua é uma das do centro do bairro com maior número de árvores sendo a maioria pertencente à espécie Acácia americana (*Prosopis juliflora*). Como se pode verificar na Figura 58, essas espécies têm causado grandes constrangimentos relativamente ao levantamento de calçadas e fiações elétricas. Para tal, propõem-se também a substituição dessas por novas espécies arbóreas, de preferência de pequeno porte.



Figura 58 - Rua Conakry (Março, 2017)

- VI. Rua Padre Filipe Pereira (linha vermelha da Figura 3 do Anexo 5)** – esta rua é uma das ruas bem consolidadas no bairro, com passeios espaçosos, mas sem árvores. É considerada bastante perigosa devido à falta de iluminação pública adequada à noite. Para tal, propõem-se então a sua reestruturação com a colocação de postes de iluminação por parte da empresa responsável (ELECTRA, S.A.R.L.). Aproveitando essa intervenção, sugere-se a introdução de espécies de pequeno a médio porte que não obstruem a passagem da iluminação à noite, e capazes de proporcionar a poupança de energia consumida nas habitações, minimizando a temperatura do ar exterior através da evapotranspiração, pois é uma rua que recebe diariamente uma forte exposição solar.



Figura 59 - Rua Padre Filipe Pereira (Março, 2017)

- VII. Ponto XXVI (linha violeta da Figura 3 do Anexo 5)** – rua com apenas uma árvore (Cuxim) e com potencial para a inserção de novas árvores (Figura 60). Por ser paralela à rua Padre Filipe Pereira, esta rua também é considerada uma rua

bastante perigosa. Para tal, propõem-se os mesmos conceitos citados anteriormente.



Figura 60 - Ponto XXVI – Fonte: autor (Março, 2017)

VIII. Rua São João Bosco (linha cinzenta da Figura 3 do Anexo 5) – observa-se na Figura 62, que existe também um único indivíduo arbóreo, a palmeira-leque (*Washingtonia filifera*). Para esta rua, propõem-se então o incremento desta mesma espécie, assim como também de novas espécies, visto que existe espaço suficiente para tal, e ainda alguns ajustes a nível da iluminação elétrica (Figura 61 e Figura 62).



Figura 61 – Rua São João Bosco (Ponto XVI B) – Fonte: autor (Março, 2017)



Figura 62 - Rua São João Bosco (Ponto XVIb) – Fonte: autor (Março, 2017)

IX. Ponto XI (linha amarela da Figura 3 do Anexo 5) – no fundo da rua existe espaço suficiente para uma possível construção de um pequeno jardim com arbustos e árvores de pequeno porte. Na imagem do lado direito da Figura 63, pode-se observar que se prevê que as árvores consigam proporcionar uma grande área de ensombramento, que, por sua vez, iria ajudar a diminuir a temperatura local e proporcionaria um menor consumo de energia para arrefecimento das habitações.



Figura 63 – Ponto XI – Fonte: autor (Março, 2017)

Na Tabela 10 são descritas as árvores destinadas a cada uma dessas ruas. Além do critério ‘maior potencialidade em proporcionar um menor consumo de energia nas habitações para arrefecimento’, as espécies arbóreas foram escolhidas pela estrutura, ou seja, escolheu-se espécies que não atingem alturas elevadas e que podem oferecer uma paisagem mais agradável a nível estético às ruas, e espécies com folhas perenes.

Tabela 10 - Zonas de intervenção e as respetivas espécies arbóreas propostas para maximizar a diminuição do consumo de energia nas habitações – Fonte: autor

Zonas / Espécies	Rua 9	Rua 10	Ponto X	Ponto XVIII	Rua Conakry	Rua Padre Filipe	Ponto XXVI	Rua São João Bosco	Ponto XI
Palmeira-leque (<i>Washingtonia filifera</i>)	X			X				X	
Jacarandá (<i>Jacaranda mimosifolia</i>)		X		X	X	X	X	X	
Pata-de-vaca (<i>Bauhinia variegata</i>)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Oiti (<i>Licania tomentosa</i>)	X	X	X	X	X	X	X		X
Coqueiro (<i>Cocus nucifera</i>)		X			X	X		X	

As ruas com melhores condições em termos de espaçamento para receber maior número de árvores são: rua 10, Ponto XVIII, rua Conakry; rua Padre Filipe e rua São João Bosco. Essa característica atribuiu-lhes o “direito” e capacidade de receber maior número de espécies como propostas. Importa frisar que estas são apenas propostas de espécies, o que não quer dizer que essas ruas terão de ter todas essas espécies indicadas, podendo optar-se pela introdução de duas espécies para uma rua, ou então, uma única espécie.

Na Figura 64 apresentam-se resultados relativos à estimativa do desempenho de cada espécie nova selecionada para a implementação nas ruas do bairro para este benefício.

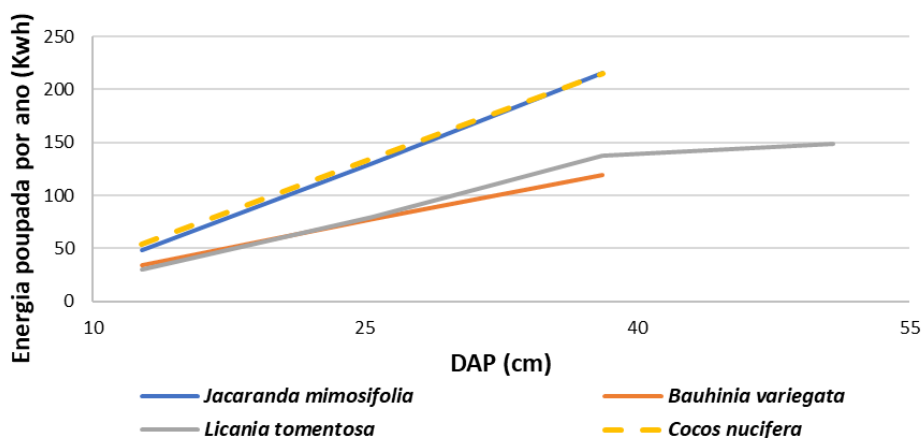


Figura 64 - Estimativa da capacidade das espécies propostas em diminuir o consumo de energia para arrefecimento – Fonte: autor

Pelas imagens apresentadas neste subcapítulo, percebe-se que as propostas de inserção de arbóreas possuem o potencial de proporcionar grandes áreas de ensombramento nas paredes do lado leste e oeste das habitações, e conseqüentemente menor exposição das mesmas à radiação solar. Desta forma, percebe-se que a localização e seleção correta das espécies arbóreas é um fator de extrema importância quando se pretende diminuir o consumo de energia elétrica utilizada nas habitações para arrefecimento e aquecimento.

5.2.1.4. Valorização de propriedades

De uma forma empírica, todos nós sabemos que uma casa ou prédio com pequenos espaços verdes/árvores nas suas imediações são mais apreciados do que quando não as possuem. Essa apreciação faz com que as propriedades sejam mais valorizadas em termos monetários. Portanto é de extrema importância a realização de uma criteriosa seleção de espécies capazes de maximizar o valor das propriedades imobiliárias.

No bairro de Ribeira Bote/Torrada não se verificam casas com muitos espaços verdes/árvores. Para que esta situação seja invertida, propomos então a incorporação de árvores com características que permitam aumentar o valor de propriedade em algumas ruas do bairro, principalmente rente às propriedades com melhores condições estéticas.

Das espécies inventariadas, estimou-se que as espécies que mais contribuem para o aumento do valor imobiliário, ainda que na nossa opinião com valores muito baixos, foram: Acácia americana (*Prosopis juliflora*); Cuxim (*Azadirachta indica*); Acácia-lecuma (*Leucaena leucocephala*); e o Pinheiro (*Casuarina equisetifolia*). Os valores das estimativas encontram-se no Capítulo 4 (páginas 87-89). Apesar dessas quatro espécies contribuírem para o aumento do valor de propriedade, não são as mais indicadas para ruas com grande índice de edificado devido à estruturação (altura e raízes) das mesmas que podem por em risco as habitações e outras infraestruturas.

Na Figura 4 do Anexo 5 encontra-se ilustrado a distribuição das arbóreas no bairro e a contribuição estimada que cada indivíduo pode proporcionar para a valorização de propriedade. Nesta mesma figura pode-se observar quais as ruas onde este benefício é bem aproveitado assim como aqueles que nem por isso. Os diâmetros de copa com maior dimensão representam as espécies com maior potencial para maximizar este benefício e vice-versa.

Portanto, as ruas e espécies arbóreas propostas são:

- I. **Rua 7 (linha verde fluorescente da Figura 4 do Anexo 5)** – nesta rua existem casas bem estruturadas e com espaço para incorporação de árvores (Figura 65). Acredita-se que a localização das mesmas e com a respetiva inserção arbórea, irá ajudar no aumento do valor de propriedade, dando assim a esta rua uma melhor visibilidade.



Figura 65 - Rua 7 – Fonte: autor (Março, 2017)

- II. **Rua Celso Silva Leão (linha laranja da Figura 4 do Anexo 5)** – apesar de não existir muito espaço nesta rua, acredita-se que a presença de árvores iria valorizar ainda mais as propriedades nela presente, pois esta rua encontra-se bem localizada (Figura 66). No início da rua temos uma escola secundária e no fim da rua o Estádio Municipal Adérito Sena. Próximo da rua temos o Centro Juvenil e o Hospital Baptista de Sousa, além de pequenos comércios.



Figura 66 - Rua Celso Silva Leão – Fonte: autor (Março, 2017)

- III. **Ponto VIII (linha vermelha da Figura 4 do Anexo 5)** – o mesmo acontece para esta rua (Figura 67), pois esta também se encontra bem localizada (Hospital, Estádio Municipal e pequenos comércios). Ao contrário da rua Celso Silva Leão, nesta existe espaço suficiente para introdução de árvores.



Figura 67 - Rua Ponto VIII– Fonte: autor (Março, 2017)

- IV. **Rua do Sol (linha azul florescente da Figura 4 do Anexo 5)** - o fim da rua dá acesso a uma das entradas do Hospital Baptista de Sousa e no início, a uma das avenidas mais importantes da Cidade do Mindelo – Avenida 12 de Setembro. A localização das habitações nesta rua é bastante favorável, pois para além dos dois pontos importantes citados, próximo da mesma encontra-se localizada consultórios, pequenos e grandes comércios, espaços desportivos, clubes, entre outros (Figura 68). A presença de árvores iria complementar e valorizar ainda mais as habitações desta região.



Figura 68 - Rua do Sol – Fonte: autor (Março, 2017)

- V. **Rua São João Bosco (linha cinzenta da Figura 4 do Anexo 5)** – esta rua também se encontra bem enquadrada (Figura 69 e Figura 70). Com pode-se observar na Figura 69 existem árvores apenas no jardim privado do Hospital Baptista de Sousa. Com a fixação de árvores corretas nesta rua, as propriedades com certeza ganhariam uma melhor valorização.



Figura 69 – Rua São João Bosco (Ponto XVI) – Fonte: autor (Março, 2017)



Figura 70 – Rua São João Bosco (Ponto XVI A) – Fonte: autor (Março, 2017)

Conforme as figuras já ilustradas com as respetivas sugestões de arborização, acredita-se que árvores trariam uma melhor qualidade paisagística às residências unifamiliares, pois esteticamente as ruas ficariam mais harmoniosas e apelativas.

A Tabela 11 representa a distribuição das espécies de árvores sugeridas para as ruas propostas, lembrando que se pode optar por introduzir uma ou mais das espécies indicadas para as respetivas ruas.

Tabela 11 - Zonas de intervenção e as respetivas espécies arbóreas propostas para maximizar o aumento do valor das propriedades – Fonte: autor

Zonas Espécies	Rua 7	Rua Celso Silva Leão	Ponto VIII	Rua do Sol	Rua São João Bosco
Pitanga (<i>Eugenia uniflora</i>)			X		
Jacarandá (<i>Jacaranda mimosifolia</i>)	X		X	X	X
Pata-de-vaca (<i>Bauhinia variegata</i>)	X	X			X
Oiti (<i>Licania tomentosa</i>)	X	X		X	X
Mescalbean (<i>Dermatophyllum secundiflorum</i>)		X	X		X

Já na Figura 71, estimou-se através do modelo STRATUM, o desempenho das novas espécies indicadas para a valorização de propriedades no bairro. Das cinco espécies, o Jacarandá (*Jacaranda mimosifolia*) é a que mais contribui para este benefício, mostrando assim que as residências unifamiliares e plurifamiliares localizadas em ruas com esta espécie de árvore terão uma melhor valorização.

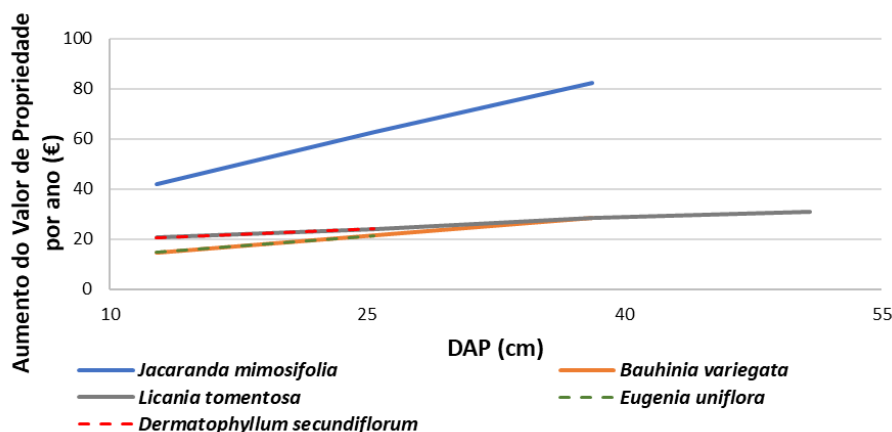


Figura 71 - Estimativa da capacidade das espécies propostas em aumentar o valor de propriedade – Fonte: autor

5.2.1.5. Discussão

Uma árvore, desde que a espécie seja criteriosamente selecionada, pode proporcionar vários tipos de benefícios com resultados promissores para uma urbe. É o caso das espécies indicadas para a reestruturação arbórea do bairro Ribeira Bote/Torrada. Em cada trecho/rua/avenida podemos ter várias espécies e cada uma pode representar um valor acrescido para um ou vários dos benefícios estudados. Nessas situações, propomos que a entidade responsável pela arborização urbana, opte por um alinhamento harmonioso a nível estético, entre as potenciais espécies arbóreas, contribuindo desta forma para uma cada vez melhor valorização paisagística da zona.

Achou-se por bem não indicar muitas espécies novas para o bairro justamente para não potenciar um ambiente menos harmonioso ou saturado, ou seja, com demasiada informação para ser entendida pelos moradores, bem como para contribuir para o reforço das espécies nativas com pouca representação no arvoredo do bairro.

Tendo em conta que as imagens manipuladas nas propostas se tratam apenas de uma ilustração de como as ruas ficariam com essa presença de árvores, a sua inserção no bairro irá requerer todo um processo de preparação e requalificação de todo o espaço público e de muitos outros aspectos importantes, dos quais destacamos o alargamento dos passeios

em algumas ruas, a construção de caldeiras, a redefinição dos espaços para estacionamento, entre outros. Contudo, é importante elaborar planos de ação e manutenção de uma floresta urbana, escolhendo as melhores espécies para maximização dos benefícios assim como também para acautelar os desserviços, escolhendo igualmente os melhores espaços para incorporação de árvores de modo que estas desenvolvam livremente e sem restrições, entre muitos outros aspectos relevantes para a construção de uma floresta urbana sustentável.

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSÃO

Uma vez feita a avaliação do desempenho das espécies arbóreas que compõem a floresta urbana do bairro Ribeira Bote/Torrada, utilizando para tal informações da cidade de Glendale (EUA), conclui-se que o bairro não se encontra bem servido em termos de serviços ecológicos prestados pela floresta urbana, pois conforme os resultados obtidos através do STRATUM e da visita de campo, constatou-se que existe uma pequena percentagem – 3,7% - de cobertura arbórea ao longo do bairro, o que lhe impede de proporcionar grandes benefícios por ano. Além dessa pequena percentagem, a distribuição das árvores é desigual ao longo do bairro, pois existem ruas com apenas um indivíduo arbóreo e com potencialidade para a incorporação de mais indivíduos, e ruas com muitos indivíduos arbóreo sendo que nestas o espaço não é adequado para o desenvolvimento saudável das mesmas. Esses valores mostram-nos então que a presença das árvores no meio urbano deve ser levado em conta no planeamento urbano, pois a melhoria da qualidade de vida que estas podem proporcionar pode ser uma grande mais-valia. Contudo, acredita-se que se a cobertura arbórea for aumentada, os benefícios também serão maximizados.

Em relação aos desserviços, acredita-se que estes podem ser acautelados caso o planeamento da floresta urbana for reavaliado e reformulado. Muitas das espécies não se encontram localizadas em espaços apropriados, pois algumas apresentam raízes agressivas e encontram-se localizadas perto de residências unifamiliares e plurifamiliares ou de outras infraestruturas urbanas, o que acaba por pôr estas numa situação de risco. Todos esses fatores acabam por indicar que o planeamento, desenho e manutenção da floresta urbana do bairro não se encontram bem conseguidos. Acredita-se que os resultados dos benefícios poderiam ser melhores caso o planeamento da floresta urbana fosse bem elaborado e executado. Para tal seria necessário construir espaços adequados para a inserção arbórea, implantação da floresta urbana e posterior avaliação do sucesso dessas mesmas iniciativas. Contudo, é importante que as entidades municipais entendam que nas ações de planeamento de uma cidade, deve-se sempre considerar e inserir planos específicos para a floresta urbana.

De todas as espécies inventariadas no bairro de Ribeira Bote/Torrada e posteriormente avaliadas, a *Prosopis juliflora* (Acácia-americana) foi a que se estima ser a mais benéfica

para o ambiente e ao mesmo tempo, a menos indicada para a arborização urbana. Contudo, uma vez que esta espécie não é considerada adequada para arborização urbana, e visto que foi a espécie que mais vantagens trouxe para o ambiente, recomenda-se que esta seja inserida em espaços tais como, florestas e parques, pois os benefícios ambientais que esta proporciona são de grande valia. Em contrapartida, a *Phoenix dactylifera* (Tamareira) e a *Washingtonia filifera* (palmeira-leque) foram as que menor desempenho obtiveram. Constatou-se ainda que existe um certo exagero de indivíduos das espécies *Azadirachta indica* (42%) e *Phoenix dactylifera* (18%) ao longo do bairro, e por outro lado uma carência de indivíduos das espécies *Terminalia catappa* (2%) e *Moringa oleífera* (0%). Com isto, conclui-se que na incorporação de árvores, é necessário fortalecer essas espécies com baixa percentagem e diminuir plantações daquelas que já ultrapassaram a fração dos 10%, ou estão próximas de ultrapassar o limite de 10% de espécies – regra dos 30-20-10.

Analisando os quatro benefícios proporcionados pela floresta urbana estudados neste trabalho, constatou-se que em relação à poupança do consumo de energia, a maioria dos arruamentos com edificado encontram-se desprovidas de árvores, o que impede a maioria dos moradores de usufruir desse benefício. Em relação ao aumento do valor de propriedade, acredita-se que este benefício também não é usufruído da melhor forma devido à ausência de arbóreas nas imediações da maioria das residências unifamiliares. Em relação aos valores estimados para as árvores em relação a este benefício, estes foram considerados baixos, pelo facto de as espécies consideradas para este tipo de benefício possuírem pequenas áreas foliares. Em relação a CO₂ e drenagem de águas pluviais, o bairro encontra-se no geral mal servido, pois a distribuição das árvores é desigual o que impede que o bairro tenha uma qualidade do ar favorável e zonas bem drenadas em todas as suas vertentes.

De futuro, recomenda-se o estudo da floresta urbana do bairro e de toda a cidade utilizando para tal parâmetros específicos de Mindelo e não parâmetros de Glendale, de modo a melhorar a gestão da floresta urbana da cidade. Para além de uma boa gestão, os futuros estudos poderão ajudar na realização de novos planos para as florestas urbanas e na manutenção sustentável das mesmas. Recomenda-se principalmente a elaboração de estudos que permitam avaliar o custo-benefício da floresta urbana do bairro e da cidade,

pois nesta dissertação não foi possível analisar essa temática, pois trata-se de uma possível adaptação do modelo STRATUM à realidade do bairro Ribeira Bote/Torrada.

Este trabalho pretendeu sobretudo alertar para o potencial que encerram os estudos com base na modelação de serviços dos ecossistemas, em incidindo em particular sobre a floresta urbana. De futuro, deverão ser realizados estudos sobre a qualidade do ar, temperatura, custos de manutenção, ruído, entre outros, de modo a que seja possível realizar uma melhor avaliação da floresta urbana na sua relação custo-benefício. Uma vez estudados os custos que o município tem para melhorar a qualidade do ar e as restantes situações já expostas e do respetivo valor das árvores, tornar-se-á mais fácil estudar a racionalidade económica do efeito da floresta urbana sob a diminuição da temperatura, da concentração de CO₂, drenagem das águas pluviais e do valor das propriedades imobiliárias, comparando com exatidão a influência que a cobertura arbórea tem em relação a esses fatores. Recomenda-se ainda que sejam realizadas experiências de plantação com as novas espécies propostas de modo a analisar a tolerância das mesmas em relação aos poluentes presentes no bairro e na cidade e da adaptação ao clima antes da sua inserção no bairro.

CAPÍTULO 7

7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- Akbari, H.; Davis, S.; Dorsano, S.; Huang, J.; Winnett, S. (Eds), 1992. *Cooling Our Communities: A Guidebook on Tree Planting and Light-Colored Surfacing*. U. S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C. 156 pp.
- Almeida, A.L., 2006. *O valor das árvores: árvores e floresta urbana de Lisboa*. Dissertação de Doutoramento. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa.
- Anderson, L. M.; Cordell, H. K., 1988. Influence of Trees on Residential Property Values in Athens, Georgia (U.S.A.): a survey based on Actual Sales Prices. *Landscape and Urban Planning* 15 (1988): 153-164.
- Anderson, L.M.; Cordell, H.K., 1985. Residential property values improve by landscaping with trees. *Southern Journal of Applied Forestry* 9: 162-166.
- Andresen, M.T.L.M.B., 1982. *Árvores de arruamento de Lisboa, contribuição para a sua classificação*. Relatório Final do Curso Livre de Arquitetura Paisagista, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa. 113 pp.
- Benedict, M. A.; & McMahon, E. T., 2001. *Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century*. Washington, DC: Sprawl Watch Clearinghouse Monograph Series.
- Boland, D. J.; Brooker, M. I.; Chippendale, G.M.; Hall, N.; Hyland, B. P.; Johnston, R. D., 1999. *Forest Trees of Australia*. Australia: CSIRO Publishing.
- Castro, M. M., 2015. *Levantamento e Caracterização da Arborização Urbana da Cidade de Chaves*. Dissertação de Mestrado em Arquitetura Paisagista. Vila Real: Universidade Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Chaparro, L.; & Terrasdas, J., 2009. *Ecological Services of Urban Forest in Barcelona*. Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Clark, J. R.; Matheny, N. P.; Gross, G.; Wake, V., 1997. A model of Urban Forest sustainability. *Journal of Arboriculture* 23 (1): 17-30.

- Climate-Data.Org., 2015. Obtido em 22 de Outubro de 2017: Disponível em <https://pt.climate-data.org/location/1476/>
- Comisión Nacional del Medio Ambiente – CONAMA -, 2002. *Áreas verdes en el gran Santiago*. Área de Ordenamiento Territorial y Recursos Naturales de Chile, CONAMA. Región Metropolitana, Santiago. 11 pp.
- Cook D.I.; Haverbeje D.F.V., 1974. *Trees and shrubs for noise abatement*. University of Nebraska College of Agriculture Experiment Station Bulletin, RB 246.
- CUFR, 2006. *STRATUM v 3.0. Street Tree Resource Analysis Tool for Urban Forest Managers. Operation and Documentation*. Center for Urban Forest Research Pacific Southwest Research Station, USDA Forest Service. 62 pp.
- De Groot, R.; Wilson, M.A.; Boumans, R.M., 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*. 41 (3): 393–408.
- Demason, D. A.; Madore, M. A.; Sekhar, K. N. C.; & Harris, M. J., 1992. (Phoenix dactylifera). *Cell*, 177–184.
- Dwyer, J. F.; Nowak, D. J.; Noble, M. H., 2003. Sustainable urban forests. *Journal of Arboriculture* 29(1): 49-55.
- Espécie Prunus dulcis*. (s.d.). Obtido em 3 de Janeiro de 2018, de Jardim Botânico UTAD: https://jb.utad.pt/especie/Prunus_dulcis
- Gallis, C. (Ed.), 2005. *Forests Trees and Human Health and Well-being*. Medical Scientific Publishers, Thessaloniki, p. 1.
- Georgia Forestry Commission, 2001. *Georgia Model Urban Forest Book*. Georgia Forestry Commission.
- Goes, E., 1985. *Os eucaliptos – Identificação e monografia de 121 espécies existentes em Portugal*. Lisboa: Portucel.
- Grup Intergovernamental d'Experts sobre el Canvi Climàtic – GIECC -, 2007. *Projeccions globals: el 4t informe del Grup Intergovernamental d'Experts sobre el canvi climàtic*. Informe. 81 pp.
- Heisler G.M., 1986. Energy savings with trees. *Journal of Arboriculture* 12 (5): 113-125.
- Hoekstra, J. R., 2004. *Effects of Intraregional Differences in Geography and Tree Growth in Municipal Forest Benefit Analyses*. Masters of Science. University of California, Davis. 126 pp.

- Huang, J.; Ritschard, R.; Sampson, N.; Taha, H., 1992. The Benefits of Urban Trees. In: Akbari, H.; Davis, S.; Dorsano, S.; Huang, J.; Winnett, S. (Eds), *Cooling Our Communities. A Guidebook On Tree Planting And Light-Colored Surfacing*. U.S. Environmental Protection Agency, Climate Change Division, Washington D.C., pp. 27-42.
- ICLEI, Local Governments for Sustainability., 2006. Talking Trees: An Urban Forestry Toolkit for Local Governments. 88 pp.
- Inden, L., Endland, A. N. H. A. W., & Washingtonia, C., 1879. *Washingtonia filifera*, 1–6.
- Informação da Árvore de Amêndoa.,(2017). Obtido em 2 de Janeiro de 2018, de Wikifarmer: <https://wikifarmer.com/pt-br/informacoes-da-arvore-de-amendoa/>
- Institut de les Ciències i les Tecnologies Ambientals (ICTA)., 2002. La Qualitat de l'Aire al voltant de les Carreteres.
- Instituto Nacional de Estatística de Cabo Verde (INE). CENSO 2010. Disponível em www.ine.cv
- Instituto Nacional de Gestão do Território (INGT). Disponível em www.ingt.gov.cv
- Kench, A., 2003. Personal communication on May 1, 2003. Public Utilities Commission, City and County of San Francisco, CA. (cit. Maco, S. E.; McPherson G.; Simpson, J.; Peper, P.; Xiao, Q., 2003).
- Kenney, W.; Van Wassenae, P.; & Satel, A., 2011. International Society of Arboriculture. 10 pp.
- Konijnendijk, C. C., 2003. A decade of urban forestry in Europe. *Forest Policy and Economics* 5(2): 173-186.
- Konijnendijk, C.C.; Schipperijn, J.; & Nilsson, K., 2005. *Urban forests and trees*. European cooperation in the field of scientific and technical research.
- Lima, A. M. L. P.; Cavalheiro, F.; Nucci, J. C.; Sousa, M. A. L. B.; Fialho, N. D. O.; & Del Picchia, P. C. D., 1994. Problemas de utilização na conceituação de termos como espaços livres, áreas verdes e correlatos. In *Congresso Brasileiro sobre Arborização Urbana 2*: 539-550.
- Maco, S. E.; McPherson G.; Simpson, J.; Peper, P.; Xiao, Q., 2003. *City of San Francisco, California. Street Tree Resource analysis*. Center for Urban Forest Research, USDA Forest Service, Pacific Southwest Research Station. 71 pp.

- Maco, S.E.; McPherson, E.G., 2003. A practical approach to assessing structure, function, and value of street tree population in small communities. *Journal of Arboriculture* 29 (2): 84-97.
- Magalhães, L. M. S., 2006. Arborização e florestas urbanas - terminologia adotada para a cobertura arbórea das cidades brasileiras. *Série Técnica Floresta e Ambiente, Seropédica* 1: 23-26.
- Magalhães, M. R. A., 2001. *Arquitetura Paisagista, morfologia e complexidade*. Editorial Estampa, Lisboa. 525 pp.
- Maillet, L. I.; Bourgerly, C., 1993. *L'arboriculture urbaine*. Éditions IDF, Collection Mission du Paysage, Paris. 318 pp.
- Mason, B., Gardener, M., Extension, L. C., & Myers, F. (n.d.). Botanical Name : Jacaranda mimosifolia Family: Bignoniaceae Common Names : Jacaranda ; Flamboyán azul, 239 pp.
- McPherson, E. G., 2001. Sacramento's parking lot shading ordinance: environmental and economics costs of compliance. *Landscape and Urban Planning* 57: 105-123.
- McPherson, E. G.; Simpson, J.R.; Peper, P.J.; Xiao, Q.; Maco, S.E.; Hofer, P.J., 2003. *Northern mountain and prairie community tree guide: benefits, costs and strategic planting*. Center for Urban Forest Research, USDA Forest Service, Pacific Southwest Research Station. 88 pp.
- McPherson, E.G.; Simpson, J. R., 2002. A comparison of municipal forest benefits and costs in Modesto and Santa Monica, California, USA. *Urban Forestry & Urban Greening* 1(2): 61-74.
- McPherson, E.G.; Simpson, J.R., 1999. *Carbon dioxide reduction through urban forestry: guidelines for professional and volunteer tree planters*. USDA Forest Service, Pacific Southwest Research General Technical Report N° 171, Albany, CA. 237 pp.
- McPherson, E.G.; Simpson, J.R.; Xiao Q.; Peper, P.J.; Maco, S.E., 2003. *Benefit-Cost Analysis of Fort Collins' Municipal Forest*. Center for Urban Forest Research, USDA Forest Service, Pacific Southwest Research Station. 39 pp.
- Medina, L., 2009. *Evolução Demográfica da Ilha de São Vicente. Do Descobrimento a 1950*. Dissertação de Mestrado em Demografia e Sociologia da População. Departamento de Sociologia. Lisboa: Instituto Universitário de Lisboa.

- Meyer, B.; Anderson, D.; Böhning, R.; Fratiante, D., 1973. *Introdução à fisiologia vegetal*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa. 710 pp.
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA), 2005. *Ecosystems and Human Well Being: a Framework for Assessment*. Millennium Ecosystem Assessment Series. Island Press, Washington D.C.
- Miller, R. W., 1997. *Urban Forestry, planning and managing urban greenspaces*. Prentice Hall, New Jersey. 502 pp.
- Mimosoideae, F., 2009. *Prosopis juliflora* Prosopis juliflora (Sw .) DC ., 0: 1–5.
- Names, L., & Description, B., 2009. *Leucaena leucocephala* (Lam .) de Wit Fabaceae - Mimosoideae *Leucaena leucocephala* (Lam .) de Wit Fabaceae - Mimosoideae, 0: 1–8.
- National Tree Benefit Calculator. Obtido em 10 de Abril de 2017, Disponível em: <http://www.treebenefits.com/calculator/>
- Nowak, D. J., 2001. The effects of Urban Forests on the Physical Environment. *In: Urban Forests and Trees*. Proceedings nº 1, COST ACTION E12, European Communities, Bruxelles, pp: 22-38.
- Nowak, D. J.; Civerolo, K. L.; Rao, S. T.; Sistla, G.; Luley, C. J.; & Crane, D. E., 2000. A modeling study of the impact of urban trees on ozone. *Atmospheric environment*, 34(10): 1601-1613.
- Nowak, D.; Crane, D. E.; Stevens, J. C.; Ibarra, M., 2002. *Brooklyn's Urban Forest*. Gen. Tech. Rep. NE-290, Newton Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Research Station. 107 pp.
- Nowak, D.J.; Crane, D.E.; Stevens, J.C., 2006. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry and Urban Greening* 4 (4-3): 115–123.
- Nunes da Silva, A. M., 2011. *Concepção e Desenvolvimento do Sistema de Informação Geográfica do Património Arbóreo do Município da Amadora*. Dissertação de Mestrado em Gestão do Território. Faculdade de Ciências Sociais e Humanas. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa.
- OECD, 2001. *OECD Environmental Indicators: Towards Sustainable Development 2001*. OECD Publishing.
- Orwa , C.; Mutua, A.; Kindt, R.; Jamnadass, R.; Anthony, S., 2009. *Azadirachta indica*.

- Agroforestree Database, 0*: 1–8.
- Orwa, C.; Mutua, A.; Kindt, R.; Jamnadass, R.; Anthony, S., 2009a. *Tamarindus indica* Fabaceae - Caesalpinioideae *Tamarindus indica, 0*: 1–6.
- Orwa, C.; Mutua, A.; Kindt, R.; Jamnadass, R.; Anthony, S., 2009b. *Delonix regia* (Hook.) Raf. (Hook.) Raf. *Agroforestry Database 4,0 (0)*: 1–6.
- Orwa, C.; Mutua, A.; Kindt, R.; Jamnadass, R.; Anthony, S., 2009c. *Terminalia catappa*. *Agroforestry Database, 4,0*: 1–5.
- Pata-de-vaca – *Bauhinia variegata*. (s.d.). obtido em 03 de Janeiro de 2018, de Jardineiro.net: <https://www.jardineiro.net/plantas/pata-de-vaca-bauhinia-variegata.html>
- Patro, R., 2013. *Pitanga - Eugenia uniflora*. Obtido em 16 de janeiro de 2018, de Jardineiro.net: <https://www.jardineiro.net/plantas/pitanga-eugenia-uniflora.html>
- Patro, R., 2014. *Oiti - Licania tomentosa*. Obtido em 08 de Janeiro de 2018, de Jardineiro.net: <https://www.jardineiro.net/plantas/oiti-licania-tomentosa.html>
- Pauleit S.; Duhme F., 2000. Assessing the environmental performance of land cover types for urban planning. *Landscape and Urban Planning* 52 (1): 1-20.
- Pereira, M., 2011. *Contributo para a otimização do planeamento e gestão Freguesia de Oeiras e São Julião da Barra*. Dissertação de Mestrado em Arquitetura Paisagista. Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.
- Platt, R.H.; Rowntree, R.A.; Muick, P.C. (Eds). 1994. *The ecological city*. University of Massachusetts, Boston, MA.
- Randrup, T.; McPherson, G.; Simpson, J., 2001. *Urban forest benefit/cost analysis. Draft program for the implementation of an urban forest benefit/ cost model in Denmark*. Danish Centre for Forest, Landscape and Planning & USDA Forest Service, Western Center for Urban Forest Research and Education. 61 pp.
- Rotermund, R. M., 2012. *Análise e Planejamento da Floresta Urbana Enquanto Elemento da Infraestrutura Verde: Estudo Aplicado à Bacia do Córrego Judas / Maria Joaquina, São Paulo, SP*. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. São Paulo: Universidade de São Paulo.

- Sá, J., 2013. *Espaços verdes em meio urbano: uma abordagem metodológica com base em serviços de ecossistema*. Dissertação de Mestrado em Urbanismo e Ordenamento do Território. Instituto Superior técnico de Lisboa.
- Salbitano, F.; Borelli, S.; Conigliaro, M.; & Chen, Y., 2016. *Guidelines on urban and peri-urban forestry*. Rome: FAO.
- Santamour, F.S., 1990. Trees for urban planning: Diversity, uniformity, and common sense. In: *Trees for the nineties: Landscape tree selection, testing, evaluation and introduction: Proceedings of the seventh conference of The Metropolitan Tree Improvement Alliance (METRIA)*
- Schoeder, H. W.; Cannon, W. N., 1983. The aesthetic contribution of trees to residential streets in Ohio Towns. *Journal of Arboriculture* 9 (9): 237-243, p. 237.
- Segnestam, L., 2002. *Indicators of environment and sustainable development. Theories and Practical Experience*. Environmental Economics Series Paper No. 89. The World Bank Environment Department, 66 p.
- Simon, B.; Blom, D.; Rautamäki, M.; Castel-Branco, C.; Simson, A.; Olsen, I.A. 2005. *Design of urban forests*. In: Konijnendijk, C.C.; Nilsson, K.; Randrup, T. B.; Schipperijn, J. (Eds), *Urban forests and trees*, Springer, Berlin, pp: 149-186.
- Simpson, J.R.; McPherson, E.G., 1996. Potential of tree shade for reducing residential energy use in California. *Journal of Arboriculture* 22: 10–18.
- Sudipto R.; Jason B.; & Catherine P., 2012. A systematic quantitative review of urban tree benefits, costs, and assessment methods across cities in different climatic zones. *Urban Forestry & Urban Greening* 11(4): 351– 363.
- Taha, H., 1996. Modeling impacts of increased urban vegetation on ozone air quality in the South Coast Air Basin. *Atmospheric Environment* 30 (20): 3423-3430.
- Teulat, B.; Aldam, C.; Trehin, R.; Lebrun, P.; Barker, J. H.; Arnold, G. M.; & Rognon, F., 2000. An analysis of genetic diversity in coconut (*Cocos nucifera*) populations from across the geographic range using sequence-tagged microsatellites (SSRs) and AFLPs. *Theoretical and applied genetics* 100 (5): 764 -771.
- Thespesia populnea (portia tree)*. (s.d.). Obtido em 11 de dezembro de 2017, de CABI: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/53592>

- Tryväinen, L. 1997. The amenity value of the urban forest: an application of the hedonic pricing method. *Landscape and urban planning* 37: 211-222.
- Tryväinen, L.; Pauleit, S.; Seeland, K.; Vries, S., 2005. Benefits and uses of urban forest and trees. In: Konijnendijk, C.C.; Nilsson, K.; Randrup, T. B.; Schipperijn, J. (Eds), 2005. *Urban Forests and Trees*, Springer, Berlin, pp: 81-114.
- Tzoulas, K.; Korpela, K.; Venn, S.; Yli-Pelkonen, V.; Kazmierczak, A.; Niemelä, J.; James, P., 2007. Promoting ecosystem and human health in urban areas using green infrastructure: a literature review. *Landscape and Urban Planning* 81: 167–178.
- Vicente, R. d. (16 de outubro de 2013). *Sigue la campaña de forestación barrial (Texto: Scott "Coco" Jackson)*. Obtido em 24 de janeiro de 2018, de El Portal de San Vicente. Periodismo comunitario: <http://elportaldesanvicente.blogspot.pt/2013/10/sigue-la-campana-de-forestacion-barrial.html>
- Von Gadow, K., 2002. Adapting silvicultural management systems to urban forests. *Urban Forestry & Urban Greening* 1(2): 107-113.
- Vries, S., 2004. Health benefits of a more natural living environment. In: Konijnendijk, C.; Schipperijn, J.; Hoyer, K. (Eds.), *Forestry Serving urbanised societies*. IUFRO World, Vienna. Series Vol. 14: 179-193, p. 180.
- Walker, T., 1975. Functional and aesthetic uses of plants in design. In: Carpenter, P.L.; Walker, T.D. (Eds.), *Plants in the landscape*. W.H. Freeman and Company, New York, pp. 152-178.
- Webb, M. D. A. (n.d.). *Prunus dulcis* (Mill.) D. A. Webb “Ferragnes.”
- Westerterp, 2001. Pattern and intensity of physical activity; keeping moderately active is the best way to boost total daily energy expenditure. *Nature* 410: 539
- Whitford, W.; Ennos, A.R.; Handley, J.F., 2001. «City form and natural process» - indicators for the ecological performance of urban areas and their application to Merseyside, UK. *Landscape and Urban Planning* 20 (2): 91-103.

ANEXOS

Anexo 1 – As principais espécies de árvores no Bairro de Ribeira

Bote/Torrada

A Figura 1 representa a espécie arbórea *Azadirachta indica*, conhecida popularmente no Mindelo como “Cuxim” por ter sido introduzida desde São Tomé e Príncipe durante o mandato municipal de uma personalidade com essa mesma alcunha. Nativa da região Indo-Birmaniana, a *Azadirachta indica* encontra-se distribuída por todo o Sul e Sudeste Asiático, tais como, Índia, Indonésia, Malásia, Paquistão, Sri Lanka, Tailândia, Bangladesh e Birmânia. Além disso, esta espécie arbórea encontra-se atualmente em vários outros países do mundo tais como: Austrália, América Latina, Portugal, Estados Unidos, Espanha entre outros. Esta espécie pertence à família *Meliaceae*, constituída maioritariamente por espécies arbóreas de pequeno a médio porte, mas de rápido crescimento, podendo alcançar até 30 metros de altura e 2,5 metros de diâmetro. É considerada muito resistente à seca e adapta-se a diversos tipos de solos - dos neutros a alcalinos - (Orwa *et al.*, 2009).



Figura 1 - Cuxim (*Azadirachta indica*) - Fonte: autor (Março 2017)

Relativamente à Figura 2, esta representa a espécie arbórea de nome popular Tamareira (*Phoenix dactylifera*). Pertencente à família dos *Arecaceae*, esta árvore é composta por cerca de 200 géneros e mais de 2500 espécies. Apesar do crescimento ser de moderado a lento, esta espécie pode atingir de 15 a 25 metros de altura. Requer solos limosos arenosos com grande capacidade de drenagem (Demason, Madore, Sekhar, & Harris, 1992).

Originária da região do Mediterrâneo e do Golfo Pérsico, esta espécie é bastante tolerante à seca e à salinidade do solo. Vive durante muitos anos (Dowson, 1968).



Figura 2 - Tamareira (*Phoenix dactylifera*) - Fonte: autor (Março de 2017)

As Acácias Americanas (*Prosopis juliflora*), Figura 3, são árvores nativas da América do Sul, América Central e do Caribe, e pertencem à família vegetal arbórea *Fabaceae* (*Leguminosae*) e subfamília *Mimosoideae*. Devido à sua pouca exigência de água, esta espécie consegue sobreviver em zonas tropicais áridas que ao longo do ano, não alcançam índices pluviométricos de 100 milímetros. Na idade adulta chega a alcançar dos 5 a 10 metros de altura, sendo que quando expostas a condições favoráveis/ideais, conseguem atingir até 18 metros de altura, pois são espécies de rápido crescimento (Mimosoideae, 2009).



Figura 3 - Acácia Americana (*Prosopis juliflora*) - Fonte: autor (Março de 2017)

Na Figura 4, encontra-se ilustrada a espécie vegetal arbórea denominada de Palmeira-leque (*Washingtonia filifera*), sendo esta pertencente à família das *Arecaceae*. É nativa do

Sudoeste da América do Norte mais precisamente no Sudoeste dos EUA - Arizona e Califórnia -, e do Noroeste do México. É utilizada para jardins em climas mediterrâneos, que quando em condições ideais para seu crescimento – verões quentes - pode alcançar até 23 metros de altura. São espécies de crescimento rápido e que vivem por longos anos (Inden, Endland, & Washingtonia, 1879).



Figura 4 - Palmeira-leque (*Washingtonia filifera*) - Fonte: autor (Março de 2017)

A espécie *Thespesia populnea*, vulgarmente conhecida como Bela-sombra em Cabo Verde, Figura 5, é uma árvore de pequeno/médio porte, pois a sua altura varia de 6-10 metros e o seu diâmetro do tronco de 20-30 centímetros. Nos primeiros anos a taxa de crescimento é rápido, mas ao atingirem 7-10 anos de idade este crescimento desacelera. Pertencente à família dos *Malvaceae*, esta espécie é considerada originária da Índia, Austrália e China, sendo a sua distribuição mundial pantropical. Consegue adaptar-se e desenvolver-se em vários tipos de solo em ambientes costeiros, tais como, solos derivados de quartzo, calcário e basalto, sendo o basalto o tipo de solo mais presente em Cabo Verde (*Thespesia populnea* (portia tree), s.d.)



Figura 5 - Bela-sombra (*Thespesia populnea*) - Fonte: autor (Março de 2017)

O Tamarindo (*Tamarindus indica*), Figura 6, é considerada uma árvore ornamental devido aos seus numerosos ramos curvados, podendo atingir os 25-30 metros de altura. Oriunda das savanas africanas, esta espécie pertence à família dos *Fabaceae*. Esta espécie arbórea cresce bem em diversos tipos de solos e ampla gama de condições climáticas, apesar de preferir áreas semi-áridas (Orwa *et al.*, 2009a).



Figura 6 – Tamarindo (*Tamarindus indica*) - Fonte: autor (Março de 2017)

A Acácia-rubra (*Delonix regia*), Figura 7, é uma espécie vegetal arbórea da família das leguminosas (*Fabaceae*) e nativa da ilha de Madagáscar. Outrora, esta espécie foi-se espalhando pela zona tropical da África continental, e posteriormente, levada a outros continentes, como por exemplo, Europa e as Américas devido à sua beleza e pelo seu valor ornamental. Devido à sua altura, que varia entre os 10-15 metros e pelas suas raízes muito

superficiais e danosas, esta espécie arbórea ornamental é recomendada para uso na arborização urbana, apenas em parques e jardins (Orwa *et al.*, 2009b).



Figura 7 - Acácia-rubra (*Delonix regia*) - Fonte: autor (Março de 2017)

A Acácia-leucena (*Leucaena leucocephala*), assim conhecida em Cabo Verde, Figura 8, da família dos *Fabaceae*, é considerada uma espécie arbórea invasora. Originária do Sul do México e norte da América Central, esta espécie é classificada como árvore de pequena/média dimensão, apesar de apresenta um crescimento rápido (Names & Description, 2009).



Figura 8 - Acácia-leucena (*Leucaena leucocephala*) - Fonte: autor (Março de 2017)

As Amendoeiras (*Terminalia catappa*), Figura 9, são espécies arbóreas de grandes dimensões, podendo atingir até os 25 metros de altura. Proveniente da família dos *Combretaceae*, esta espécie arbórea é considerada semi-decídua. Preferem regiões com clima tropical húmido, sendo que crescem, principalmente, nas regiões tropicais da Ásia, África e Austrália (Orwa *et al.*, 2009c).



Figura 9 - Amendoeira (*Terminalia catappa*) - Fonte: autor (Março de 2017)

Tabela 1 - Caracterização das espécies arbóreas propostas para o bairro - Fonte: autor (2018)

Nome Botânico	Nome Científico	Características
Amêndoa doce	<i>Prunus dulcis</i>	A amêndoa doce é uma espécie arbórea pertencente à família das Rosaceae e género Prunus . Nativa do Oriente Médio, e pode atingir de 8-10 metros de altura e até 30 centímetros de diâmetro de tronco. O seu bom desenvolvimento depende do clima, pois prefere climas mediterrâneos com verões quentes e secos com temperaturas que rondam os 15-30 graus Celcius (°C) (Webb, n.d.). É uma árvore decídua (perde as folhas sazonalmente) e floresce entre março a abril (Espécie <i>Prunus dulcis</i> , s.d.). Sua expectativa de vida é estimada em 50 anos (Informações da Árvore de Amêndoa, 2017).
Jacarandá-mimoso	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Representa uma árvore ornamental da família Bignoniaceae , género Jacaranda , com aproximadamente 46 espécies diferentes, e nativo do Oeste e Sul da América do Sul. De porte médio, é uma árvore que pode atingir

Nome Botânico	Nome Científico	Características
		até 15 metros de altura e de 30-40 centímetros de diâmetro de tronco. Tem uma alta tolerância à seca e uma taxa de crescimento rápido. É considerada de uma árvore decídua a semi-decídua com floração de Abril a Junho. São excelentes para a arborização urbana pois as suas raízes não são agressivas (Mason, Gardener, Extension, & Myers, n.d.)
Pata-de-vaca/Árvore de Orquídea	<i>Bauhinia variegata</i>	Nativa do sul da Ásia e sudeste Asiático, a <i>Bauhinia variegata</i> pertence à família das Fabaceae e género <i>Bauhinia</i> . Apesar do seu rápido crescimento, são arbóreas de porte médio alcançando de 6-12 metros de altura, onde raramente ultrapassam os 10 metros. Possuem de 30-40 centímetros de diâmetro de tronco e ramificam com pouca altura. Não apresentando raízes agressivas. É uma árvore semi-decídua, e têm copa cheia. O seu ciclo de vida é longo (Pata-de-vaca - <i>Bauhinia variegata</i> , s.d.).
Eucalipto	<i>Eucalyptus rudis</i>	O <i>Eucalyptus rudis</i> é uma espécie arbórea da família Myrtaceae e género <i>Eucalypto</i> . Nativo da Austrália Ocidental, mais precisamente das zonas costeiras do sul e oeste, é uma árvore que atinge de 10-20 metros de altura e possui de uma copa ampla. O clima destas regiões costeiras é marcado por verões secos e amenos e invernos húmidos, onde a temperatura máxima do mês mais quente ronda os 26-36°C e do mês mais frio de 4-10°C (Goes, 1985; Boland, et al., 1999).
Oiti	<i>Licania tomentosa</i>	Pertence à família Chrysobalanaceae e é considerada uma árvore ornamental. É nativa da América do Sul e é classificada como uma árvore perenifólia (não perde folhas sazonalmente) e possui copa cheia. A sua altura média varia de 6-12 metros e o diâmetro de tronco de 30-50 cm. Não apresenta raízes agressivas. É tolerante à poluição atmosférica e adapta-se muito bem a cli-

A ARBORIZAÇÃO NO BAIRRO DE RIBEIRA BOTE/TORRADA – MINDELO, CABO VERDE

Nome Botânico	Nome Científico	Características
		mas amenos a quentes. São muito resistentes a períodos de seca (Patro, Oiti - Licania tomentosa, 2014).
Coqueiro	<i>Cocos nucifera</i>	Pertencente à família dos Arecaceae, esta espécie é originária do Sudeste da Ásia e das ilhas situadas entre Oceânico Pacífico e Índico. Considerada uma arbórea de médio a grande porte (10-20 metros de altura e 40-50 cm de diâmetro de tronco), consegue tolerar diversas condições climáticas e de solo, embora consiga ter melhor desenvolvimento em solos franco-arenosos com pH entre 5,5 a 8,0 e em locais com temperaturas entre 27-35 °C (Teulat <i>et al.</i> , 2000).
Mescalbean/Ortega	<i>Dermatophyllum secundiflorum/Sophora secundiflora</i>	Caraterizada como uma espécie de pequeno porte (aproximadamente 4,6 metros de altura) e da família dos Fabaceae. Nativo do Sudoeste dos Estados Unidos e México, esta espécie apresenta um bom desenvolvimento e adaptabilidade em regiões áridos a semi-áridos.

A ARBORIZAÇÃO NO BAIRRO DE RIBEIRA BOTE/TORRADA – MINDELO, CABO VERDE

Tabela 2 - Temperatura média e Precipitação das duas cidades (Mindelo & Glendale) – Fonte: adaptado, <https://pt.climate-data.org/location/1476/>

Mindelo												
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média (°C)	21,4	21	21,3	21,8	22,2	23,6	24,7	25,2	25,1	24,6	24,2	22,8
Temperatura mínima (°C)	19,3	19,2	19,1	19,4	19,9	21,4	22,1	23,1	23,6	23,2	22,1	20,9
Temperatura máxima (°C)	23,5	22,8	23,6	24,2	24,6	25,8	27,3	27,4	26,6	26,1	26,4	24,7
Precipitação (mm)	3	1	0	0	0	0	3	16	51	14	6	4
Glendale												
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média (°C)	11,2	13,6	15,8	19,9	24,7	29,7	32,7	31,7	28,3	22,2	15,6	11,5
Temperatura mínima (°C)	3,5	5,4	7,4	10,7	15,3	20,2	24,9	23,9	19,9	13,4	7,2	3,7
Temperatura máxima (°C)	19	21,8	24,2	29,1	34,1	39,3	40,6	39,5	36,8	31,1	24	19,3
Precipitação (mm)	23	21	24	7	3	3	21	29	20	16	17	24

Anexo 2 – Diagrama da metodologia utilizada



Figura 1 - Diagrama das principais etapas da metodologia realizada neste trabalho – Fonte: autor

Anexo 3 – Resultados da estimativa dos benefícios das árvores inventariadas no bairro de Ribeira Bote/Torrada

Tabela 1 - Estimativa da quantidade de energia poupada por cada indivíduo arbóreo inventariado tendo em conta as tipologias de ocupação do solo urbano – Fonte: autor

	DAP	DAP	Energia poupada por cada indivíduo (Kwh por ano)				
	polegadas	cm	Uni	Pluri	Lojas	SC	Parq/jard
	10	25,4	130	-	-	-	-
	12	30,48	165	-	-	-	-
	13	33,02	-	-	-	-	182
	14	35,56	199	-	-	-	-
	15	38,1	-	-	-	-	216
	16	40,64	220	-	-	-	-
Acácia Americana (<i>Prosopis juliflora</i>)	17	43,18	223	-	-	-	223
	18	45,72	-	-	-	-	227
	19	48,26	231	-	-	-	231
	20	50,8	-	-	-	-	234
	21	53,34	-	-	-	-	238
	23	58,42	289	289	-	-	289
	24	60,96	315	-	315	-	-
	25	63,5	340	340	-	-	-
	26	66,04	366	-	366	-	-

A ARBORIZAÇÃO NO BAIRRO DE RIBEIRA BOTE/TORRADA – MINDELO, CABO VERDE

	DAP	DAP	Energia poupada por cada indivíduo (Kwh por ano)				
	polegadas	cm	Uni	Pluri	Lojas	SC	Parq/jard
	27	68,58	392	-	-	-	-
	28	71,12	-	-	-	-	392
	31	78,74	392	-	-	-	-
	34	86,36	392	-	-	-	-
	36	91,44	-	-	-	-	392
	40	101,6	392	-	-	-	-
Acácia leucena <i>(Leucaena leucocephala)</i>	1	2,54	3	-	-	-	-
	2	5,08	10	-	-	-	-
	3	7,62	22	-	-	-	-
	5	12,7	48	-	-	-	-
	8	20,32	97	-	-	-	-
Bela-sombra <i>(Thespesia populnea)</i>	1	2,54	-	-	-	4	4
	2	5,08	-	-	-	-	9
	3	7,62	-	-	-	-	16
	4	10,16	22	-	-	-	22
	5	12,7	-	-	-	30	30
	7	17,78	-	-	-	49	-
Cuxim <i>(Azadirachta indica)</i>	1	2,54	-	-	-	-	3
	2	5,08	-	-	-	10	10
	3	7,62	-	-	-	22	22
	4	10,16	-	-	-	-	34
	5	12,7	48	-	-	48	48
	6	15,24	64	-	-	64	64
	7	17,78	80	-	-	80	80
	8	20,32	97	-	-	97	97
	9	22,86	113	-	-	113	113
	10	25,4	130	-	-	130	130
	11	27,94	148	-	-	148	148
	12	30,48	165	-	-	165	165
	13	33,02	182	-	-	182	182
	14	35,56	199	-	-	199	199
	15	38,1	-	-	-	216	216
	16	40,64	-	-	-	220	-
	17	43,18	223	-	-	223	-
	18	45,72	227	-	-	-	-
21	53,34	-	-	-	238	-	
Palmeira leque <i>(Washingtonia filifera)</i>	3	7,62	-	-	-	-	2
	9	22,86	-	-	-	-	11
	10	25,4	-	-	-	-	13
	11	27,94	-	-	-	-	14
	12	30,48	-	-	-	15	15
	13	33,02	-	-	-	17	17

A ARBORIZAÇÃO NO BAIRRO DE RIBEIRA BOTE/TORRADA – MINDELO, CABO VERDE

	DAP	DAP	Energia poupada por cada indivíduo (Kwh por ano)				Parq/jard
	polegadas	cm	Uni	Pluri	Lojas	SC	
	14	35,56	-	-	-	18	18
	15	38,1	-	-	-	-	20
	16	40,64	19	-	-	-	-
	17	43,18	18	-	-	18	-
	5	12,7	-	-	-	-	19
	6	15,24	-	-	-	-	22
	7	17,78	22	-	-	-	-
	13	33,02	38	-	-	-	38
	14	35,56	39	39	-	-	-
	15	38,1	41	41	-	-	-
	16	40,64	40	40	-	-	40
	17	43,18	39	39	-	-	39
	18	45,72	-	39	-	-	39
	19	48,26	38	38	-	-	38
	20	50,8	37	37	-	-	37
	21	53,34	36	36	-	-	36
	22	55,88	-	38	-	-	38
	23	58,42	-	40	-	-	40
	24	60,96	-	41	-	-	-
	25	63,5	-	43	-	-	43
	26	66,04	-	45	-	-	45
	27	68,58	-	-	47	-	-
	28	71,12	-	46	-	-	-
	34	86,36	-	45	-	-	-
	3	7,62	16	-	-	-	-
	5	12,7	-	-	-	-	30
	6	15,24	-	-	-	-	40
	8	20,32	39	-	-	-	-
	10	25,4	80	-	-	-	-
	11	27,94	92	-	-	-	-
	12	30,48	-	-	-	103	-
	15	38,1	-	-	-	138	138
	19	48,26	146	-	-	-	-
	1	2,54	-	-	-	-	1
	2	5,08	-	-	-	-	3
	3	7,62	-	-	-	-	6
	5	12,7	-	-	-	-	14
	7	17,78	-	-	-	-	24
	8	20,32	-	-	-	-	29
	11	27,94	-	-	-	-	46
	1	2,54	-	-	-	-	4
	4	10,16	-	-	-	-	22

A ARBORIZAÇÃO NO BAIRRO DE RIBEIRA BOTE/TORRADA – MINDELO, CABO VERDE

	DAP	DAP	Energia poupada por cada indivíduo (Kwh por ano)				
	polegadas	cm	Uni	Pluri	Lojas	SC	Parq/jard
<i>catappa</i>)	5	12,7	-	-	-	-	30
	8	20,32	-	-	-	-	59
	9	22,86	-	-	-	-	69
	10	25,4	-	-	-	-	80
Pinheiro (<i>Casuarina equisetifolia</i>)	11	27,94	-	-	-	-	79
	17	43,18	-	-	-	-	149

Tabela 2 – Estimativa da quantidade de água pluvial drenada por cada indivíduo arbóreo inventariado –
Fonte: autor

	DAP	DAP	Água pluvial drenada por cada indivíduo (Litros por ano)				
	polegadas	cm	Uni	Pluri	Lojas	SC	Parq/jard
Acácia Americana (<i>Prosopis juliflora</i>)	10	25,4	2842,5	-	-	-	-
	12	30,48	3717,99	-	-	-	-
	13	33,02	-	-	-	-	4157,63
	14	35,56	4597,27	-	-	-	-
	15	38,1	-	-	-	-	5033,12
	16	40,64	5563,72	-	-	-	-
	17	43,18	6094,32	-	-	-	6094,32
	18	45,72	-	-	-	-	6624,92
	19	48,26	7151,73	-	-	-	7151,73
	20	50,8	-	-	-	-	7682,33
	21	53,34	-	-	-	-	8212,93
	23	58,42	9368,88	9368,88	-	-	9368,88
	24	60,96	9944,96	-	9944,96	-	-
	25	63,5	10521,04	10521,04	-	-	-
	26	66,04	11100,91	-	11100,91	-	-
	27	68,58	11676,99	-	-	-	11676,99
	28	71,12	-	-	-	-	11676,99
	31	78,74	11676,99	-	-	-	-
	34	86,36	11676,99	-	-	-	-
	36	91,44	-	-	-	-	11676,99
40	101,6	11676,99	-	-	-	-	
Acácia leucena (<i>Leucaena leucocephala</i>)	1	2,54	98,54	-	-	-	-
	2	5,08	265,3	-	-	-	-
	3	7,62	504,07	-	-	-	-
	5	12,7	1030,88	-	-	-	-
	8	20,32	2057,97	-	-	-	-
Bela-sombra (<i>Thespesia populnea</i>)	1	2,54	-	-	-	144,02	144,02
	2	5,08	-	-	-	-	306,99
	3	7,62	-	-	-	-	481,33
	4	10,16	659,46	-	-	-	659,46
	5	12,7	-	-	-	867,91	867,91

A ARBORIZAÇÃO NO BAIRRO DE RIBEIRA BOTE/TORRADA – MINDELO, CABO VERDE

	DAP	DAP	Água pluvial drenada por cada indivíduo (Litros por ano)				
	polegadas	cm	Uni	Pluri	Lojas	SC	Parq/jard
	7	17,78	-	-	-	1337,87	-
	1	2,54	-	-	-	-	98,54
	2	5,08	-	-	-	265,3	265,3
	3	7,62	-	-	-	504,07	504,07
	4	10,16	-	-	-	-	739,05
	5	12,7	1030,88	-	-	1030,88	1030,88
	6	15,24	1371,98	-	-	1371,98	1371,98
	7	17,78	1716,87	-	-	1716,87	1716,87
	8	20,32	2057,97	-	-	2057,97	2057,97
	9	22,86	2402,86	-	-	2402,86	2402,86
Cuxim <i>(Azadirachta indica)</i>	10	25,4	2842,5	-	-	2842,5	2842,5
	11	27,94	3278,35	-	-	3278,35	3278,35
	12	30,48	3717,99	-	-	3717,99	3717,99
	13	33,02	4157,63	-	-	4157,63	4157,63
	14	35,56	4597,27	-	-	4597,27	4597,27
	15	38,1	-	-	-	5033,12	5033,12
	16	40,64	-	-	-	5563,72	-
	17	43,18	6094,32	-	-	6094,32	-
	18	45,72	6624,92	-	-	-	-
	21	53,34	-	-	-	8212,93	-
	3	7,62	-	-	-	-	75,8
	9	22,86	-	-	-	-	367,63
	10	25,4	-	-	-	-	409,32
	11	27,94	-	-	-	-	447,22
Palmeira leque <i>(Washingtonia filifera)</i>	12	30,48	-	-	-	488,91	488,91
	13	33,02	-	-	-	526,81	526,81
	14	35,56	-	-	-	564,71	564,71
	15	38,1	-	-	-	-	606,4
	16	40,64	617,77	-	-	-	617,77
	17	43,18	629,14	-	-	629,14	-
	5	12,7	-	-	-	-	360,05
	6	15,24	-	-	-	-	409,32
	7	17,78	659,46	-	-	-	-
	13	33,02	689,78	-	-	-	689,78
	14	35,56	720,1	720,1	-	-	-
Tamareira <i>(Phoenix dactylifera)</i>	15	38,1	750,42	750,42	-	-	-
	16	40,64	776,95	776,95	-	-	776,95
	17	43,18	807,27	807,27	-	-	807,27
	18	45,72	-	833,8	-	-	833,8
	19	48,26	864,12	864,12	-	-	864,12
	20	50,8	890,65	890,65	-	-	890,65
	21	53,34	920,97	920,97	-	-	920,97

A ARBORIZAÇÃO NO BAIRRO DE RIBEIRA BOTE/TORRADA – MINDELO, CABO VERDE

	DAP	DAP	Água pluvial drenada por cada indivíduo (Litros por ano)				
	polegadas	cm	Uni	Pluri	Lojas	SC	Parq/jard
	22	55,88	-	936,13	-	-	936,13
	23	58,42	-	955,08	-	-	955,08
	24	60,96	-	970,24	-	-	-
	25	63,5	-	989,19	-	-	989,19
	26	66,04	-	1004,35	-	-	1004,35
	27	68,58	-	-	1019,51	-	-
	28	71,12	-	1038,46	-	-	-
	34	86,36	-	1121,84	-	-	-
Tamarindo (<i>Tamarindus indica</i>)	3	7,62	481,33	-	-	-	-
	5	12,7	-	-	-	-	867,91
	6	15,24	-	-	-	-	1102,89
	8	20,32	1572,85	-	-	-	-
	10	25,4	2092,08	-	-	2092,08	-
	11	27,94	2376,33	-	-	-	-
	12	30,48	-	-	-	2660,58	-
	15	38,1	-	-	-	3509,54	3509,54
	19	48,26	4707,18	-	-	-	-
Acácia-rubra (<i>Delonix regia</i>)	1	2,54	-	-	-	-	98,54
	2	5,08	-	-	-	-	261,51
	3	7,62	-	-	-	-	485,12
	5	12,7	-	-	-	-	955,08
	7	17,78	-	-	-	-	1500,84
	8	20,32	-	-	-	-	1777,51
	11	27,94	-	-	-	-	2637,84
Amendoeira (<i>Terminalia catappa</i>)	1	2,54	-	-	-	-	144,02
	4	10,16	-	-	-	-	659,46
	5	12,7	-	-	-	-	867,91
	8	20,32	-	-	-	-	1572,85
	9	22,86	-	-	-	-	1807,83
	10	25,4	-	-	-	-	2092,08
Pinheiro (<i>Casuarina equisetifolia</i>)	11	27,94	-	-	-	-	2725,01
	17	43,18	-	-	-	-	5829,02

Tabela 3 – Estimativa da quantidade CO₂ sequestrado por cada indivíduo arbóreo inventariado – Fonte: autor

	DAP	DAP	CO ₂ capturado por cada indivíduo (Kg por ano)				
	polegadas	cm	Uni	Pluri	Lojas	SC	Parq/jard
Acácia Americana <i>(Prosopis juliflora)</i>	10	25,4	92,25	-	-	-	-
	12	30,48	115,65	-	-	-	-
	13	33,02	-	-	-	-	127,35
	14	35,56	139,05	-	-	-	-
	15	38,1	-	-	-	-	151,2
	16	40,64	156,6	-	-	-	-
	17	43,18	162	-	-	-	162
	18	45,72	-	-	-	-	167,4
	19	48,26	172,8	-	-	-	172,8
	20	50,8	-	-	-	-	178,2
	21	53,34	-	-	-	-	183,6
	23	58,42	212,4	212,4	-	-	212,4
	24	60,96	227,25	-	227,25	-	-
	25	63,5	241,65	241,65	-	-	-
	26	66,04	256,05	-	256,05	-	-
	27	68,58	270,9	-	-	-	270,9
28	71,12	-	-	-	-	255,15	
31	78,74	207,45	-	-	-	-	
34	86,36	175,95	-	-	-	-	
36	91,44	-	-	-	-	175,95	
40	101,6	175,95	-	-	-	-	
Acácia leucena <i>(Leucaena leucocephala)</i>	1	2,54	3,6	-	-	-	-
	2	5,08	9,45	-	-	-	-
	3	7,62	18	-	-	-	-
	5	12,7	36	-	-	-	-
	8	20,32	69,3	-	-	-	-
Bela-sombra <i>(Thespesia populnea)</i>	1	2,54	-	-	-	2,25	2,25
	2	5,08	-	-	-	-	5,4
	3	7,62	-	-	-	-	9,45
	4	10,16	13,5	-	-	-	13,5
	5	12,7	-	-	-	18,45	18,45
	7	17,78	-	-	-	30,6	-
Cuxim <i>(Azadirachta indica)</i>	1	2,54	-	-	-	-	3,6
	2	5,08	-	-	-	9,45	9,45
	3	7,62	-	-	-	18	18
	4	10,16	-	-	-	-	26,1
	5	12,7	36	-	-	36	36
	6	15,24	47,25	-	-	47,25	47,25
	7	17,78	58,5	-	-	58,5	58,5
	8	20,32	69,3	-	-	69,3	69,3
	9	22,86	80,55	-	-	80,55	80,55

A ARBORIZAÇÃO NO BAIRRO DE RIBEIRA BOTE/TORRADA – MINDELO, CABO VERDE

	DAP	DAP	CO ₂ capturado por cada indivíduo (Kg por ano)				
	polegadas	cm	Uni	Pluri	Lojas	SC	Parq/jard
	10	25,4	92,25	-	-	92,25	92,25
	11	27,94	103,95	-	-	103,95	103,95
	12	30,48	115,65	-	-	115,65	115,65
	13	33,02	127,35	-	-	127,35	127,35
	14	35,56	139,05	-	-	139,05	139,05
	15	38,1		-	-	151,2	151,2
	16	40,64		-	-	156,6	-
	17	43,18	162	-	-	162	-
	18	45,72	167,4	-	-	-	-
	21	53,34	-	-	-	183,6	-
Palmeira leque <i>(Washingtonia filifera)</i>	3	7,62	-	-	-	-	13,95
	9	22,86	-	-	-	-	17,1
	10	25,4	-	-	-	-	17,55
	11	27,94	-	-	-	-	18
	12	30,48	-	-	-	18,45	18,45
	13	33,02	-	-	-	18,9	18,9
	14	35,56	-	-	-	19,35	19,35
	15	38,1	-	-	-	-	19,8
	16	40,64	19,35	-	-	-	19,35
17	43,18	18,9	-	-	18,9	-	
Tamareira <i>(Phoenix dactylifera)</i>	5	12,7	-	-	-	-	15,3
	6	15,24	-	-	-	-	17,1
	7	17,78	13,5	-	-	-	-
	13	33,02	24,75	-	-	-	24,75
	14	35,56	25,2	25,2	-	-	-
	15	38,1	26,1	26,1	-	-	-
	16	40,64	25,65	25,65	-	-	25,65
	17	43,18	25,2	25,2	-	-	25,2
	18	45,72	-	24,75	-	-	24,75
	19	48,26	24,3	24,3	-	-	24,3
	20	50,8	23,85	23,85	-	-	23,85
	21	53,34	23,4	23,4	-	-	23,4
	22	55,88	-	24,3	-	-	24,3
	23	58,42	-	24,75	-	-	24,75
	24	60,96	-	25,2	-	-	-
	25	63,5	-	26,1	-	-	26,1
	26	66,04	-	26,55	-	-	26,55
27	68,58	-	-	27	-	-	
28	71,12	-	26,55	-	-	-	
34	86,36	-	23,85	-	-	-	
Tamarindo <i>(Tamarindus indica)</i>	3	7,62	9,45	-	-	-	-
	5	12,7	-	-	-	-	18,45

	DAP	DAP	CO ₂ capturado por cada indivíduo (Kg por ano)				
	polegadas	cm	Uni	Pluri	Lojas	SC	Parq/jard
	6	15,24	-	-	-	-	24,3
	8	20,32	36,45	-	-	-	-
	10	25,4	49,95	-	-	49,95	-
	11	27,94	57,15	-	-	-	-
	12	30,48	-	-	-	64,8	-
	15	38,1	-	-	-	86,85	86,85
	19	48,26	99,9	-	-	-	-
Acácia-rubra (<i>Delonix regia</i>)	1	2,54	-	-	-	-	3,15
	2	5,08	-	-	-	-	7,65
	3	7,62	-	-	-	-	12,6
	5	12,7	-	-	-	-	23,85
	7	17,78	-	-	-	-	37,35
	8	20,32	-	-	-	-	43,65
	11	27,94	-	-	-	-	65,25
Amendoeira (<i>Terminalia catappa</i>)	1	2,54	-	-	-	-	2,25
	4	10,16	-	-	-	-	13,5
	5	12,7	-	-	-	-	18,45
	8	20,32	-	-	-	-	36,45
	9	22,86	-	-	-	-	42,3
	10	25,4	-	-	-	-	49,95
Pinheiro (<i>Casuarina equisetifolia</i>)	11	27,94	-	-	-	-	68,4
	17	43,18	-	-	-	-	127,8

Tabela 4 – Estimativa do aumento do valor de propriedade que cada indivíduo arbóreo inventariado pode proporcionar – Fonte: autor

	DAP	DAP	Aumento do valor de Propriedade por cada indivíduo (€ por ano)				
	polegadas	cm	Uni	Pluri	Lojas	SC	Parq/jard
	10	25,4	62,78	-	-	-	-
	12	30,48	70,52	-	-	-	-
	13	33,02	-	-	-	-	30,1
	14	35,56	79,12	-	-	-	-
	15	38,1	-	-	-	-	32,68
	16	40,64	86	-	-	-	-
Acácia Americana (<i>Prosopis juliflora</i>)	17	43,18	89,44	-	-	-	35,26
	18	45,72	-	-	-	-	36,98
	19	48,26	95,46	-	-	-	37,84
	20	50,8	-	-	-	-	39,56
	21	53,34	-	-	-	-	41,28
	23	58,42	106,64	74,82	-	-	43
	24	60,96	109,22	-	72,24	-	-
	25	63,5	110,94	78,26	-	-	-
	26	66,04	113,52	-	74,82	-	-

A ARBORIZAÇÃO NO BAIRRO DE RIBEIRA BOTE/TORRADA – MINDELO, CABO VERDE

	DAP	DAP	Aumento do valor de Propriedade por cada indivíduo (€ por ano)				
	polegadas	cm	Uni	Pluri	Lojas	SC	Parq/jard
	27	68,58	116,1	-	-	-	46,44
	28	71,12	-	-	-	-	38,7
	31	78,74	38,7	-	-	-	-
	34	86,36	0	-	-	-	-
	36	91,44	-	-	-	-	0
	40	101,6	0	-	-	-	-
Acácia leucena (<i>Leucaena leucocephala</i>)	1	2,54	17,2	-	-	-	-
	2	5,08	27,52	-	-	-	-
	3	7,62	32,68	-	-	-	-
	5	12,7	42,14	-	-	-	-
	8	20,32	55,04	-	-	-	-
Bela-sombra (<i>Thespesia populnea</i>)	1	2,54	-	-	-	4,3	4,3
	2	5,08					6,88
	3	7,62					7,74
	4	10,16	19,78	-	-	-	7,74
	5	12,7	-	-	-	8,6	8,6
	7	17,78	-	-	-	8,6	-
Cuxim (<i>Azadirachta indica</i>)	1	2,54	-	-	-	-	6,88
	2	5,08	-	-	-	11,18	11,18
	3	7,62	-	-	-	12,9	12,9
	4	10,16	-	-	-	-	14,62
	5	12,7	42,14	-	-	17,2	17,2
	6	15,24	46,44	-	-	18,92	18,92
	7	17,78	50,74	-	-	19,78	19,78
	8	20,32	55,04	-	-	21,5	21,5
	9	22,86	59,34	-	-	23,22	23,22
	10	25,4	62,78	-	-	24,94	24,94
	11	27,94	67,08	-	-	26,66	26,66
	12	30,48	70,52	-	-	28,38	28,38
	13	33,02	74,82	-	-	30,1	28,38
	14	35,56	79,12	-	-	31,82	30,1
	15	38,1		-	-	32,68	31,82
	16	40,64		-	-	34,4	32,68
	17	43,18	89,44	-	-	35,26	-
	18	45,72	92,02	-	-		-
	21	53,34	-	-	-	41,28	-
Palmeira leque (<i>Washingtonia filifera</i>)	3	7,62	-	-	-	-	2,58
	9	22,86	-	-	-	-	4,3
	10	25,4	-	-	-	-	4,3
	11	27,94	-	-	-	-	4,3
	12	30,48	-	-	-	4,3	4,3
	13	33,02	-	-	-	4,3	4,3

A ARBORIZAÇÃO NO BAIRRO DE RIBEIRA BOTE/TORRADA – MINDELO, CABO VERDE

	DAP	DAP	Aumento do valor de Propriedade por cada indivíduo (€ por ano)				
	polegadas	cm	Uni	Pluri	Lojas	SC	Parq/jard
	14	35,56	-	-	-	3,44	3,44
	15	38,1	-	-	-	-	3,44
	16	40,64	8,6	-	-	-	3,44
	17	43,18	7,74	-	-	3,44	-
	5	12,7	-	-	-	-	1,72
	6	15,24	-	-	-	-	1,72
	7	17,78	7,74	-	-	-	-
	13	33,02	4,3	-	-	-	1,72
	14	35,56	4,3	2,58	-	-	-
	15	38,1	4,3	2,58	-	-	-
	16	40,64	4,3	2,58	-	-	1,72
	17	43,18	4,3	2,58	-	-	1,72
	18	45,72	-	2,58	-	-	1,72
	19	48,26	4,3	2,58	-	-	1,72
	20	50,8	4,3	2,58	-	-	1,72
	21	53,34	4,3	2,58	-	-	1,72
	22	55,88	-	2,58	-	-	1,72
	23	58,42	-	2,58	-	-	1,72
	24	60,96	-	2,58	-	-	-
	25	63,5	-	2,58	-	-	1,72
	26	66,04	-	2,58	-	-	1,72
	27	68,58	-	-	2,58	-	-
	28	71,12	-	2,58	-	-	-
	34	86,36	-	1,72	-	-	-
	3	7,62	18,92	-	-	-	-
	5	12,7	-	-	-	-	8,6
	6	15,24	-	-	-	-	8,6
	8	20,32	23,22	-	-	-	-
	10	25,4	24,08	-	-	9,46	-
	11	27,94	24,94	-	-	-	-
	12	30,48	-	-	-	10,32	-
	15	38,1	-	-	-	11,18	11,18
	19	48,26	30,96	-	-	-	-
	1	2,54	-	-	-	-	6,02
	2	5,08	-	-	-	-	1,72
	3	7,62	-	-	-	-	9,46
	5	12,7	-	-	-	-	9,46
	7	17,78	-	-	-	-	8,6
	8	20,32	-	-	-	-	8,6
	11	27,94	-	-	-	-	8,6
	1	2,54	-	-	-	-	4,3
	4	10,16	-	-	-	-	7,74

A ARBORIZAÇÃO NO BAIRRO DE RIBEIRA BOTE/TORRADA – MINDELO, CABO VERDE

	DAP	DAP	Aumento do valor de Propriedade por cada indivíduo (€ por ano)				Parq/jard
	polegadas	cm	Uni	Pluri	Lojas	SC	
<i>catappa</i>)	5	12,7	-	-	-	-	8,6
	8	20,32	-	-	-	-	9,46
	9	22,86	-	-	-	-	9,46
	10	25,4	-	-	-	-	9,46
Pinheiro (<i>Casuarina equisetifolia</i>)	11	27,94	-	-	-	-	26,66
	17	43,18	-	-	-	-	35,26

Anexo 4 – Propostas para o aumento da cobertura arbórea do Bairro

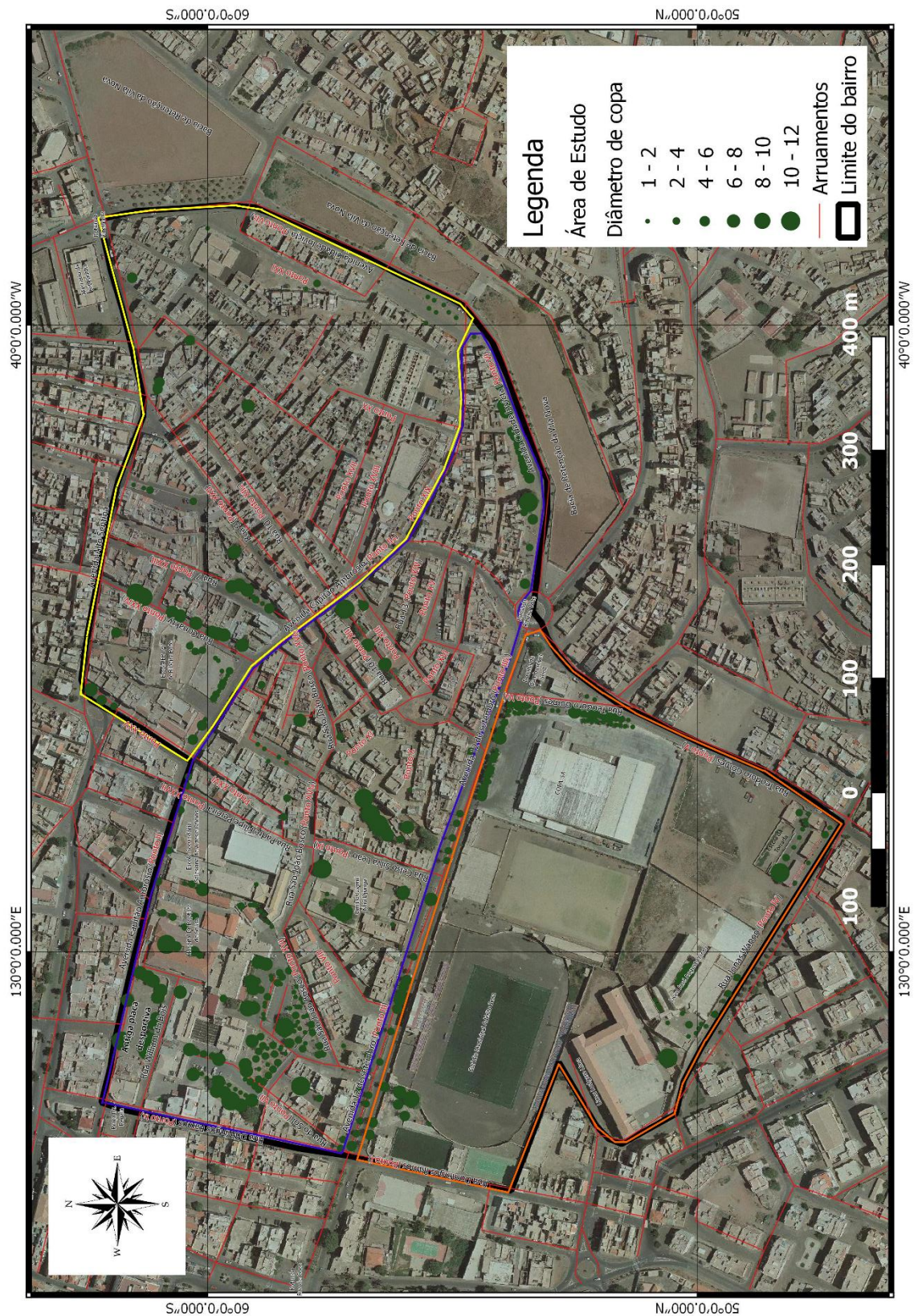


Figura 1 - Propostas para a criação de anéis de formação de corredores ecológicos – Fonte: autor

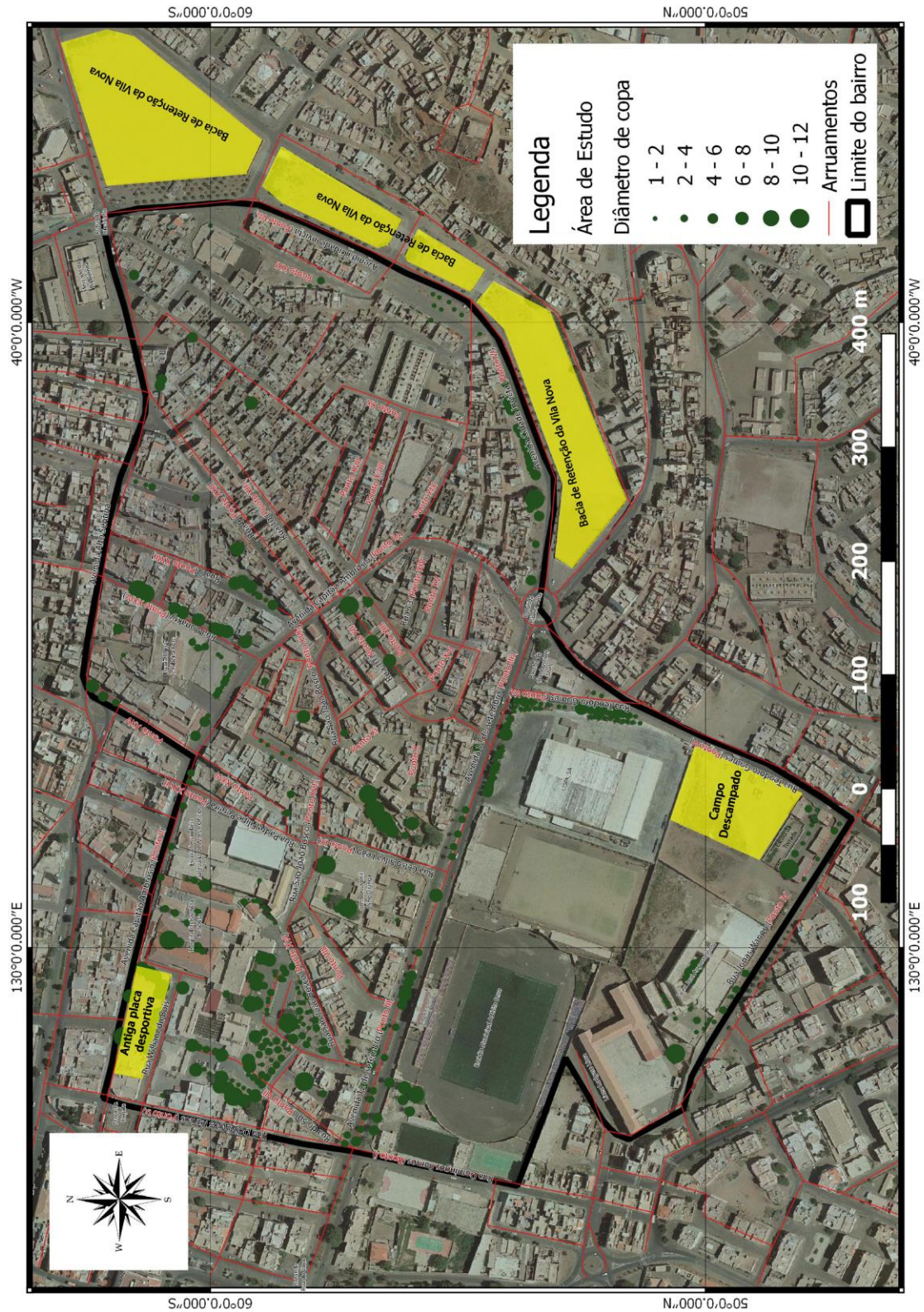


Figura 2 – Propostas para o desenvolvimento de espaços arborizados no Bairro – Fonte: autor

Anexo 5 – Zonas de intervenção para cada benefício



Figura 1 - Estimativa da capacidade das árvores em diminuir a concentração de CO₂ na atmosfera e apresentada por diâmetros de copa e as respetivas zonas de intervenção propostas – Fonte: autor

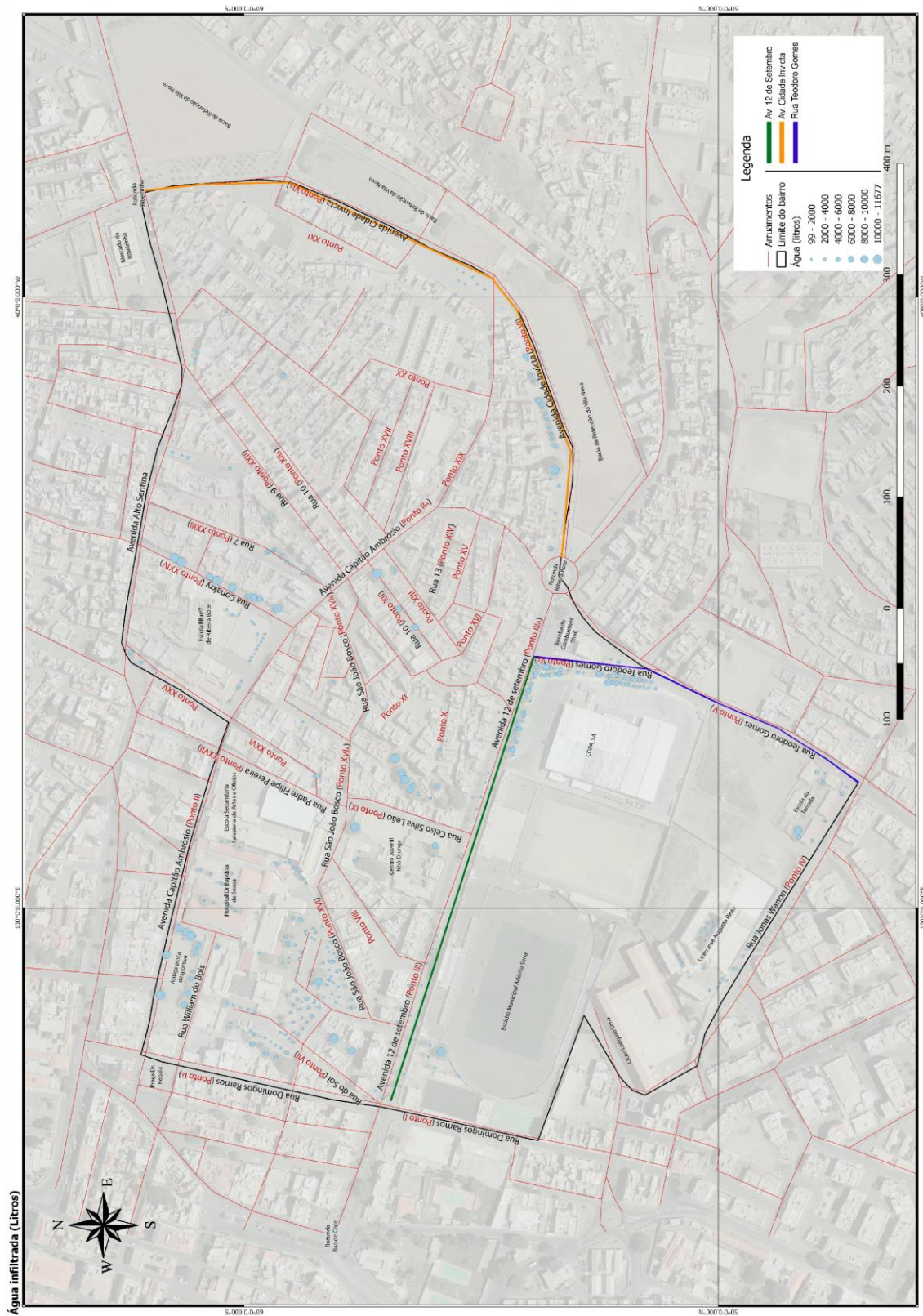


Figura 2 - Estimativa da capacidade das árvores em diminuir a escorrência superficial das águas pluviais representada por diâmetros de copa e as respectivas zonas de intervenção propostas – Fonte: autor

A ARBORIZAÇÃO NO BAIRRO DE RIBEIRA BOTE/TORRADA – MINDELO, CABO VERDE

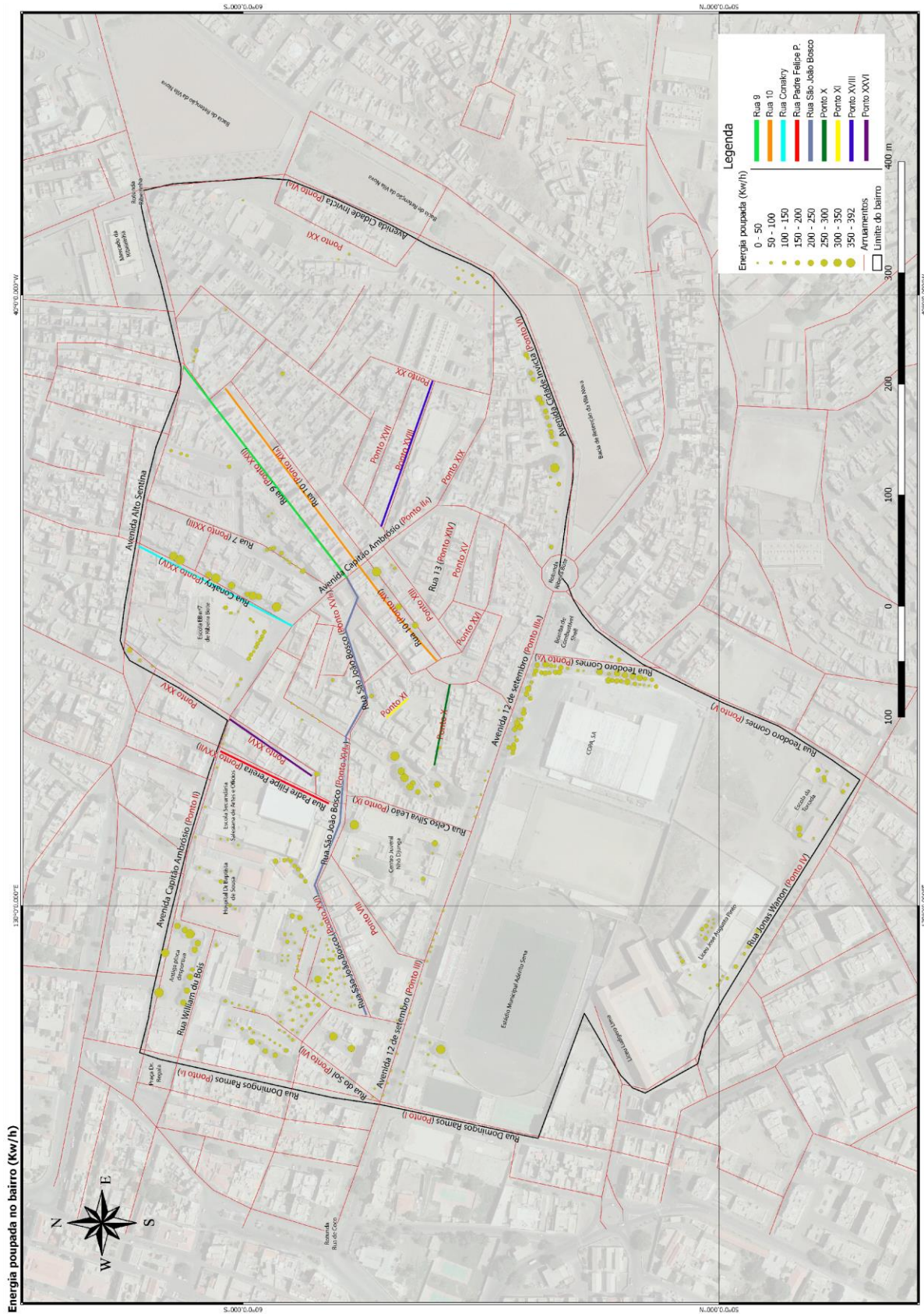


Figura 3 – Estimativa da capacidade das árvores em diminuir o consumo de energia nas habitações representada por diâmetros de copa e as respetivas zonas de intervenção propostas – Fonte: autor

