

reabilita

Reabilitação Ambiental Sustentável
Arquitetônica e Urbanística

REGISTRO DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO À DISTÂNCIA
TERCEIRA EDIÇÃO - 2021 - REVISADA E AMPLIADA

Vol. 1 conceituação

Org.
Marta Adriana Bustos Romero
Caio Frederico e Silva
Ederson Oliveira Teixeira



reabilita

Reabilitação Ambiental Sustentável
Arquitetônica e Urbanística

REGISTRO DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO À DISTÂNCIA
TERCEIRA EDIÇÃO - 2021 - REVISADA E AMPLIADA

Vol. 1 Conceituação

Org.
Marta Adriana Bustos Romero
Caio Frederico e Silva
Ederson Oliveira Teixeira



UnB

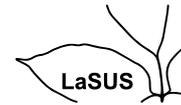


faunb





Reitora Márcia Abrahão Moura
Vice-Reitor Henrique Huelva
Decana de Pesquisa e Inovação Maria Emília Machado Telles Walter
Decanato de Pós Graduação Lucio Remuzat Rennó Junior



Diretor da FAU Marcos Thadeu Queiroz Magalhães
Vice Diretoria da FAU Cláudia da Conceição Garcia
Coordenador de Pós-Graduação Caio Frederico e Silva
Coordenadora do LaSUS Marta Adriana Bustos Romero

**Coordenação de Produção Editorial,
Preparação, Revisão e Diagramação** Valmor Cerqueira Pazos
Isabella Capanema

Conselho Editorial Humberto Salazar Amorin Varum
João da Costa Pantoja
Abner Luis Calixter
Leonardo da Silveira Pirillo Inojosa
Daniel Richard Sant'ana

Organizadores Marta Adriana Bustos Romero
Caio Frederico e Silva
Ederson Oliveira Teixeira

Textos, imagens, figuras e ilustrações são de responsabilidade dos autores.

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Reabilitação : reabilitação ambiental
sustentável arquitetônica e urbanística [livro
eletrônico] : registro de curso de especialização
à distância / organização Marta Adriana Bustos
Romero. -- 3. ed. -- Brasília, DF : LaSUS FAU :
Editora da Universidade de Brasília, 2021. --
(Conceituação ; 1)
PDF.

Bibliografia.
ISBN 978-65-992384-8-2

1. Arquitetura 2. Sustentabilidade ambiental
3. Urbanismo I. Romero, Marta Adriana Bustos.
II. Série.

21-90044

CDD-720

Índices para catálogo sistemático:

1. Arquitetura 720

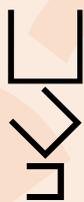
Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

3ª Edição

FAU - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo / LaSUS – Laboratório de Sustentabilidade Aplicada a Arquitetura e ao Urbanismo.
Caixa Postal 04431, CEP 70842-970 – Brasília-DF. Telefones: 55 61 99362-3397. Email: lasus@unb.br / www.lasus.unb.br

Sumário geral

EAD-Aprender a aprender na educação à distância	11
Apresentação	14
Capítulo 1 – Mapeando o campo	15
Capítulo 2 – Crenças, vida e o processo ensino-aprendizagem: Relações complexas	29
Capítulo 3 – Linhas mestras de projeto de aprendizagem: Sua carta de navegação	41
Palavras finais	49
Referências	53
PRINSUS - Princípios de sustentabilidade para reabilitação de assentamentos urbanos	55
Apresentação	58
Capítulo 4 – A Gestão Ambiental Urbana	62
Capítulo 5 – Desenvolvimento urbano mais sustentável	83
Capítulo 6 – Áreas de Preservação Permanente	116
Palavras finais	130
Referências	131
ESTBIO - Estratégias bioclimáticas de reabilitação ambiental adaptadas ao projeto	135
Apresentação	138
Capítulo 7 – Lugar, uma questão de significados	140
Capítulo 8 – Uma proposta interativa para qualificar o espaço	154
Capítulo 9 – A concepção bioclimática	162
Palavras finais	194
Referências	195
REVEG – Revegetação	199
Apresentação	202
Capítulo 10 – Conceitos diversos e uso da revegetação	203
Capítulo 11 – As plantas	247
Palavras finais	254
Referências	255



reabilita

REVEG

Revegetação

Rodrigo Studart Corrêa
Martha Battaglin Ramos

Sumário REVEG

Apresentação	202
Capítulo 10 – Conceitos diversos e uso da revegetação	203
10.1 Degradação x Recuperação	203
10.2 Revegetação	209
10.3 Vegetação nativa e plantas exóticas	214
10.4 Áreas mineradas	216
10.5 Revegetação para usos diversificados	217
10.5.1 Revegetação paisagística	217
10.5.2 Paisagismo terapêutico	220
10.5.3 Arborização urbana	227
10.5.4 Arborização rodoviária	233
10.5.5 Revegetação e corredores ecológicos	234
10.5.6 Áreas urbanas e ilhas de calor	237
10.5.7 Revegetação e sequestro de carbono	240
10.5.8 Revegetação e serviços ambientais: o caso da Floresta da Tijuca	241
Capítulo 11 – As plantas	247
11.1 Solo	247
11.2 Espécies	250
11.3 O plantio	250
11.4 Irrigação	252
Palavras finais	254
Referências	255

Apresentação

Caro(a) cursista,

Seja bem-vindo(a) ao módulo Revegetação do curso REABILITA. Aqui iniciaremos o estudo do uso da vegetação como ferramenta da reabilitação ambiental, arquitetônica e urbanística. Essa prática também é conhecida como REVEGETAÇÃO.

Iniciaremos este módulo com uma breve discussão acerca de conceitos, tais como degradação, recuperação, reabilitação e outros. Entretanto, seja qual for a visão adotada, a recuperação geralmente é necessária onde não houve planejamento ou onde ele e a legislação foram desconsideradas. Abordaremos as causas e formas de degradação mais comuns nas cidades e por causa das cidades. Questões práticas e ideológicas de conciliação entre homem e natureza serão apresentadas neste módulo.

Paisagismo e arborização urbana são os usos mais frequentes da vegetação como ferramenta de reabilitação ambiental nas cidades. Porém, são inúmeras as possibilidades de uso da VEGETAÇÃO na recuperação da forma e das funções nos meios urbano, rural e natural. Em seguida, viajaremos no tempo para refrescar nossa memória e recordarmos que a REVEGETAÇÃO é uma prática antiga de reabilitação ambiental.

Finalmente, iremos entender como solo, água, Sol e outros fatores estão interligados ao desenvolvimento das plantas e ao funcionamento dos ecossistemas naturais e daqueles criados pelo homem (agroecossistemas e sistemas urbanos). Trataremos de aspectos relacionados à evolução da ciência, domesticação das plantas, introdução de espécies exóticas no Brasil, valorização cultural de espécies nativas e necessidades e limitações das plantas cultivadas no meio urbano. Ao final deste módulo, eu espero tê-lo convencido de que a boa qualidade de vida nas cidades depende em grande parte da quantidade e qualidade de nossas áreas verdes.

Desejamos-lhe muito sucesso no desenvolvimento deste módulo!

Rodrigo Studart Corrêa e Martha Battaglin Ramos

Capítulo 10

Conceitos diversos e uso da revegetação

10.1 Degradação x Recuperação

A **recuperação ambiental** surge como solução à **degradação ambiental**.

O conceito de área degradada é amplo e diverso entre as várias áreas do conhecimento humano. Genericamente, qualquer alteração adversa ou indesejável dos meios natural, rural e urbano pode ser considerada uma forma de degradação. A legislação brasileira define degradação como “os processos resultantes dos danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais” (Lei nº 6.938/1981). Outro conceito de degradação refere-se à deterioração de terras ou a perda da capacidade de os solos produzirem bens agropecuários no presente e no futuro (Araújo et al., 2005).

Nas cidades, a verticalização exagerada, o adensamento populacional e predial, a proliferação de congestionamentos e outros fatores que contribuem para o caos levam à degradação e deterioram a qualidade de vida (Scaringella, 2001). Sanitaristas entendem que a falta de coleta e tratamento de esgotos e a incapacidade de se atender a demanda por água potável de populações são causas e sinais de degradação ambiental nas cidades (Andreoli et al., 2000).

No Brasil, apenas 18 milhões de pessoas viviam nas cidades até o início dos anos 1950. Na década seguinte, a população brasileira nas cidades atingiu 32 milhões de habitantes (Lores, 2017). Cinquenta anos mais tarde, as cidades brasileiras contavam com quase 180 milhões de habitantes, que correspondem a 85% da população do país (PNAD, 2015). Em escala global, o crescimento populacional resultará em uma população humana de mais de nove bilhões de pessoas em 2050, das quais mais de seis bilhões (67%) estarão morando nas cidades (ONU, 2018). Estima-se que o espaço urbanizado quintuplicará até 2030 em relação ao espaço ocupado pelas cidades em 2000. Nesse processo de expansão urbana, espera-se aumento da impermeabilização do solo, da frequência de enchentes, das emissões de gases, da produção de resíduos e da temperatura (Duarte et al., 2018).

Áreas com superfície impermeabilizadas perdem entre 40% e 83% de água da chuva para o escoamento superficial, enquanto que as áreas vegetadas perdem apenas 13% em eventos de semelhante precipita-

ção (Duarte et al., 2018). Além disso, o “clima próprio das cidades” apresenta temperaturas elevadas e baixa umidade relativa do ar em relação ao entorno rural ou natural. Enxurradas causadas por impermeabilização de superfícies e as características do clima urbano aumentam a incidência de doenças, mal estar e óbitos (Freitas, 2009). Há ainda outros fatores materiais e imateriais que se mesclam como causa, sinal e consequência da degradação urbana. A lista é grande e bem conhecida:

- desemprego;
- criminalidade;
- sistemas ineficientes de saúde, segurança e transporte;
- deterioração urbanística e arquitetônica;
- favelização;
- falta de planejamento e equipamentos públicos;
- conurbações;
- poluição;
- baixa proporção de área verde per capita;
- falta de opções culturais e de lazer;
- solidão.

“Nossa civilização consiste em milhões de seres vivendo juntos, num espaço restrito, em total solidão.”

Friedrich Nietzsche

A degradação da qualidade ambiental nas cidades é considerada por diversos autores como o maior desafio socioambiental contemporâneo. A degradação e a perda de qualidade de vida estão vinculadas à falta de planejamento urbano sob premissas da gestão ambiental. O resgate de elementos capazes de proporcionar a formação de um ambiente salubre, confortável e capaz de satisfazer os requerimentos básicos de sustentabilidade da vida humana é o caminho para se recuperar a qualidade ambiental nas cidades (DUARTE et al., 2018).

O objetivo da vida urbana é agregar pessoas e tornar a vida mais fácil e agradável (Gehl, 2014). Todavia, a urbanização reduz padrões de qualidade ambiental e cria o desafio de se resgatarem o bem-estar e a saúde de habitantes urbanos (Esteves & Corrêa, 2018). A vida em cidades é recente, quando comparada à existência de 300 mil anos do *Homo sapiens*. O processo de criação de soluções para as aglomerações humanas ainda se encontra em evolução. Adensamento, verticalização, consumo, veículos à combustão e outros elementos que visam à melhoria da qualidade de vida paradoxalmente deterioram a qualidade urbana. Áreas verdes e árvores mitigam impactos da urbanização e, conseqüentemente, têm-se tornado fundamentais nas cidades (Corrêa, 2015).

O futuro visto do passado

Em 1923, Le Corbusier publicou o trabalho “Por uma arquitetura”, que propunha construções funcionais, sem ornamentação, e um urbanismo que privilegiasse o carro como instrumento democrático de mobilidade, em contraponto às carruagens para poucos, do passado então recente. Na imaginação de Le Corbusier, as ruas estreitas e escuras, os edifícios ornamentados e os cortiços estariam condenados a desaparecer para darem lugar a prédios altos e linhas retas, cercados por parques ligados por viadutos e vias expressas, e cujos apartamentos teriam ventilação e insolação apropriadas (Lores, 2017).

O passado à frente de seu tempo

Em São Paulo, “tudo ficava em um raio de dez quarteirões entre os anos 1940 e 1950. A cidade era densa e as pessoas andavam muito. Era como estar em Milão” (LORES, 2017).

O edifício Califórnia, projetado por Oscar Niemeyer e construído na Rua Barão de Itapetininga em 1953, “era o prédio mais moderno da rua mais chique de São Paulo. Você encontrava gente famosa tomando cafezinho, pois poucos andavam de carro. Mais ou menos com ainda acontece em Nova York, ...” (Lores, 2017).

Para alguns preservacionistas, o **meio urbano** é a **degradação**, porque o ambiente natural deu lugar a uma cidade. Além disso, seres urbanos demandam alimentos, fibras, combustível, energia, insumos para a construção civil, bens de uso pessoal e geram resíduos. Áreas rurais e naturais tornam-se, portanto, provedores de matéria-prima e assimiladores de resíduos. Apesar de as cidades brasileiras ocuparem menos de 2% do nosso território, seus habitantes consomem 75% dos recursos naturais explorados (Dias, 2002; Miranda, 2008). Portanto, a pegada urbana extrapola os limites espaciais das cidades e se faz presente

em uma significativa parcela do meio rural e natural. Defensores do meio natural preservado trabalham para que Unidades de Conservação sejam criadas e ali se mantenham porções intocadas de ecossistemas naturais e comunidades nativas de plantas, animais e outros organismos. Outra percepção acerca do tema refere-se à Teoria de Gaia, que preconiza ser a Terra (Gaia) um organismo vivo, resultante do equilíbrio entre processos físicos, químicos e biológicos. Sob essa visão, a degradação e o desequilíbrio ambientais adoecerão o planeta e “tudo que acontecer a Terra acontecerá aos filhos da Terra”, acreditam os teóricos de Gaia.

Como serão as cidades no futuro?

Confira “Freiburg, a cidade do futuro”. Disponível no youtube.

Outras correntes de pensamento defendem que a espécie humana se encontra em seu curso evolutivo natural, como todas as demais espécies. Explicam que a Biosfera (parte da Terra onde existe vida) foi parcialmente criada pelos seres vivos a partir da modificação da crosta terrestre. Árvores crescem, furam o solo, modificam o microclima, liberam ácidos, dissolvem minerais, atraem fauna. Castores interrompem cursos d’água com suas barragens e isso mata diversas espécies aquáticas. Pássaros nidificam em variados locais, modificam o microhabitat, constroem ilhas oceânicas com seu guano. Cupins e formigas modificam a paisagem e auxiliam a pedogênese.

O homem, dotado de maior poder de destruição e construção, segue o mesmo curso, desmatando, minerando, construindo cidades, barragens, estradas e toda sorte de obras presentes na Biosfera contemporânea, que é conhecida atualmente como Noosfera. Porém, a capacidade humana de construir a Noosfera tem um custo ecológico alto: a destruição de habitats naturais e a extinção de um incontável número de espécies.

Saiba mais

O conceito de Noosfera foi elaborado no início do século XX pelo francês Pierre Teilhard de Chardin (1881-1955). Ela seria para alguns desenvolvimentistas o fruto da evolução humana sobre a Biosfera.

Saiba ainda mais

Há 45 mil anos os seres humanos chegaram à Austrália e extinguiram a megafauna desse território de dimensão continental.

Há 16 mil anos os seres humanos chegaram ao continente americano e também extinguiram a sua megafauna.

Quando iremos aprender a dividir espaço e recursos?

Você acha que Biosfera e Noosfera são necessariamente excludentes?

Claro que não! Almeida (2004) explica que “à luz da lei, não é considerada degradação a alteração consentida pelo Estado”. Omeletes precisam ser feitos e cabe ao Estado decidir quais ovos podem ser quebrados. Nesse aspecto, planos de ordenamento territorial são fundamentais, pois eles setorizam o espaço em áreas urbanas, rurais e de preservação em uma clara tentativa de conciliar Biosfera e Noosfera. Entre os preservacionistas e os desenvolvimento

situam-se seguidores do desenvolvimento sustentável, que teorizam que os recursos naturais devem ser usados, mas de maneira racional.

Repensar a necessidade de consumo, **racionalizar** e **reduzir** o uso de recursos, **reusar** e **reciclar** recursos naturais sintetizam os “**5R’s**” que formam a base de ação dos defensores do desenvolvimento sustentável. Resistir à **obsolescência perceptiva**, reaproveitar material de demolição, reciclar ferro, concreto, madeira, compostar resíduos, reusar água, usar água com mais eficiência e esgotos como fertilizantes no plantio de florestas e várias outras práticas que ganham força a cada dia são consequência do fortalecimento da doutrina do desenvolvimento sustentável, que pode criar cidades sustentáveis. Mas, cidades sustentáveis são criadas somente por cidadãos conscientes!

Paralelamente ao movimento pela sustentabilidade do planeta, na década de 1970 surgiu o Decrescimento, um movimento econômico e político que se opõe ao crescimento constante do volume de bens e serviços, porque considera ecologicamente insustentável o crescimento constante da economia. Os recursos naturais são limitados e a melhoria das condições de vida dos seres humanos deve ser alcançada sem aumento de consumo, por meio da mudança de paradigmas. Na prática, podemos consumir bens, mas devemos utilizá-los até que não seja mais possível os manter ou consertar. Reformas em imóveis por obsolescência perceptiva (percebida), por exemplo, impactam o meio natural por aumentar a demanda por bens minerais da construção civil.

Além disso, perdas de material durante a edificação, demolições e reformas respondem por mais da metade da massa de resíduos gerados nas cidades.

Mas e então, o que caracterizaria uma área degradada?

Como vimos, o conceito de **degradação** é relativo, variado e diverso. As várias áreas do conhecimento não são unânimes em definir o que é degradação. **A reabilitação** ambiental, vista como a remediação da degradação, **torna-se**, portanto, **um conceito tão relativo quanto a própria noção de degradação!** Por esse motivo, diferentes áreas do conhecimento incorporam entendimentos particularizados sobre recuperação, remediação, requalificação, reabilitação, reposição, reconstrução e restauração.

Com tantos conceitos, como fica a questão da sustentabilidade nas cidades e a **reabilitação ambiental**? A política ambiental brasileira (Lei nº 6.938/1981) tem por objetivo a **preservação, melhoria e recuperação** da qualidade ambiental, visando assegurar condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade humana. Nesse sentido, a recuperação, reabilitação, requalificação, remediação, restauração e **revegetação** de ambientes degradados têm-se desenvolvido como prática e ciência. Atualmente, esses termos expressam os seguintes entendimentos.

- **Recuperação:** processo genérico para a estabilização de uma área degradada. A recuperação abrange todos os aspectos que visem à obtenção de utilização para um sítio degradado. A Lei nº 9.985/2000 define que recuperação é a “restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original”. O Decreto nº 97.632/1989 regulamenta que a recuperação deverá ter por objetivo o **retorno do sítio degradado a uma forma de utilização**, de acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo, visando à obtenção de estabilidade para o meio ambiente. O IBAMA (1990) defende que a proposta de recuperação deva ser compatível com os valores sociais e culturais do local.
- **Reabilitação:** genericamente, é a recuperação de pelo menos algumas das funções do ambiente que foram perdidas com a sua degradação (Primack & Rodrigues, 2002). No contexto rural, refere-se ao retorno da função produtiva de uma área. Em áreas urbanas trata da modernização da infraestrutura, áreas verdes, edificações e equipamentos, conciliando-a com o patrimônio imobiliário, arquitetônico, urbanístico e ambiental que deve ser preservado. Essa prática não deve ser confundida com

a restauração, porque a reabilitação não preserva todos os elementos originais do objeto a ser reabilitado. **A reabilitação, por exemplo, trata de readequar o tecido urbano degradado, em que o patrimônio urbanístico e imobiliário é mantido**, geralmente com duas intervenções complementares: nas estruturas edificadas e na paisagem urbana (RIBEIRO, 2016).

- **Requalificação:** termo que se confunde com reabilitação, gentrificação e revitalização, este último descartado por questões ligadas à exclusão social. A exemplo da reabilitação, a requalificação visa à refuncionalização para a reocupação de espaços e edificações. A estratégia de requalificação deve desvendar a “alma” e a nova vocação do patrimônio a ser requalificado. Geralmente, há mudança de destinação e de uso do espaço. Segundo Ribeiro (2016), **a requalificação é o processo de reutilização de edifícios e espaços urbanos consolidados.**
- **Remediação:** refere-se à **descontaminação** do ambiente por meio de tratamentos químicos e uso de plantas (fitorremediação). A expansão urbana eventualmente atinge antigas áreas industriais, e órgãos ambientais exigem a remediação de solos contaminados antes que empreendimentos residenciais e comerciais sejam implantados nessas áreas.
- **Restauração:** ecologicamente, refere-se à reposição das exatas condições de uma área nativa que fora degradada. A restauração é sempre difícil e onerosa, justificável somente para ecossistemas, ambientes e objetos raros. A Lei nº 9.985/2000 a define como a “restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original”. Na arquitetura e urbanismo, a prática é também conhecida **como restauro, que visa resgatar, preservar e salvaguardar patrimônio histórico, arquitetônico e urbanístico.** Essa prática busca recuperar e reparar os elementos originalmente presentes no objeto a ser restaurado. Para Primack & Rodrigues (2002), a restauração não deve ser encarada como um ônus para a sociedade, mas como uma atividade que gera empregos e que constrói cidadania.
- **Revegetação:** é o cultivo de espécies vegetais visando à recuperação, reabilitação, requalificação, remediação e restauração de ambientes urbanos, rurais e naturais.

10.2 Revegetação

Revegetação é o uso de plantas para proporcionar **forma e função** a uma determinada área. Atualmente, os serviços prestados pela vegeta-

ção e por outros elementos naturais aos seres humanos são designadas funções ecossistêmicas e serviços ambientais. São reconhecidas atualmente 37 funções prestadas pela natureza, classificadas em funções de **regulação, suporte, provisão e cultural**.

As funções de **regulação** se referem ao controle de processos naturais, tais como ciclos, incidência de radiação, controle da composição de gases da atmosfera. As funções de **suporte** proveem espaço e substrato para que a vida seja possível, tais como galhos para nidificação de aves, abrigo para outros animais. As funções de **provisão** fornecem recursos, como alimentos, fibras, compostos químicos. Finalmente, as funções **culturais** contribuem para a manutenção da saúde mental, por meio da contemplação cênica, lazer, referência cultural e histórica que algumas árvores, parques e áreas verdes urbanas trazem consigo.

Como exemplos da revegetação destinada à **forma**, podemos citar:

- o paisagismo e a valorização visual (função **cultural**);
- as barreiras visuais para ocultar prédios, estruturas, atividades e paisagens esteticamente indesejáveis (função **cultural**).

A forma da planta influencia ou determina a sua função.

Como exemplo da revegetação destinada a **funções ecológicas e serviços ambientais**, podemos citar:

- contenção de invasão de terras (função de **regulação** humana);
- criação de barreiras acústicas, eólicas e de partículas em suspensão (função de **regulação**);
- controle térmico de áreas urbanizadas e mineradas (função de **regulação**);
- mitigação da paisagem excessivamente urbanizada (função **cultural**);
- lazer (função **cultural**);
- estabelecimento de corredores ecológicos (função de **suporte**);
- aumento da capacidade de suporte de fauna no ambiente (função de **suporte**);
- controle de erosão (função de **regulação**);

- estabilidade de terrenos (função de **regulação**);
- contenção de taludes (função de **regulação**);
- amortecimento do pico de vazão de águas pluviais (função de **regulação**);
- aumento da evapotranspiração, com elevação da umidade relativa do ar no entorno da planta e retirada do excesso de água do solo (função de **regulação**);
- proteção de mananciais (função de **regulação**);
- produção hídrica, agrícola e de produtos madeireiros (função de **provisão**);
- restabelecimento dos ciclos hidrológico e biogeoquímicos do carbono, nitrogênio, enxofre e outros (funções de **regulação**);
- filtração de chuva ácida e de metais presentes no ar (função de **regulação**);
- sequestro de carbono (função de **regulação**).

Para os profissionais que se ocupam da revegetação, uma árvore plantada não é apenas mais uma árvore na paisagem: ela é um portfólio de **serviços ambientais ou ecossistêmicos** e de **funções ecológicas**! Há árvores que abrigam uma quantidade enorme de outros seres vivos e de relações ecológicas. Essas árvores sozinhas são consideradas um ecossistema completo.

Tamanho importa?

Já sabemos que as árvores nos oferecem gratuitamente várias funções ecológicas e diversos serviços ambientais. Mas, todas as espécies e portes de árvores desempenham igualmente essas funções?

Um estudo conduzido em Camberra, Austrália, mostrou que parques com árvores de grande porte abrigavam um número três vezes maior de espécies de aves do que parques que possuíam a mesma espécie de árvore, mas ainda com porte reduzido (Ikin, 2012). Além disso, os parques com árvores de maior porte abrigavam menos espécies exóticas de aves do que os parques com árvores menores. O efeito do porte elevado e da idade avançada de árvores sobre a estruturação de ecossistemas naturais é conhecido há muito tempo, mas não se tinha conhecimento desse

efeito em áreas urbanas. O estudo conclui que cidades que desejam manter a diversidade biológica em sua área devem cuidar bem de suas árvores antigas de grande porte (Ikin, 2012).

O paisagismo, que se ocupa do estabelecimento de plantas sob uma combinação harmônica é, sem dúvida, a atividade mais comum de revegetação em áreas urbanas. Entretanto, há como acoplar funções produtivas, ambientais e ecológicas a projetos de paisagismo, enriquecendo a proposta a ser executada. Por outro lado, projetos de recuperação, reabilitação, requalificação, fitoremediação e restauração de áreas urbanizadas, agricultadas, desmatadas, queimadas e mineradas valem-se das funções da vegetação.

A conciliação de forma e função em projetos de revegetação só é possível quando as características fisiológicas, morfológicas, fenológicas (brotação, floração e frutificação de plantas) e ecológicas das espécies vegetais são conhecidas. São elas:

- porte;
- hábito e arquitetura da planta;
- tolerância à sombra ou ao sol;
- necessidade de irrigação e de fertilizantes;
- tolerância ao encharcamento ou à seca;
- meios de propagação;
- forma e cor das flores e frutos;
- época de floração;
- deciduidade (característica de algumas espécies de perder as folhas durante uma época do ano);
- ecossistema de origem;
- consumo de frutos, flores e partes vegetativas pela fauna.

Mas, quais as características desejáveis de uma árvore a ser introduzida em área urbana? As características desejáveis são:

O homem planta a árvore e a natureza magnifica a influência dela no ambiente!

- estar adaptada ao clima local para ter bom desenvolvimento e demandar pouca manutenção;
- não ser muito vulnerável ao ataque de pragas e de doenças para não demandar excessivo controle fitossanitário ou erradicação precoce;
- apresentar desenvolvimento rápido para reduzir os riscos de depredação durante seu desenvolvimento e para cumprir mais rapidamente suas funções no meio urbano;
- apresentar beleza cênica para atrair proteção de pessoas e cumprir a função cultural de contemplação;
- apresentar preferencialmente folhas perenes para não onerar a limpeza de ruas e logradouros, não entupir o sistema de drenagem urbana e prover sombra e suporte para a fauna o ano inteiro;
- ser espécie nativa da flora local para prover funções ecológicas associadas às funções ecossistêmicas de regulação, suporte, provisão e cultural;
- possuir porte adequado ao espaço em que será inserida para não criar problemas para edificações e equipamentos e evitar a necessidade de podas drásticas da copa ou erradicação da planta;
- não possuir raízes de sustentação superficiais para evitar danos a calçadas e pavimentos;
- apresentar preferencialmente tronco único e copa bem definida para se inserir melhor e com mais previsibilidade e segurança no meio urbano;
- não possuir espinhos ou troncos e ramos excessivamente ásperos para evitar que pessoas se firam;
- possuir frutos pequenos para não danificar objetos ou ferir pessoas ao amadurecerem e caírem;
- ser espécie com frutos, folhas e outras partes preferencialmente não comercializáveis para não sofrerem depredação pela coleta desses materiais;
- não atrair fauna indesejável para não representar risco à saúde pública e evitar a necessidade de erradicação da planta;
- não apresentar princípios tóxicos para não representar risco a

peessoas e evitar a necessidade de erradicação da planta;

- não apresentar princípios alérgicos para não causar danos a saúde de pessoas e evitar a necessidade de erradicação.

10.3 Vegetação nativa e plantas exóticas

Você já observou que em áreas urbanas é muito comum a retirada da vegetação nativa para posterior colocação de plantas de espécies exóticas à flora brasileira?

Por que isso acontece?

Essa prática prejudica o ambiente urbano?

Remonta à época do Brasil Colônia a introdução de árvores de espécies exóticas à flora brasileira no paisagismo de nossas vilas e cidades. Essa prática era parcialmente motivada pelo conhecimento de produção e manejo dessas espécies e pela inexistência desse mesmo conhecimento em relação à flora brasileira. Além disso, o padrão urbanístico português reproduzido no Brasil não considerava a arborização como um elemento da paisagem urbana (Duarte et al., 2018).

Ocasionalmente, portugueses e demais colonizadores traziam plantas de seus países de origem para tentar reproduzir aspectos europeizados nas vilas e cidades brasileiras. Nesse processo, negligenciou-se a flora local e todo o seu potencial ornamental. No decorrer dos séculos, essa prática tornou-se popular, aumentando nos viveiros a produção de mudas de espécies exóticas à flora brasileira. Entretanto, nem todas as espécies arbóreas exóticas introduzidas no Brasil se adaptaram ao clima brasileiro e, em alguns aspectos, não funcionaram de forma equivalente aos de seus locais de origem (Esteves & Corrêa, 2018).

Roberto Burle Marx foi um grande descobridor do apelo estético de espécies brasileiras e incentivou o uso delas no paisagismo das cidades. Todavia, até hoje espécies de plantas brasileiras são frequentemente preteridas por espécies exóticas, pelo desconhecimento do processo de produção de mudas de espécies nativas, por questões culturais sobre o conceito de beleza e pela falta conhecimento da sociedade sobre a importância da conservação e utilização das espécies nativas nas cidades (Esteves & Corrêa, 2018; Rentes et al., 1986; Ziller, 2001; Silva et al., 2008; Emer et al., 2011).

O Brasil é dotado de uma megadiversidade vegetal, formada por 30 mil espécies de plantas vasculares na Amazônia e Mata Atlântica, mais

de 11 mil espécies no Cerrado e cerca de 9 mil espécies na Caatinga. O nome de nosso país se origina de uma espécie arbórea nativa, o pau-brasil (*Paubrasilia echinata*), declarada árvore nacional pela Lei nº 6.607/1978. Há ainda o ipê amarelo (*Handroanthus spp.*), considerado árvore símbolo do Brasil. Mesmo com toda essa afirmação cultural e histórica, o uso de espécies exóticas ainda predomina na arborização de cidades brasileiras (Esteves & Corrêa, 2018).

A valorização da flora local no meio urbano deve ser incentivada como estratégia para reduzir custos de manutenção da infraestrutura verde e

A qualidade dos espaços urbanos é fortemente dependente das espécies vegetais presentes.

de tornar as cidades brasileiras ecologicamente mais equilibradas. A política urbana deve estar articulada com políticas de planejamento territorial e saúde. Princípios de ecologia urbana e o cumprimento de agendas ambientais devem tomar parte no planejamento das cidades para potencializar as interações e benefícios entre sociedade humana e vegetação urbana. A utilização de espécies nativas de cada bioma brasileiro nas cidades auxilia a manutenção da biodiversidade e a conservação do patrimônio genético. O uso exclusivo de espécies vegetais nativas nas cidades transformaria o meio urbano em repositório

de conservação do patrimônio natural. Dessa forma, impactos causados pela urbanização seriam parcialmente compensados (Esteves & Corrêa, 2018).

As plantas ornamentais brasileiras são conhecidas mundialmente pela sua abundância de flores e cores. A flora de uma cidade é parte integrante do patrimônio histórico e cultural, e o paisagismo urbano ornamentado com a flora nativa valoriza também as populações humanas nativas do local. Em cada bioma brasileiro há diversas espécies que podem ser utilizadas no paisagismo das cidades. A exploração comercial da flora brasileira tem sido historicamente madeireira e destrutiva, e a exploração comercial pela produção de mudas e plantas ornamentais representa um gigantesco mercado para profissionais amantes do verde e da cultura local (Esteves & Corrêa, 2018).

O uso de espécies nativas reduz a manutenção, como já sabemos, e cria novos padrões estéticos. A manutenção é parte fundamental na evolução de projetos de revegetação. Podar árvores e grama, limpar, adubar, irrigar e executar outros tratamentos culturais em jardins e árvores, para mantê-los em ordem, são atividades que impedem o processo de sucessão natural.

Como seriam nossos jardins e gramados se não os mantivéssemos aparados e livres de espécies vegetais indesejáveis? Certamente teríamos um ecossistema muito parecido com o nativo após vários anos, pois **as sucessões ecológicas estão presentes em todo lugar**. O uso de es-

pécies nativas permite criar um paisagismo autossucessional, em que tratos culturais sejam desnecessários ou mínimos, e a evolução ecológica seja acompanhada pela evolução estética, como ocorre sem a intervenção humana na natureza. Muitos anos de pesquisa e desenvolvimento ainda são necessários para atingirmos o modelo de paisagismo autossucessional de **manutenção zero**.

10.4 Áreas mineradas

A recuperação de áreas mineradas representa o caso extremo da restauração ecológica, da reabilitação ambiental, rural ou produtiva e da requalificação urbana. Centros urbanos crescem e acabam por atingir antigas pedreiras, cascalheiras e outros tipos de lavras de mineração. A inserção desses locais na paisagem urbana representa um desafio de conciliação entre a cidade e a paisagem degradada. Incorporar áreas degradadas pela mineração à paisagem urbana demanda medidas ambientais, sanitárias, planejamento e muita imaginação.

Como exemplo, a área urbana de Curitiba se expandiu em direção a pedreiras e no final da década de 1980 e início da década de 1990 a cidade incorporou essas lavras a sua paisagem. A Universidade Livre do Meio Ambiente (**Figura 1**), a Ópera de Arame e o anfiteatro Pedreira Paulo Leminski são alguns exemplos curitibanos de incorporação de paisagens mineradas à vida da cidade. A revegetação tomou parte nessas soluções como suporte à proposta mais ampla.

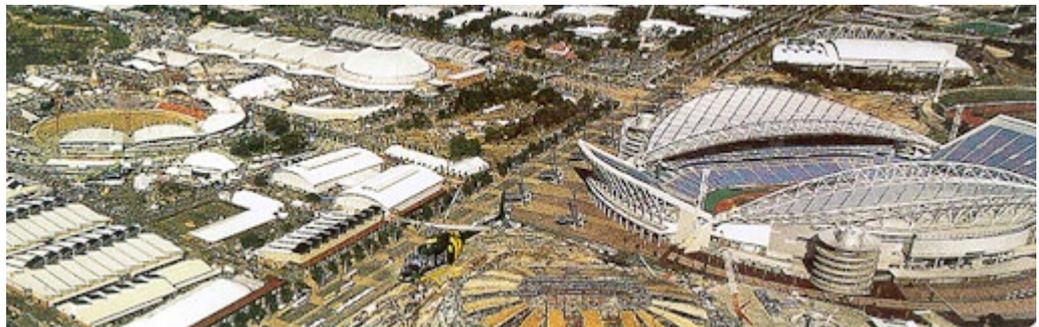
Figura 1: Universidade Livre do Meio Ambiente – Curitiba/PR.
Uso de área minerada para fins urbanos. Foto: Rodrigo S. Corrêa



Na Austrália, Homebush Bay, uma lavra explorada de mais de duzentos hectares, foi integrada à paisagem de Sydney quando foi necessário obter espaço para construir a Vila Olímpica dos Jogos Olímpicos de 2000. O local encontrava-se quimicamente contaminado, seu substrato

exposto era destituído de matéria orgânica e, conseqüentemente, sua superfície era destituída de cobertura vegetal. A **remediação** da contaminação química, a produção de matéria orgânica pela **reciclagem** do lixo doméstico de Sydney por meio da compostagem e a **restauração** de fragmentos de vegetação nativa precederam à urbanização do local. Seguiram-se ações de criação de um parque, para abrigar espécies nativas do local, implantação de estruturas, equipamentos, edificações, paisagismo, arborização, sistema viário e outros. Concepções ambientais, planos urbanísticos e de engenharia, técnicas de remediação, revegetação, restauração e outras ações foram coordenados em um único projeto de transformação de uma jazida de ouro esgotada em área urbana (**Figura 2**).

Figura 2: Homebush Bay, Sydney, Austrália. Uso de área minerada para fins urbanos.
Fonte: BioCycle, v. 41, n.6, june 2000.



10.5 Revegetação para usos diversificados

10.5.1 Revegetação paisagística

Uma das principais funções do paisagismo é criar um ambiente agradável ao ser humano, e a utilização de plantas agrupadas em jardins, sob os mais variados arranjos, tem sido constante desde os tempos mais remotos. O paisagismo pode também dispensar a utilização de plantas, ainda que não seja uma tendência comum.

De acordo com Lima & Machado (2003), os primeiros jardins surgiram na China e Egito e procuraram reproduzir o paraíso. Os jardins chineses e egípcios originaram diferentes concepções e estilos. Gregos, persas, islâmicos e romanos criaram estilos próprios de jardins, cujas concepções e funções divergiam conforme a cultura e as espécies vegetais disponíveis. O uso de ciprestes, pinus, figueiras, videiras, macieiras, palmeiras, tulipas, cravos, jasmims, rosas, jacintos, amendoeiras e diversas outras espécies contemporâneas remonta dessa época.

No ocidente, a Europa Medieval criou estilo próprio, substituído pelo estilo renascentista, na Itália, e barroco, na França. A partir do século XVIII, o estilo naturalista surge na Inglaterra e na França. A partir de

1850, os jardins públicos, de maior dimensão, ganham força na Europa e cria-se o conceito de **áreas verdes** interligadas nas cidades. A ligação do centro de Londres ao Regent Park, por meio da arborização da Regent Street, iniciada em 1841 (LIMA & MACHADO, 2003), foi precursora do conceito de **corredores verdes** em áreas urbanas (**Figura 3**).

Figura 3: Regent Park, Londres e Regent Street, Londres.
Fonte: Acervo do Autor.



Segundo Lima & Machado (2003), a crise ambiental que se desencadeou no mundo, sobretudo após a II Guerra Mundial, impulsionou a adoção de conceitos ecológicos no paisagismo urbano e a criação do desenho ambiental de Ian McHarg, que se inspirou no trabalho do ecólogo Eugene Odum e adotou o conceito de desenvolvimento sustentado em seus projetos. Estava fundamentada a criação da **qualidade ambiental urbana**. A partir da segunda metade do século XX, estreitou-se a relação entre a arquitetura e a paisagem. Nessa época prevalecia a idéia de que o paisagismo era a intervenção tardia no entorno urbano e, em alguns casos, na arquitetura mal-acabada de baixa qualidade (Lima & Machado, 2003).

Como se dava esse quadro no Brasil?

A primeira manifestação paisagística no Brasil remonta ao século XVII, quando Maurício de Nassau arborizou parte de Pernambuco com espécies cítricas exóticas à flora brasileira (Lima & Machado, 2003). Outras espécies exóticas utilizadas no paisagismo foram trazidas para o Brasil nas caravelas portuguesas, espanholas e francesas. O Passeio Público do Rio de Janeiro, um jardim de estilo francês, fora inaugurado ainda em 1783, cerca de meio século antes da democratização do paisagismo na Europa.

Ainda no século XVIII, a implementação de hortos para desenvolvimento de conhecimento da flora brasileira fomentou as primeiras iniciativas de arborização urbana no Brasil (Segawa, 1996). A chegada de D. João

VI e de sua corte ao Brasil em 1808 estimulou o paisagismo e o cultivo de plantas nativas e exóticas na Colônia, tais como eucalipto, abacate, lichia, carambola, jaca, tamarindo, noz-moscada, fruta-pão, flamboyant, bico-de-papagaio, gardênia, copo-de-leite, hibisco, lírio, margarida, magnólia, jasmim, segavê, algumas palmeiras e outras espécies.

O paisagismo voltou a se fortalecer durante os preparativos de matrimônio do Imperador D. Pedro II, que ocorreu em 1843. Os trabalhos de revegetação na cidade foram entregues a Ludwig Riedel, que enfrentou a oposição da população carioca ao arborizar as ruas do Rio de Janeiro entre 1836 e 1860. A população via nas árvores um facilitador para a entrada de malária, febre amarela, sarampo, sarna e outras doenças. Essa postura perdura até hoje em alguns locais do país. D. Pedro II continuou a estimular a criação de áreas verdes paisagísticas. Durante seu império, sibipirunas, paus-ferro, paineiras, ipês, quaresmeiras, cássias e outras espécies de plantas fanerógamas (espécies dotadas de flor) foram utilizadas na arborização urbana (Lima & Machado, 2003).

Até a segunda metade do século XIX, a arquitetura e os jardins brasileiros eram fortemente influenciados pelos padrões europeus (Aragão, 2008). As ruas das cidades adquiriram nessa época status social, os espaços públicos foram iluminados com lampiões e os calçamentos ornamentados com árvores alinhadas. Os jardins urbanos eram nessa época considerados expressões de arte, mas começaram a assumir funções utilitárias, sobretudo nas zonas urbanas densamente povoadas. Funções sanitárias, incremento da qualidade ambiental e aspectos psicossociais foram vinculados a esses jardins. A disciplina urbanística e o salubrismo determinaram a necessidade de se criarem “pulmões” nas cidades, com a implantação de praças, jardins e parques urbanos (Angelis et al., 2005). A cultura salubrista foi responsável pela manutenção de grandes áreas livres no coração das cidades em um momento em que a expansão urbana demandava e valorizava as terras nas regiões centrais dos núcleos urbanos (Duarte et al., 2018).

Surgiu ainda no século XIX o entendimento de que a arborização urbana era de vital importância para a qualidade de vida nas cidades brasileiras (Vignola Junior, 2015). No século seguinte, vários parques urbanos foram implantadas no Brasil, com a contribuição de Roberto Burle Marx para o desenvolvimento do paisagismo brasileiro (Terra et al., 2004). Nos parques projetados por Burle Marx, as árvores eram o elemento central. A concepção de Burle Marx era inovadora para a época, mesclando o paisagismo à oferta de áreas de recreação, esportivas, culturais e de lazer contemplativo, com uso de vegetação predominantemente nativa. Novos arranjos de plantas foram criados e nessas composições, palmeiras eram agrupadas com outras espécies de árvores de formas e florações exuberantes, que criavam uma nova relação de uso do espaço (Duarte et al., 2018; Terra et al., 2004).

Roberto Burle Marx mostrou que o verde urbano é capaz de transformar frias paisagens antrópicas e melhorar a qualidade ambiental e de vida das pessoas. O paisagismo atual não se limita à preocupação com a

estética. Ele busca usar a vegetação para mitigar impactos ambientais originados com a construção de cidades. Nesse processo, leva-se em consideração o conforto ambiental, a economia na manutenção das plantas, ergonomia, funções e serviços ambientais, corredores ecológicos e o ecossistema em que o projeto se insere. O paisagismo atual busca preencher o vazio urbano e reafirmar o ecossistema natural (Lima & Machado, 2003).

Atualmente, prevalecem duas orientações paisagísticas:

- a naturalista, que utiliza plantas nativas e procura conservar flora e fauna locais;
- a que trata o jardim como obra de arte.

Roberto Burle Marx tratava um jardim como obra de arte e o considerava a habitação ao ar livre. Porém, ele empregava preferencialmente espécies nativas em seus trabalhos (Eliovson, 1991). Há uma óbvia conciliação de “escolas” de paisagismo no trabalho de Burle Marx. Alguns paisagistas naturalistas não são rigorosos quanto à forma: eles chegam a lançar sementes no local para, somente após o crescimento das plantas, desenharem os jardins. O fato é que o paisagismo naturalista, com uso de espécies nativas, auxilia a conservar nas cidades a diversidade vegetal e animal de nossos biomas nativos. Espécies vegetais nativas fornecem melhores recursos forrageiros do que espécies exóticas (Cecchetto et al., 2014), além de darem suporte ao trânsito de aves por toda a cidade (Ikin et al., 2013).

Milhões de árvores nativas existem na paisagem urbana de milhares de cidades brasileiras. Além disso, existem cerca de 1.500 jardins botânicos em todo o Mundo e eles preservam as mais importantes coleções de plantas vivas, representando um recurso essencial para a conservação de espécies. Esses jardins botânicos reproduzem pelo menos 35 mil espécies de plantas ou aproximadamente 15% do número de espécies da flora mundial (Primack & Rodrigues, 2002). Acredita-se que o dobro desse número de espécies esteja sendo cultivado em jardins particulares e em outros ambientes urbanos, tais como vias públicas, praças e estufas. Trata-se de um verdadeiro banco genético que auxilia a preservação de várias espécies de plantas e também de animais.

10.5.2 Paisagismo terapêutico

A qualidade ambiental também pode ser estudada sob a perspectiva do restauro do bem estar humano. Embora projetos de paisagismo carreguem intrinsecamente uma dimensão embelezadora e confortante, há estudos que investigam sistematicamente as possibilidades de uso da paisagem para outros fins. Tais estudos partem da premissa de que projetos de paisagismo e arquitetura da paisagem têm o potencial de

oferecer as pessoas mais do que um ambiente ornamental, podendo favorecer a reabilitação e promoção da saúde humana pela interação com elementos da paisagem.

Daí surge o paisagismo terapêutico, conceito aplicado em projetos de paisagismo e arquitetura da paisagem, cujo programa de atividades visa promover o bem-estar emocional e físico das pessoas de forma imersiva, em ambientes que promovam o engajamento humano com a paisagem. O desenho da paisagem de ambientes com dimensão terapêutica é deliberadamente projetado seguindo premissas teóricas testadas em estudos empíricos. Esses estudos visam determinar e explorar quais elementos da paisagem e quais configurações espaciais são mais favoráveis para promover e facilitar a reabilitação psicológica, emocional e a reinserção social.

Esse embasamento teórico que informa o desenho de paisagens terapêuticas é proveniente de estudos nos campos da psicologia ambiental, medicina, psiquiatria, horticultura, arquitetura da paisagem, entre outros que têm por objetivo investigar como as pessoas reagem aos estímulos do ambiente externo (Grahn et al., 2017). A hipótese da biofilia (Kellert & Wilson, 1993), por exemplo, baseia-se na afinidade e ligação emocional genética dos seres humanos com a natureza. Essa hipótese tem sido utilizada para embasar princípios de projeto de paisagens terapêuticas, assim como teorias oriundas de estudos de psicologia ambiental que se aprofundam no entendimento dos mecanismos de redução do estresse humano e de recuperação das capacidades cognitivas humanas quando se encontram muito desgastadas (Grahn et al., 2017).

Assim, em um esforço multidisciplinar, é possível compreender como e quais são os efeitos positivos que o ambiente externo pode ter na reabilitação do bem-estar holístico – físico e mental – humano. Assim, o paisagismo terapêutico vem a contribuir com um desenho de ambiente projetado com intuítos claros de promoção da saúde humana, baseado em estudos clínicos e robustas conclusões científicas. A partir de tal embasamento teórico, é possível elaborar diretrizes práticas de projetos paisagísticos e princípios gerais de desenho da paisagem.

Princípios gerais que guiam as decisões projetuais incluem o desenho de espaços de lazer e atividades físicas e espaços que promovam condições para momentos de contemplação da natureza de forma mais passiva (**Figura 4**). Espaços desenhados que promovam um engajamento ativo das pessoas com fins de possibilitar atividades físicas de baixo impacto são fundamentais em paisagens terapêuticas, porque essas atividades comprovadamente contribuem positivamente para o bem-estar holístico humano (Pálsdóttir et al., 2017). Os espaços projetados para um engajamento contemplativo da natureza devem estimular a meditação, integração social e repouso, de forma a auxiliar processos terapêuticos de recuperação da fadiga mental e física (Pálsdóttir et al., 2017).

É importante frisar que a configuração espacial e os elementos presentes nesses ambientes terapêuticos sejam tais que promovam uma série de benefícios, tais como sensação de privacidade, conforto térmico, sonoro e acústico, distrações positivas proporcionadas pela presença de fauna e flora, que auxiliam no relaxamento e recuperação das capacidades emocionais e cognitivas.

Figura 4: Princípios do desenho de uma paisagem terapêutica
 Fonte: Martha Battaglin Ramos, 2020.



Há diferentes contextos em que se pode observar a aplicação dos princípios do paisagismo terapêutico. Em linhas gerais, os contextos acadêmico, hospitalar e urbano são de grande valia para profissionais que projetam a paisagem, devido à maior abrangência contextual, no sentido de serem espaços que impactam um maior número de pessoas. Há ainda o contexto residencial, e o escopo de trabalho em um ambiente residencial privado é muito particular e se limita a um grupo seletivo de indivíduos, sendo, portanto, direcionado às necessidades exclusivas dos residentes.

Esse discernimento contextual é particularmente importante na tomada de decisão projetual para se determinar qual objetivo que se deseja alcançar com o projeto. Ressalta-se aqui, portanto, uma característica muito importante das paisagens terapêuticas: elas são ambientes altamente contextualizados e não paisagens genéricas que podem ser replicadas independentemente do público alvo, do lugar e da finalidade a qual se destina. Caso contrário, elas teriam sua função comprometida e talvez não alcançassem os objetivos terapêuticos esperados.

A diferenciação desses contextos é proporcionada principalmente pelo grau de controle que existe sobre esses ambientes. Por exemplo, um ambiente hospitalar (**Figura 5**) é bastante controlado, porque é um ambiente que necessita de uma assepsia específica do lugar, bem como um cuidado maior para com os pacientes em convalescença, normalmente mais fragilizados. Além disso, hospitais e casas de saúde não são lugares indiscriminadamente abertos ao público, por questões de segurança dos pacientes e dos profissionais de saúde.

Figura 5: Ambiente hospitalar em Singapura.

Fonte: <https://www.hospitalsustentavel.com/cportfolio/khoo-teck-puat-hospital/>



Um ambiente acadêmico, por sua vez, pode ser visto como um laboratório experimental. É também um ambiente bastante controlado, onde se desenvolvem teorias, metodologias de estudo clínico, plantio e cultivo de espécies vegetais de maior interesse. É em geral um ambiente multidisciplinar, em que profissionais de diferentes áreas compartilham objetivos semelhantes. Trata-se de um contexto para se testarem soluções de desenho paisagístico, arranjos espaciais variados e elementos da paisagem que sejam mais adequados para fins terapêuticos. Um exemplo é o renomado instituto sueco em Alnarp (**Figura 6**), onde se observa o desenho de um espaço projetado para estudos acadêmicos.

Figura 6: Jardim de Reabilitação em Alnarp, Suécia.
 Fonte: PÁLSDÓTTIR et al. (2017, p. 6).
 Ilustração: Gunnar Cerwén



Em contrapartida, um ambiente urbano, como um jardim de uma praça ou um parque, por exemplo, permite acesso mais amplo à população, comporta um fluxo maior de pessoas que apresentam necessidades diferentes de enfermos confinados em ambiente hospitalar. No ambiente urbano há mais oportunidades de se explorar o lazer como uma atividade terapêutica e um engajamento mais ativo com a paisagem (**Figura 7**), enquanto que o ambiente hospitalar favorece oportunidades de engajamento passivo e repouso contemplativo como estratégias de recuperação terapêutica.

Há também paisagismo terapêutico em ambientes urbanos de acesso público e que oferecem espaços imersivos, lazer e contemplação da natureza. Em Singapura, por exemplo, há exemplos de espaços públicos que promovem distrações positivas, privacidade, variedade de espécies vegetais e animais, tais como passarinhos e borboletas, e também espaços para cultivo e manuseio de plantas e vegetais pelo público como forma de terapia ocupacional combinada à horticultura (**Figuras 7 a 9**).

Nesse parque em Singapura, existe um zoneamento das áreas terapêuticas conforme o uso do espaço (**Figura 10**). Espaços são desenhados com elementos e configurações específicas que favorecem o estímulo dos cinco sentidos. A paisagem interativa convida os usuários a ouvirem sons e experimentar texturas e cheiros das plantas, quase que em uma experiência lúdica (**Figura 11**).

Figura 7: Jardim Terapêutico em Singapura, em um parque urbano público.
Foto: Martha Battaglin Ramos, 2016



Figura 8: Jardim Terapêutico em Singapura, em um parque público com espaços para horticultura.
Foto: Martha Battaglin Ramos, 2016.



Figura 9: Jardim Terapêutico em Singapura, em um parque público com espaços que estimulam os sentidos e a contemplação.
Foto: Martha Battaglin Ramos, 2016.



Figura 10: Mapa com o zoneamento do Jardim Terapêutico no parque Hortpark em Singapura indicando diferentes atividades em diferentes espaços.
Foto: Martha Battaglin Ramos, 2016.



Paisagens terapêuticas fazem uso de princípios de desenho baseados em evidências experimentais originadas da teoria aplicada ao desenho paisagístico. Todavia, não se trata de uma paisagem meramente ornamental, mas é uma paisagem de imersão com fins de recuperação do bem-estar humano. Dessa forma, reitera-se a importância de estudo aprofundado do lugar e do público alvo para se terem claros os objetivos do desenho de uma paisagem terapêutica. Somente a partir do entendimento desse contexto é possível estabelecer as diretrizes de projeto, definir um programa de atividades e um desenho paisagístico que acomode as necessidades humanas de regeneração das capacidades cognitivas, físicas e emocionais.

Figura 11: Jardim Terapêutico em Singapura desenhado de forma a incluir espécies de plantas com texturas para estimular o tato humano
Foto: Martha Battaglin Ramos, 2016.



10.5.3 Arborização urbana

“Árvores são poemas que a terra escreve para o céu.”

Khalil Gibran

Há inúmeros benefícios de se manterem espaços livres nas cidades, sobretudo quando eles são arborizados (Corrêa, 2015). A arborização urbana é considerada por diversos autores como o principal indicador de qualidade ambiental de cidades por conta dos benefícios que ela proporciona, como já citamos acima (Duarte et al., 2018). Espaços li-

vres vegetados remetem ao conceito de área verde, que se relaciona à arborização urbana (Scherer & Hochheim, 1998). Áreas verdes no meio urbano abrangem o conjunto composto por três setores individualizados (Lorusso, 1992):

- áreas verdes públicas, compostas pelos logradouros públicos destinados ao lazer ou que oportunizam ocasiões de encontro e convívio direto com a natureza;
- áreas verdes privadas, compostas pelos remanescentes de vegetação nativa incorporados à malha urbana;
- árvores ao longo de ruas e vias públicas.

Árvores representam um dos mais importantes elementos nas áreas verdes das cidades (Freitas, 2009). O plantio de árvores de forma ordenada é uma expressão de revegetação paisagística, que mitiga a sensação de monotonia em cidades e impacta positivamente seus habitantes em vários aspectos:

- melhora a paisagem;
- melhora o microclima sob a copa das árvores, sobretudo para pedestres e ciclistas;
- oferece espaços de convívio social e os valoriza;
- melhora as condições de saúde física e mental da população;
- reduz a poluição atmosférica, visual e sonora.

Poluentes atmosféricos encontrados nas cidades originam-se principalmente da queima de combustíveis fósseis e de resíduos de obras e da agricultura. Micropartículas ficam suspensas no ar das cidades e anualmente matam cerca de três milhões de pessoas que as ingerem pela respiração. O verde urbano pode mitigar esse problema por meio da captura dessas partículas pelas folhas das plantas. Nos Estados Unidos, estudos estimam que a capacidade de as árvores reduzirem micropartículas suspensas no ar gere uma economia de sessenta milhões de dólares americanos que seriam gastos com a cura de doenças (Esteves & Corrêa, 2018).

Áreas verdes urbanas promovem melhorias na saúde física e mental de pessoas por incentivarem a prática de exercícios, recreação, encontros sociais e culturais. Esse conjunto de atividades eleva a qualidade de vida e reduz o estresse, o risco de doenças respiratórias, cardiovasculares e aquelas relacionadas ao sedentarismo. Políticas públicas estão reconhecendo o valor que a natureza tem como parte da solução de problemas ambientais, econômicos e sociais nas cidades (Esteves &

Corrêa, 2018).

Além disso, o plantio de árvores pode reduzir o consumo anual de energia elétrica em edificações. Uma árvore bem posicionada cria sombra e impede que o sol aqueça diretamente a superfície da edificação. Isso resulta em uma economia de 2% a 9% no consumo anual com refrigeração interna. Ao se pensar em escala urbana, uma cidade bem arborizada consegue reduzir a temperatura do ambiente e, conseqüentemente, reduzir o uso de eletricidade para resfriamento de ambientes em dias quentes.

Em algumas cidades das regiões Sul e Sudeste do Brasil, além desses benefícios, áreas verdes significam a preservação de remanescentes de **Mata Atlântica**, que teve 95% de sua extensão original destruída. O conjunto de árvores nas cidades encontra-se em bosques, praças, ruas, avenidas, passeios, jardins, Áreas de Preservação Permanente (Lei nº 12.651/2012) e outros. Em cada um desses lugares, a vegetação cumpre funções específicas.

A conscientização sobre a importância do verde urbano resultou na inclusão de dados da presença de árvores no entorno de domicílios brasileiros no censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Nas regiões Sul e Sudeste, entre 72% e 74% dos domicílios apresentavam árvores na vizinhança das residências, e nas regiões Norte e Nordeste esses percentuais eram de 36,7% e 61,5%, respectivamente (Duarte et al., 2018). Outro estudo mostrou que cidades situadas na Caatinga foram as que proporcionalmente mais apresentaram espécies de árvores exóticas em seus espaços urbanos, e cidades Amazônicas e na região dos Cerrados as que mais apresentaram espécies nativas em suas áreas verdes (Esteves & Corrêa, 2018). O estudo concluiu que a herança cultural europeia ainda se faz presente na arborização das cidades brasileiras.

Cidades em toda parte do mundo disputam extensão de área verde por habitante e de árvores por habitante. Como árvores podem ser plantadas ao longo de ruas, avenidas e em praças, as cidades que possuem mais área verde/habitante não são necessariamente as que apresentam maior número de árvores/habitante. A cidade de São Paulo, por exemplo, possui 1.523 km² de área e 760 km² de área verde, aproximadamente (Moreira et al., 2007). Porém, nesses 760 km² de área verde (42 m²/habitante) não há distinção entre cobertura arbórea e cobertura vegetal não arbórea. A área verde em questão refere-se à soma da área de jardins públicos e privados, praças, parques, Áreas de Preservação Permanente (Lei nº 12.651/2012) e, finalmente, a área ocupada pela arborização urbana.

Moorestown, uma cidade norte-americana no estado de Nova Jersey, possui na área urbanizada 31,4 árvores/habitante, um dos maiores índices do mundo. Washington D.C. possui 3,4 árvores/habitante; São

Francisco, 0,9 e Nova York, 0,7 árvore/habitante. As manchas urbanizadas nas cidades brasileiras são menos arborizadas do que as norte-americanas, apesar de possuírem extensas áreas verdes. No Brasil, Porto Alegre é a cidade com a maior proporção de árvore por habitante: há aproximadamente uma árvore para cada habitante. Curitiba, Maringá e Brasília são outras cidades que se destacam nesse quesito no Brasil. Porém, ao se considerarem as árvores existentes nas áreas verdes das cidades e aquelas próximas a elas, a Floresta da Tijuca coloca a cidade do Rio de Janeiro em posição privilegiada no país. Mesmo São Paulo, a maior metrópole brasileira, apresenta o valor médio de 42 m² de área verde por habitante, que é, presumivelmente, superior à recomendação da Organização Mundial de Saúde – OMS –, de 12 m² de área verde por habitante em áreas urbanas.

Presumivelmente, isso ocorre porque as áreas verdes de São Paulo, como em outras cidades, não são homogeneamente distribuídas pela cidade. Não são todos os bairros de São Paulo que desfrutam de uma cobertura verde satisfatória. Existe em São Paulo uma concentração de áreas verdes em alguns locais e mesmo a distribuição do verde no sistema viário é desigual (MOREIRA et al., 2007). As ruas mais arborizadas da cidade se concentram em bairros habitados pelas classes com renda mais elevada. Nos bairros ocupados pela população mais carente, a arborização é precária, pois as ruas e as calçadas são estreitas e o recuo mínimo das casas não é respeitado, dificultando o plantio e o crescimento de árvores.

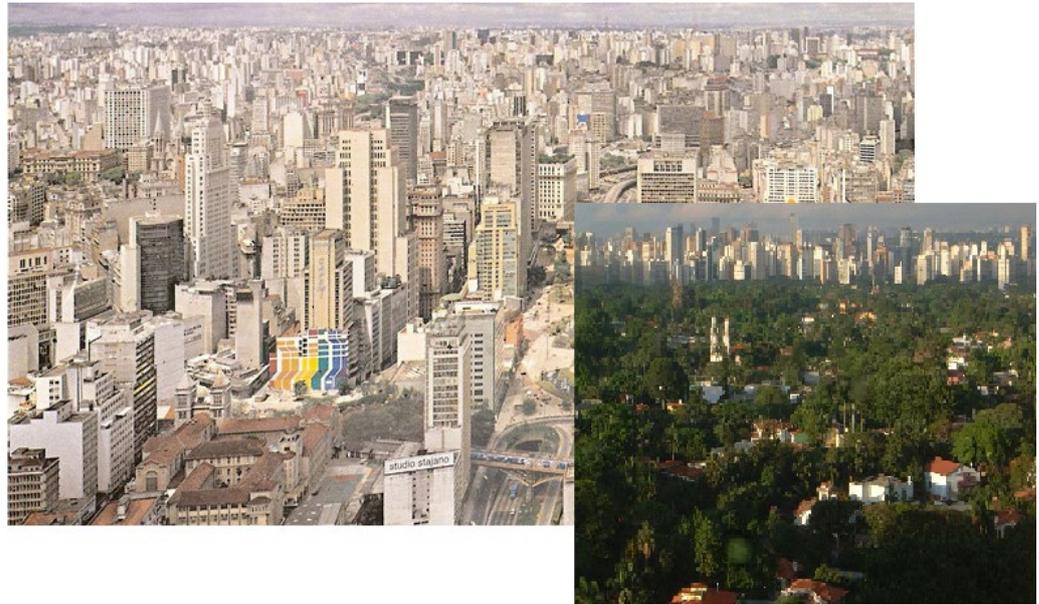
A relação entre renda e infraestrutura verde se faz presente em outras cidades brasileiras (Rodrigues et al., 2016). Áreas de degradação ambiental nas cidades geralmente coincidem com as áreas de degradação social, caracterizando-se o cenário chamado de injustiça ambiental. A arborização urbana no Brasil segue padrões de segregação social, porque ela é proporcional à renda média e as condições da moradia. Bairros com população de maior recurso financeiro apresentam maior riqueza de espécies vegetais em suas áreas verdes e em seus quintais residências (Duarte et al., 2018).

Como consequência, as diferenças sensíveis entre espaços urbanos arborizados e não arborizados são facilmente identificadas por meio das sensações paisagística, térmica, acústica, respiratória, que, associadas a outras questões, traduzem-se em valorização/desvalorização imobiliária. Comparem o aspecto entre um bairro paulista arborizado (Jardins) e o Centro da cidade, sem árvores (**Figura 12**).

A extensão necessária de espaços livres cresce com a densidade demográfica de uma cidade (Scherer & Hochheim, 1998). Espaços verdes devem ser previstos pelos planos diretores e leis de uso do solo dos municípios. As Áreas de Preservação Permanente - APPs (Lei nº 12.651/2012), por sua vez, são de competência federal. Exceto nas APPs, que são intocáveis como regra, modificações no espaço urbano

deveriam contar com a anuência da comunidade que o habita, e a arborização urbana não é exceção (Milano, 1992), porque a conservação da vegetação urbana depende da colaboração e do interesse da população. Isso faz sentido quando pensamos que escolher os locais de plantio segundo a demanda da comunidade reduz significativamente os riscos de depredação de árvores.

Figura 12: Centro de São Paulo, sem árvores, e o bairro de Jardins, onde há cuidados com a arborização urbana.



O “verde” *per capita* não retrata com eficiência a qualidade média de uma cidade. Áreas verdes devem ser distribuídas ao longo de toda a malha urbana.

Arborizar cidades não é somente plantar, mas estudar todos os aspectos que se relacionam com o urbanismo e com a espécie a ser utilizada (Freitas, 2009). Vale lembrar e relembrar que o planejamento e a execução da arborização urbana devem considerar que:

- cada espécie vegetal apresenta uma resposta particular ao ambiente. Portanto, as várias partes, situações e realidades de uma cidade devem receber plantas adequadas a cada circunstância e função que deverão exercer;
- as espécies indicadas para arborização de vias urbanas são aquelas com sistema radicular profundo. Espécies com raízes superficiais danificam a pavimentação e devem ser limitadas a parques ou locais não pavimentados;
- deve-se selecionar espécies com folhagem permanente. Es-

pécies decíduas (que perdem as folhas durante uma época do ano) mudam o efeito estético quando perdem as folhas e não são eficientes para amenizar o microclima na estação mais quente e/ou seca;

- deve-se priorizar espécies que produzam grande quantidade de flores pequenas e evitar espécies que produzam frutos grandes e pesados;
- deve-se selecionar espécies que não demandem aplicações de pesticidas, pois tratamos aqui do meio urbano;
- árvores não devem interferir em iluminação, placas, fachadas de prédios, redes de cabos e dutos nem obstruir passagem de veículos e pedestres e destruir pavimentos;
- a árvore plantada em local inadequado ou cultivada para função diversa a que pode exercer é, na verdade, a parte mais prejudicada.

A arborização urbana, pelos benefícios que produz, deveria ser considerada como um dos elementos naturais mais importantes que compõem o ecossistema das cidades e é imprescindível como parte do planejamento urbano (BARBOSA et al., 2015). Todavia, nem todos os beneficiários da vegetação urbana a valorizam. A depredação de plantas é comum nas cidades brasileiras e precisamos reverter esse quadro por meio da educação!

Além de pessoas, pragas e patógenos podem atacar árvores e outras plantas. Veja o que aconteceu com as árvores de Brasília: em 1962, após o desmatamento da área onde foi construída a cidade, iniciaram-se os trabalhos de arborização urbana, preferencialmente com espécies exóticas ao Cerrado. Árvores de uma única espécie eram plantadas aglomeradas, em arranjos de monocultura, que são muito vulneráveis ao ataque de pragas e doenças. Devido à alta mortalidade dessas árvores, optou-se pela produção de mudas de várias espécies nativas, que começaram a ser utilizadas na capital brasileira a partir da segunda metade da década de 1970 (Lima & Machado, 2003). O uso de variadas espécies aumenta a diversidade genética, biológica e funcional nas cidades, e essa diversidade determina a estabilidade, resiliência e resistência do verde urbano a adversidades, tais como poluição, secas, ataques de pragas e patógenos. A diversidade de espécies é uma das bases da sustentabilidade de ecossistemas naturais e construídos (Bobrowski & Biondi, 2016).

“A natureza não se protege, mas ela se vinga”.

“O projeto de criação de um grande parque paulistano foi oficialmente formulado em 1926. A área escolhida na zona sul, vizinha à Vila Mariana, era então um grande lamaçal. Para drená-lo, o funcionário público Manuel “Manequinho” Lopes começou a plantar, ainda em 1927, eucaliptos australianos”. Em 1953 foi finalmente inaugurado o Parque Ibirapuera. “A inauguração do Ibirapuera teria outros percalços além da competição dos arquitetos. Nem as obras nem todos os eucaliptos conseguiram deixar o parque menos alagadiço: o caminhão que trazia Guernica” para a Bienal de 1953 atolou, “causando pânico às vésperas da inauguração” (Lores, 2017).

10.5.4 Arborização rodoviária

“Nós nos sentimos bem em meio à natureza, porque ela não nos julga.”

Friedrich Nietzsche

A arborização rodoviária visa ao embelezamento da malha viária e de suas adjacências. Pretende-se com a arborização inserir rodovias na paisagem para melhorar o aspecto visual e, às vezes, a segurança (Paiva & Gonçalves, 2005).

Não existem normas rígidas para a arborização rodoviária, uma vez que rodovias cortam paisagens em situações singulares. Entretanto, isso não significa que os plantios ao longo de rodovias possam ser executados de qualquer maneira. A arborização urbana costuma seguir formas regulares, enquanto nas rodovias árvores e arbustos

costumam ser dispostos irregularmente, em grupos ou isolados, para se criar harmonia com a paisagem adjacente à via (Paiva & Gonçalves, 2005).

A prática da arborização rodoviária é muito recente no Brasil, apesar de antiga no continente europeu e na América do Norte. Estudos de Impacto Ambiental, necessários para a construção de várias estradas, têm condicionado a emissão de licenças ambientais à revegetação dos locais de onde se retirou material para a construção dos leitos das estradas (caixas de empréstimos) e de outras áreas desmatadas por causa do empreendimento. Cria-se, portanto, uma demanda por soluções de revegetação apropriadas ao paisagismo e às funções que plantas podem exercer ao longo a malha rodoviária.

Grande parte do custo de manutenção da malha rodoviária no Brasil poderia ser evitado com o uso da arborização rodoviária (Paiva & Gonçalves, 2005). Minimizar processos erosivos, conter taludes e cortes, atenuar a sensação de monotonia que algumas estradas exercem sobre

motoristas, oferecer locais de parada e descanso, proteger usuários, servir de sinalização viva, realçar placas e avisos e formar corredores ecológicos são algumas funções da revegetação ao longo de rodovias.

Entre os vários critérios adotados para escolha de espécies a serem plantadas às margens de rodovias, rusticidade e natividade são prioridades. A manutenção de plantios rodoviários é muito onerosa e espécies rústicas, preferencialmente nativas do local, reduzem substancialmente a necessidade de intervenção humana após o plantio. Paiva & Gonçalves (2005) desaconselham o uso de espécies frutíferas ao longo das rodovias, pois a parada de viajantes para coletar frutos aumenta as chances de acidentes. Além disso, os frutos transportados podem servir de vetores de doenças de plantas entre regiões.

A exemplo da arborização urbana, espécies perenifólias, aquelas que não perdem as folhas por causa das mudanças das estações do ano, com copas densas e raízes profundas são as mais recomendadas para a revegetação em rodovias.

A melhor época para se fazer arborização em rodovias é durante a sua construção e na estação chuvosa, pois há muito material e pessoal disponível e ausência de tráfego de veículos particulares.

10.5.5 Revegetação e corredores ecológicos

A matriz urbana das cidades causa fragmentação dos espaços verdes, que devem ser conectados por corredores arborizados para estimular a criação e uso de calçadas e ciclovias, o trânsito da fauna e o fluxo gênico (Corrêa, 2015). Projetos urbanos bem planejados potencializam a sustentabilidade e enriquecem a paisagem por meio da qualificação ambiental, social e cultural dos espaços. Nesse processo, a escolha das espécies arbóreas é de fundamental importância, porque elas devem estar adequadas ao local onde serão plantadas e devem desempenhar as funções para as quais foram selecionadas: sombra, barreira acústica, embelezamento e outras.

Imagine um local onde existira um ecossistema natural. Imagine agora que esse local foi urbanizado e, como consequência, apenas alguns bolsões do ecossistema natural remanesceram de forma isolada na área urbanizada. Esse processo denomina-se fragmentação, que representa uma significativa causa de extinção de espécies. De acordo com a teoria de metapopulações, para se manterem populações de plantas e animais viáveis em regiões com problemas de fragmentação, é necessário conectá-las por meio de corredores verdes. Esses corredores, quando eficientemente implantados, permitem o trânsito de seres vivos confinados entre os fragmentos preservados (Marini-Filho & Martins, 2000). Corredores verdes são fundamentais para garantir funções ecológicas e a sustentabilidade ambiental em matrizes urbanas (Corrêa, 2015).

O fundamento legal dos corredores ecológicos encontra-se na Lei nº 9.985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC. Nesse contexto, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA estabelece sete escalas de planejamento de um corredor ecológico, que variam de 1:20.000.000 (Eco-Zona) a 1:2.500 (Eco-Elemento). Dessa forma, um projeto paisagístico de uma pequena área urbana apresenta dimensão mínima suficiente para ser concebido como corredor ecológico, desde que contenha elementos apropriados ao suporte da flora e fauna nativas.

O uso de espécies nativas do Cerrado na arborização paisagística de Brasília tem sido priorizado há quatro décadas, por motivos fitossanitários, economia na manutenção e forma de valorização da flora do Cerrado. Como resultado, dos três corredores ecológicos identificados por Corrêa et al. (2009) no Distrito Federal, um cruza a área urbana de Brasília, notadamente os setores de residências unifamiliares onde áreas verdes arborizadas predominam na paisagem. Os outros corredores ecológicos identificados cruzam os “bairros” Lago Sul e Lago Norte, que se situam às margens do Lago Paranoá (**Figura 13**). Dessa forma, as áreas verdes arborizadas na zona urbana de Brasília acabaram por estabelecer corredores ecológicos entre Unidades de Conservação (Lei nº 9.985/2000), que aparecem de forma fragmentada na paisagem do Distrito Federal.

A bacia do Lago Paranoá, onde se encontra Brasília, é de característica urbana, mas há nela atributos que favorecem a presença de fauna nativa, tais como o próprio Lago Paranoá, a baixa densidade demográfica da área residencial, a existência de Matas de Galeria em bom estado de conservação, os pomares domésticos e alguns remanescentes de Cerrado e Campo nativos. Estudos têm presenciado na área urbana de Brasília significativo fluxo de insetos, fauna aquática, avifauna, morcegos, anfíbios, répteis, lontras, capivaras, pequenos roedores e até alguns primatas (FABRANDT/MMA/IEEMA, 1996; Fonseca, 2001).

Figura 13: Parte sul do Lago Paranoá, com vista de duas de suas quatro pontes. À direita, o Setor Habitacional Individual Sul (Lago Sul), onde residências unifamiliares apresentam extensas áreas verdes, que formam corredores ecológicos. Foto: Rodrigo Studart Corrêa.



Um levantamento expedito de cinco dias da avifauna de Brasília constatou a presença de 144 espécies de aves, distribuídas em 46 famílias e 16 ordens taxonômicas (FABRANDT/MMA/IEMA, 1996). Isso representa 34% do número de espécies identificadas na região geopolítica do Distrito Federal! Outro estudo encontrou 83 espécies de aves nativas da fauna brasileira em uma faixa de 80 m de largura e 14 km extensão ao longo do corredor verde que margeia o Eixo Rodoviário do Plano Piloto (**Figura 14**). As aves nesse corredor usavam preferencialmente espécies de árvores nativas da flora brasileira (Guinarães et al., 2020).

Aves são utilizadas como bioindicadores de qualidade ambiental, pois apresentam espécies em todos os níveis da cadeia alimentar. As características peculiares do ecossistema urbano refletem a composição da avifauna presente na cidade (FABRANDT/MMA/IEMA, 1996). A elevada biodiversidade de aves, para tão reduzido espaço, coincide com a qualidade ambiental proporcionada pelo verde de Brasília, que possui uma das maiores relações de área verdes per capita do país.

O verde da cidade oferece passagem para que a fauna transite entre as áreas preservadas do Distrito Federal (**Figura 14**). Em troca, os bichos oferecem serviços ambientais: 42% das espécies de aves identificadas na Asa Norte de Brasília são insetívoras (FABRANDT/MMA/IEMA, 1996), que auxiliam no controle de vetores de doenças no ambiente urbano. Outras cidades do Distrito Federal que experimentaram a urbanização predatória enfrentaram a proliferação da dengue, leishmaniose, hantavirose e outras doenças típicas de áreas recém-desmatadas. Visando ao controle do rato transmissor da hantavirose, introduziram-se algumas corujas nas áreas críticas, mas a falta de árvores tornou o ambiente inadequado à fixação desses predadores no local. Por outro lado, as áreas arborizadas do Distrito Federal mantêm-se livres desses surtos, porque a presença de corujas, carcarás e outros predadores é frequente onde as árvores são abundantes.

O levantamento da avifauna de Brasília concluiu ainda que os jardins particulares da área de estudo apresentaram mais espécies de aves do que as áreas públicas arborizadas. Formação de corredores verdes entre as propriedades, diversidade estrutural da paisagem, grande número de plantas frutíferas e proximidade com as Matas de Galeria da bacia do Lago Paranoá foram os fatores considerados responsáveis pela grande riqueza da avifauna no conjunto formado pelos jardins particulares de aproximadamente 1.000 m² cada um. Parte notável dessa constatação é que o padrão paisagístico praticado nos jardins das residências unifamiliares criou coletivamente corredores de fauna, sem que houvesse um planejamento mais abrangente para isso acontecer (**Figura 14**). Outro estudo constatou a importância da vegetação nas faixas de domínio das rodovias do Distrito Federal para a formação de corredores ecológicos (Lima, 2003).

Figura 14: Arborização de Brasília formando corredores verdes que dão suporte e passagem para a fauna transitar entre Unidades de Conservação.
Foto: Rodrigo Studart Corrêa.



10.5.6 Áreas urbanas e ilhas de calor

O Áreas urbanizadas apresentam temperaturas diárias mais elevadas do que áreas com sob cobertura vegetal. Por esse motivo, áreas urbanas são conhecidas como ilhas de calor. O termo ilha de calor se refere a uma anomalia térmica, em que a temperatura de superfície do ar urbano se caracteriza por ser superior à temperatura de superfície do ar da vizinhança rural (Coltri et al., 2007). O fenômeno ilha de calor em áreas urbanas é resultado dos variados padrões de refletividade (albedo) dos diferentes materiais usados na construção civil (Baptista, 2003). Quanto mais radiação for absorvida pelos materiais, mais calor será emitido pela superfície.

Uma ilha de calor pode acontecer em diferentes escalas, desde locais específicos de uma cidade como na cidade toda. Muitos são os mecanismos e fatores que contribuem para a formação e a intensidade das ilhas de calor, tais como localização geográfica, condições climatológicas, tamanho da mancha urbana, altura dos prédios, materiais usados na urbanização, quantidade e distribuição de áreas verdes, densidade da população, o dia da semana e outros (Coltri et al., 2007). Em termos locais, geralmente os centros das cidades mostram-se mais quentes e, à medida que se aproxima de áreas periféricas, próximas a áreas não urbanizadas, a temperatura do ambiente se torna mais amena. Nas

últimas décadas, estudos de clima urbano e de ilhas de calor vêm-se destacando e ganhando muita importância.

Magda Lombardo foi pioneira nos estudos sobre a relação entre áreas urbanas e ilhas de calor no Brasil (Baptista, 2003). Em 1985 ela determinou por meio do sensoriamento remoto (satélite NOAA 7) que a temperatura do ar no centro de São Paulo, na zona leste, na marginal Tietê e em Santo Amaro era de 33° C, enquanto na Serra da Cantareira e no Parque do Estado as temperaturas eram de 23° C e 24° C, respectivamente. Uma diferença de dez graus Celsius! Altitude e presença de cobertura vegetal foram considerados os fatores de refrigeração das últimas duas áreas. Segundo Moreira et al. (2007), São Paulo necessita de vegetação para reduzir o calor urbano, melhorar o clima urbano, a qualidade do ar e da água e a estética paisagística.

Surpreendentemente, o centro de Piracicaba apresenta temperaturas mais amenas que os bairros da periferia! Um estudo mostrou que as ilhas de calor mais intensas em Piracicaba ocorrem em bairros com edificações cobertas por telhas de fibrocimento, amianto e asfalto (Coltri et al., 2007), materiais classicamente apontados como responsáveis pela formação desse fenômeno. Seria possível evitar esses materiais para tornar as cidades termicamente mais confortáveis?

No caso de Piracicaba, Coltri et al. (2007) explicam que há um “efeito oásis” provocado pelo parque localizado no centro da cidade e pela proximidade do rio que corta o mesmo local. Nesse caso, o microclima formado pela vegetação do parque e pela água do rio resfria uma parte do ar do centro da cidade. Essa camada de ar mais frio é levada para seus arredores através da ventilação local, provocando uma descontinuidade do efeito ilha de calor nessa cidade.

Veja quanto conforto uma área verde urbana pode proporcionar!

De acordo com Baptista (2003), quando se analisam longas séries históricas de temperatura do ar, pode-se gerar informação distorcida em outras áreas da climatologia, como a de aquecimento global. O professor Luiz Carlos Molion salienta que, como as cidades apresentaram crescimento bastante significativo nas últimas décadas, principalmente após os anos 1950, as áreas urbanizadas envolveram as estações meteorológicas, que antes se encontravam em áreas periféricas e sob cobertura vegetal. Isso pode mascarar as tendências globais de aquecimento. Um estudo por ele apresentado de duas séries históricas de mais de cem anos na Austrália, sendo uma de seis estações em cidades e 27 em ambiente rural, apresenta duas tendências totalmente diferentes: nas estações urbanas, verificou-se o incremento de temperatura, enquanto nas estações rurais houve uma tendência de manutenção

de temperatura através dos anos.

Outros estudos mostram que a expansão da área urbanizada do Distrito Federal entre 1984 e 2001 foi acompanhada de um aumento da temperatura nos centros urbanos (Baptista, 2003). A arborização urbana e a vegetação/manutenção de bolsões verdes nas áreas urbanas e periféricas são de grande importância para a manutenção do conforto térmico nas cidades (Baptista, 2003).

Comunidades vegetais são importantes para a regulação do clima local, regional e global (Primack & Rodrigues, 2002). Em nível global, o crescimento das plantas está ligado à absorção de CO_2 atmosférico e ao controle dos gases do efeito estufa. Em nível regional, a absorção de água e a transpiração das plantas são fundamentais para manter o ciclo hidrológico e, conseqüentemente, as condições climáticas regionais. Em escala local, árvores interceptam, refletem, absorvem e transmitem radiação solar de forma diferente das superfícies construídas (**Figura 15**). Plantas reduzem a temperatura e a amplitude térmica locais. Além disso, uma árvore adulta transpira entre 300 a 400 litros de água por dia. A energia solar necessária para evaporar essa quantidade de água (calor latente) não estará disponível para fazer a temperatura subir (calor térmico).

Árvores são controladores naturais da temperatura do ar e alguns cálculos comparam uma árvore adulta ao poder de resfriamento de cinco aparelhos de ar condicionado, como já vimos. Os bairros mais quentes do Rio de Janeiro e de várias outras cidades brasileiras são justamente as áreas menos arborizadas nessas cidades. **E isso não é mera coincidência!**

Figura 15: Arborização do Campus Darcy Ribeiro - UnB. Note a proporção entre cobertura verde e áreas pavimentadas/telhados. Foto: Rodrigo Studart. Corrêa



1.5.7 Revegetação e sequestro de carbono

Outra função recentemente atribuída à vegetação é o sequestro de carbono do ar pelas plantas por meio da fotossíntese. A assimilação de CO_2 do ar é importante para o controle do efeito estufa, que surge quando gases presentes na atmosfera dificultam a dispersão do calor refletido pela superfície terrestre, que deveria retornar para o espaço. Graças a esse processo, a temperatura média da Terra é de aproximadamente 16°C . Na ausência do efeito estufa, a temperatura média da biosfera seria de aproximadamente 18°C negativos! O vapor d'água existente na atmosfera é o mais importante agente do efeito estufa. Outros gases de importância são o dióxido de carbono (CO_2), o ozônio (O_3), o metano (CH_4) e o óxido nitroso (NO_2) (Baptista, 2004). Entre os gases do efeito estufa, o CO_2 é um dos principais responsáveis pelo processo.

A grande quantidade de gases emitidos pelas atividades humanas, principalmente pela queima de combustíveis fósseis e de florestas, vem ocasionando acúmulo de carbono sob a forma de CO_2 na atmosfera. Buscando estabelecer medidas para diminuição da emissão dos gases do efeito estufa - GEE, foi ratificado o Protocolo de Kyoto, que determina prazos e metas para sua redução. Entre as medidas adotadas, destaca-se o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL, que permitia aos países desenvolvidos compensarem suas emissões por meio de financiamentos de projetos ambientais sediados em países em desenvolvimento (Cotta et al., 2006). Plantas em crescimento e áreas vegetadas funcionam como sorvedouros de CO_2 e, portanto, a revegetação surge como uma alternativa para sequestrar carbono do ar.

A grande quantidade de CO_2 despejada na atmosfera, principalmente a partir da Revolução Industrial, aliada à capacidade de as plantas absorverem CO_2 , criou o mercado de crédito de carbono. Esse mercado negociava projetos que reduziam a concentração CO_2 na atmosfera. O cultivo de plantas, principalmente em regiões tropicais seria um dos meios de viabilizar esse mercado, pois a maior parte da massa seca dos vegetais (biomassa seca) é constituída de carbono. O carbono é absorvido do ar e incorporado a plantas por meio da fotossíntese, que é mais intensa nos trópicos. Por isso, as regiões tropicais desempenham um papel importante no ciclo global de carbono e no seu sequestro do ar.

A maior quantidade de sequestro de carbono por uma planta acontece durante seu crescimento, quando ela assimila CO_2 do ar para transformá-lo em glicose, frutose, amido, celulose e outros açúcares fundamentais para o seu metabolismo e estrutura. Uma árvore de grande porte acumula algumas toneladas de carbono em sua estrutura até atingir a fase adulta. A partir dessa fase, a assimilação de carbono pela fotossíntese e a liberação de CO_2 pela respiração se compensam, com uma leve vantagem para a acumulação de carbono, sobretudo porque folhas e outros resíduos são continuamente incorporados ao solo e passam a

Projetos de arborização urbana sequestram carbono? Claro que sim!

fazer parte da matéria orgânica do solo. Veja abaixo o exemplo da Floresta da Tijuca. Florestas e outros ecossistemas naturais representam grandes estoques de carbono assimilado da atmosfera. Queimadas e desmatamentos para implantação de pastagens, culturas, mineração e urbanização liberam grandes quantidades de CO₂ para o ar.

Baptista (2004) mostrou por meio do sensoriamento remoto que áreas urbanas se apresentam como fontes de emissão de CO₂ para o ar. Qual explicação para isso? O mesmo trabalho relata que em áreas vegetadas no entorno de centros urbanos, o conteúdo de CO₂ no ar é significativamente reduzido devido ao processo de fotossíntese das plantas. Há relação entre ilhas de calor e áreas que funcionam como fontes CO₂? Como evoluirmos para uma cidade carbono zero?

Você sabia?

1 kg de carbono (C) acumulado nas plantas corresponde a 3,67 kg de gás carbônico (CO₂) retirado do ar.

Diferentes espécies de plantas assimilam e acumulam diferentes quantidades de carbono.

A maior parte do carbono terrestre de superfície se encontra acumulado no solo e não na biomassa de plantas!!!

1.5.8 Revegetação e serviços ambientais: o caso da Floresta da Tijuca

O Imperador D. Pedro II criou a Floresta da Tijuca em 11/12/1861, dando início a uma profunda mudança na paisagem e estrutura da cidade do Rio de Janeiro. A criação da Floresta da Tijuca não foi resultado de uma preocupação preservacionista nos moldes atuais, que considera a preservação da biodiversidade uma das principais razões para se criarem Unidades de Conservação. Ao desapropriar terras e determinar a revegetação da área, D. Pedro II pretendia somente garantir para a população do Rio de Janeiro o abastecimento de água, há muito tempo comprometido. Desde 1824, a população da cidade sofria sistematicamente com a falta de água potável. A oferta de água nos dutos cariocas era inferior a 15% da demanda por água de uma população estimada em 400 mil “almas”.

As primeiras tentativas de desapropriação de terras situadas na Tijuca datam de 1844, duas décadas após o início da falta d'água, quando a cidade experimentou uma severa seca. Mais de dez anos foram ainda necessários para que se iniciassem efetivamente algumas desapropriações pelo governo imperial. O abastecimento público à época consistia na captação e canalização de água dos mananciais existentes. Represas e reservatórios inexistiam na cidade. Dessa forma, a solução para a escassez hídrica era aumentar o volume das águas dos mananciais por meio do reflorestamento intensivo das áreas de nascentes que se encontrassem desmatadas. A criação da Floresta da Tijuca e de outras na mesma época visavam também ao controle do desmatamento abusivo das reservas florestais brasileiras, prática comum desde a chegada dos portugueses ao Brasil.

O desmatamento nos arredores da cidade do Rio de Janeiro se intensificou com a introdução da lavoura do café em 1760, aproximadamente. A partir dessa época, as encostas da Serra do Mar foram desmatadas para a produção de lenha e, na sequência, para a implantação de lavouras de café. A cultura do café se estendeu nos anos seguintes por todas as serras fluminenses e mineiras, até atingir São Paulo. Em 1850, o café era o primeiro produto de exportação brasileiro, entre os oitos produtos enviados para a Europa: café, açúcar, algodão, fumo, goma elástica, erva-mate, aguardente e cana-de-açúcar. Em 1860 o café era considerado a maior riqueza das províncias do Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo.

Os custos ambientais e ecológicos dessa atividade econômica, por causa do desmatamento, eram altos. Segundo relatos, “as mais preciosas madeiras de lei incineravam-se em queimadas formidáveis que tudo consumiam. Jamais o mundo vira um desperdício tão completo de uma flora tão valiosa devorada em turbilhões de fumo e chamas. Numa destruição total o homem a dissipava no delírio de estender seus cafezais. As filas de negros de machado em punho iam recuando a floresta para as grimpas inacessíveis, para as cristas pedregosas e inaproveitáveis” (Centro de Conservação da Natureza, 1966). Paralelamente, evoluía o problema da carência de água na cidade. Já em 1817 e 1818, o governo colonial baixara severas disposições acerca da proteção das matas dos mananciais. Porém, tais disposições nunca foram cumpridas.

Em 1845 o governo imperial iniciou pequenos plantios em torno de alguns mananciais desmatados em área pública. Os trabalhos de revegetação continuaram na área da Tijuca e das Paineiras e, em 1848, os primeiros resultados positivos foram verificados: o aumento do volume de água do Rio Carioca. Porém, os especialistas da época reforçavam a necessidade de desapropriação de terras para que a revegetação prosseguisse em áreas particulares. Em 15/6/1850, o governo sancionou lei, desapropriando os terrenos “generativos das fontes” de água. Porém, somente em 1856, após estar “convencido da indeclinável e urgente necessidade de se afastar da proximidade dos mananciais e

aquedutos a propriedade particular, que tão prejudicial tem sido à conservação e pureza das águas...”, o governo imperial anuncia a compra de alguns terrenos na Tijuca.

Em 18/12/1861, sete dias após a criação da Floresta da Tijuca, D. Pedro II designou o Major Manuel Gomes Acher para administrá-la. Em 04/1/1862, o Major Acher iniciou os trabalhos de reflorestamento da Tijuca com seis escravos e, posteriormente, com 22 trabalhadores assalariados. Mudanças de árvores retiradas de áreas florestadas nas Paineiras, das matas virgens de Guaratiba e de sua própria fazenda, a 60 km de distância da Floresta da Tijuca, eram levadas para o plantio. Começara assim, de maneira precária, a grande tarefa de revegetar a Tijuca. A recomposição florestal da Tijuca foi um dos primeiros trabalhos de revegetação em todo mundo, seguramente o primeiro da América do Sul.

No fim de 1862, um ano após o início dos trabalhos, quase 14 mil árvores de 23 espécies haviam sido plantadas, com a morte de cerca de quatro mil mudas. A partir de 1865 iniciou-se a produção de mudas em viveiros instalados na Tijuca, o que reduziu significativamente o número de mudas mortas em campo. Ao final de seu mandato como administrador da Tijuca, em 1874, o Major Acher e sua equipe de trabalhadores e escravos haviam plantado quase 62 mil árvores. Outros administradores sucederam o Major Acher. Entre eles, o Barão Gastão d'Escagnolle, que permaneceu entre 1874 e 1888 à frente da administração da Floresta da Tijuca, plantou cerca de trinta mil árvores e realizou um trabalho de paisagismo, transformando a floresta em parque de uso público.

As administrações da Floresta da Tijuca apresentaram políticas de manejo da flora diferenciadas: algumas, como a do Major Acher, deram ênfase à flora nativa. Outras, como a do Barão d'Escagnolle, deram maior importância ao aspecto paisagístico e introduziram algumas espécies exóticas no local, gerando, ainda hoje, muitas críticas. Um exemplo da difícil convivência entre espécies da flora nativa e exótica é a jaqueira (*Artocarpus heterophyllus*), porque seu elevado porte e a grande percentagem de germinação de suas sementes dificulta o estabelecimento de espécies nativas no local.

Em 15/11/1889 é proclamada a república no Brasil, e todo e qualquer vestígio da monarquia deveria ser apagado. A Floresta da Tijuca foi abandonada por cerca de meio século. Ela foi “redescoberta” em 1943, sob a administração de Raymundo Ottoni de Castro Maya, que a revitalizou. Foram introduzidas obras de arte, edificações, recantos, sanitários, restaurantes e outros serviços. A Floresta da Tijuca se tornou então um cenário privilegiado, no qual natureza, cidade e cultura se harmonizam e se complementam. Ela passou a ser freqüentada pela população carioca e por turistas. Obra de Cândido Portinari e projeto de Burle Marx, entre vários outros, passaram a compor o acervo arquitetônico, paisagístico e turístico do local. Em 1961 a Floresta da Tijuca passou a integrar o Parque Nacional do Rio de Janeiro, criado no mesmo ano.

Atualmente, a Floresta da Tijuca é a quarta maior área verde urbana brasileira e a maior floresta urbana replantada pelo homem no mundo (**Figura 16**). A natureza foi gradualmente retomando seu curso e hoje há uma mata fechada de flora e fauna diversificadas. Ali se encontram espécies da Mata Atlântica, tais como o murici, ipê-amarelo, ipê-tabaco, angicos, caixeta-preta, cambuí, urucurana, jequitibá, araribá, cedro, ingá, açoita-cavalo, pau-pereira, cangerana, canela, camboatá, palmito, brejaúba, samambaiaçu, quaresmeira, caeté, pacova e outras.

Recentemente a Floresta da Tijuca foi legalmente unida a outras áreas e alçada à categoria de Parque Nacional aos moldes da Lei nº 9.985/2000 - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC. O Parque Nacional da Tijuca, com 3.951 hectares, é composto pela Floresta da Tijuca, Pedra da Gávea, Pedra Bonita, Paineiras e Corcovado e é indiscutivelmente um oásis na cidade do Rio de Janeiro. O tombamento do Parque pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura - Unesco o elevou à categoria de Reserva da Biosfera da Mata Atlântica.

A partir do plantio das cerca de noventa mil mudas no século XIX, a vegetação da Floresta da Tijuca se expandiu e segue seu processo de sucessão ecológica (**Figura 16**). Sua função de garantir água para a cidade do Rio de Janeiro perdeu importância no século XX, pois outros mananciais e barragens passaram a compor o sistema de abastecimento público de água da cidade. Entretanto, estudos, tais como o de Coelho Netto (2005), mostram um enorme conjunto de funções ecológicas e serviços ambientais que a Floresta da Tijuca exerce atualmente. Esses estudos objetivam ampliar o conhecimento acerca da composição, estruturação e funcionamento do ecossistema florestal, suas implicações na dinâmica da paisagem carioca, especialmente no que diz respeito à evolução das encostas e das bacias de drenagem. Essas informações são necessárias para se desenvolverem modelos de vulnerabilidade socioambiental em zoneamentos, planejamento e gestão urbana (Coelho Netto, 2005). A **Figura 17** sintetiza as principais funções ambientais exercidas pelo ecossistema florestal do maciço da Tijuca.

A Floresta da Tijuca absorve cerca de 20% da pluviosidade anual que precipita sobre a cidade do Rio de Janeiro (2.300 mm), e o material vegetal morto (serrapilheira) depositado à superfície protege o solo. Sob essas condições, as taxas de infiltração da água precipitada são altas, o que permite a alimentação dos aquíferos superficiais e subterrâneos da bacia. Trata-se de um ambiente regulador das condições hidroclimáticas, da estabilidade dos solos e, por conseguinte, das encostas atlânticas da Serra do Mar. Nesse cenário, as plantas exercem significativo papel na estabilização de taludes e encostas.

A Floresta da Tijuca encontra-se em área urbana e consegue filtrar chuvas ácidas (pH = 4,2), que ao passarem pelas copas das árvores (dosel florestal), tornam-se quase neutras (pH = 6,2). Há também metais

liberados por indústrias e veículos (chumbo, zinco, cobre) que são incorporados a chuvas. Ao passar pelo dossel florestal, pela serrapilheira e pelo solo, as águas contaminadas são filtradas. Há ainda a captura de carbono do ar pela vegetação, que atinge cerca de 160 t ha⁻¹ pela madeira e 150 t ha⁻¹ pela matéria orgânica do solo (Coelho Netto, 2005). Dessa forma, a floresta plantada há quase dois séculos é passível de pleitear verbas no mercado de créditos de carbono atual. Não é demais lembrar que temperatura do ar e as chuvas locais são outros fatores influenciados pela presença da Floresta da Tijuca.

Figura 16: Parte da Floresta da Tijuca (mancha escura) e da malha urbana da cidade do Rio de Janeiro (mancha clara). Fonte: Google Earth.

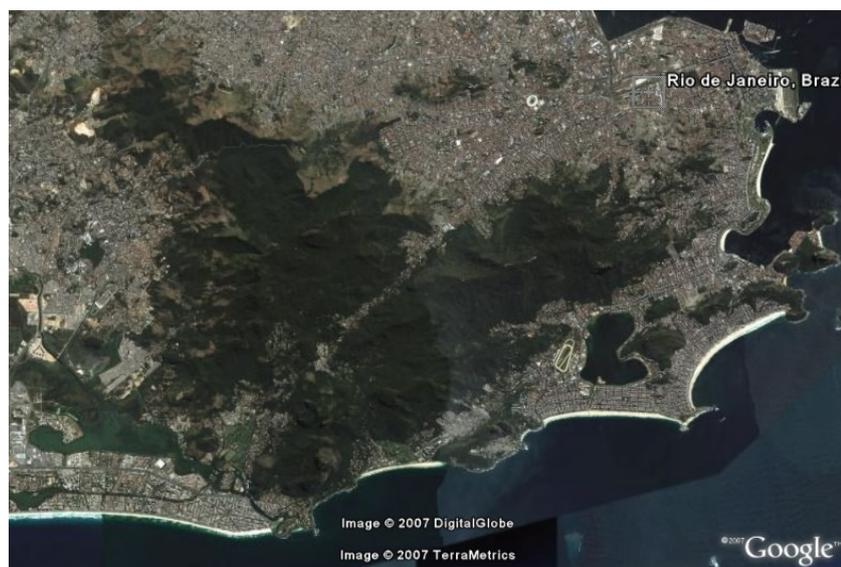
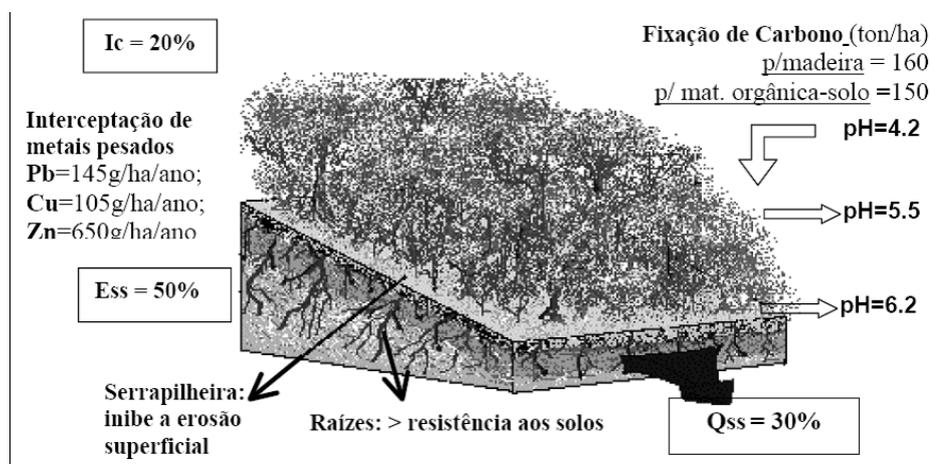


Figura 17: Funções ambientais da Floresta da Tijuca Ic = interceptação das chuvas pelas copas arbóreas. Ess = estocagem/subsuperficial. Qss = carga subsuperficial para descarga fluvial. Neutralizador do pH da chuva ácida. Filtro de metais pesados. Estoque de carbono. Fonte: Coelho Netto (2005).



A Floresta da Tijuca absorve cerca de 20% da pluviosidade anual que precipita sobre a cidade do Rio de Janeiro (2.300 mm), e o material vegetal morto (serrapilheira) depositado à superfície protege o solo. Sob

essas condições, as taxas de infiltração da água precipitada são altas, o que permite a alimentação dos aquíferos superficiais e subterrâneos da bacia. Trata-se de um ambiente regulador das condições hidroclimáticas, da estabilidade dos solos e, por conseguinte, das encostas atlânticas da Serra do Mar. Nesse cenário, as plantas exercem significativo papel na estabilização de taludes e encostas.

A Floresta da Tijuca encontra-se em área urbana e consegue filtrar chuvas ácidas (pH = 4,2), que ao passarem pelas copas das árvores (dossel florestal), tornam-se quase neutras (pH = 6,2). Há também metais liberados por indústrias e veículos (chumbo, zinco, cobre) que são incorporados a chuvas. Ao passar pelo dossel florestal, pela serrapilheira e pelo solo, as águas contaminadas são filtradas. Há ainda a captura de carbono do ar pela vegetação, que atinge cerca de 160 t ha⁻¹ pela madeira e 150 t ha⁻¹ pela matéria orgânica do solo (Coelho Netto, 2005). Dessa forma, a floresta plantada há quase dois séculos é passível de pleitear verbas no mercado de créditos de carbono atual. Não é demais lembrar que temperatura do ar e as chuvas locais são outros fatores influenciados pela presença da Floresta da Tijuca.

As árvores podem reter material particulado nos pêlos das folhas, espinhos, acúleos, na cerosidade das folhas e em outras estruturas. Cortinas vegetais implantadas em áreas urbanas podem reter cerca de 10% da poeira do ar. Outras espécies de plantas são muito eficientes em absorver compostos de enxofre, flúor e até ozônio. São espécies comumente utilizadas em projetos de remediação de áreas contaminadas. Conforme a arquitetura e a fisiologia da espécie, plantas podem ser selecionadas para diversos fins:

- Sibipiruna, paineira, oiti, tipuana: retenção e poeira e partículas em suspensão no ar.
- Oiti, ligustro: manutenção do conforto térmico.
- Figueira, cecrópia, fícus, sombreiro: estabilização de encostas.
- Fícus, oiti, alegrim: barreira acústica.
- Algaroba, jacarandá, sombreiro: manutenção da umidade do ar.
- Figueira, faveiro, pau-preto: aumento da infiltração de água no solo.

Você seria capaz de selecionar árvores nativas de sua região que desempenham as funções acima citadas?

Capítulo 11

As plantas

Agora que estamos mais informados sobre a importância da revegetação como instrumento de recuperação, reabilitação, requalificação, fitoremediação e restauração de ambientes degradados, vamos entender as demandas e o funcionamento de uma planta, a grande protagonista da revegetação.

Vamos começar com uma pergunta que por séculos rondou a cabeça dos homens: **de onde vêm as plantas?**

Várias teorias foram elaboradas através dos tempos até que Justus von Liebig descobriu, em 1840 que **água, ar, luz, calor, fixação e nutrientes** são os fatores responsáveis pelo desenvolvimento de um vegetal.

Justus von Liebig e o Fator Limitante

Justus von Liebig (1803-1873), considerado o pai da agricultura moderna, descobriu que o carbono das plantas vem do CO_2 atmosférico e que o oxigênio e o hidrogênio vêm da água absorvida por elas. Desvendou também a importância dos elementos químicos (nutrientes) para o metabolismo vegetal e postulou a **Lei do Mínimo**

Essa lei diz que o crescimento de uma planta é limitado pelo nutriente ou pelo fator menos disponível, quando todos os outros são suficientes.

A Lei do Mínimo originou posteriormente o conceito de **Fator Limitante**, baseado no mesmo princípio da limitação imposta por fatores necessários ao crescimento das plantas.

11.1 Solo

A planta depende do solo para obter três dos seis fatores necessários ao desenvolvimento vegetal: água, nutrientes e fixação. Uma significativa parte das ciências que se ocupam dos vegetais refere-se ao estudo

da relação solo-planta.

Entre 95% e 99,5% da massa de matéria seca das plantas é composta por **carbono, oxigênio e hidrogênio**. Como já sabemos, as plantas absorvem carbono do ar e hidrogênio e oxigênio da água. Uma planta precisa absorver cerca de 500 mL de água para sintetizar 1 g de matéria seca. Plantas cultivadas em áreas urbanas precisam de espaço não pavimentado para que a água possa infiltrar o solo e atingir as raízes. Os demais nutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês, molibdênio, zinco e outros), que somam entre 0,5% e 5% da matéria seca de um vegetal, devem existir nos solos, em concentrações adequadas para que possam ser absorvidos pelas raízes das plantas. Muitas vezes é necessário aplicar fertilizantes aos solos para que a concentração adequada de nutrientes seja alcançada.

A adaptação natural de algumas espécies vegetais a solos pouco férteis e outras a solos de grande fertilidade é resultado de um longo processo de evolução ecológica. Por isso, há plantas que, quando introduzidas em vasos, jardins e áreas urbanas precisam ser adubadas e regadas. Outras espécies, geralmente nativas do local ou que estejam adaptadas a solos de baixa fertilidade, não necessitam de fertilizantes. Fazer uma semente germinar e se transformar em uma muda faz parte da domesticação das plantas, processo que foi necessário para a disseminação de espécies vegetais pelo mundo.

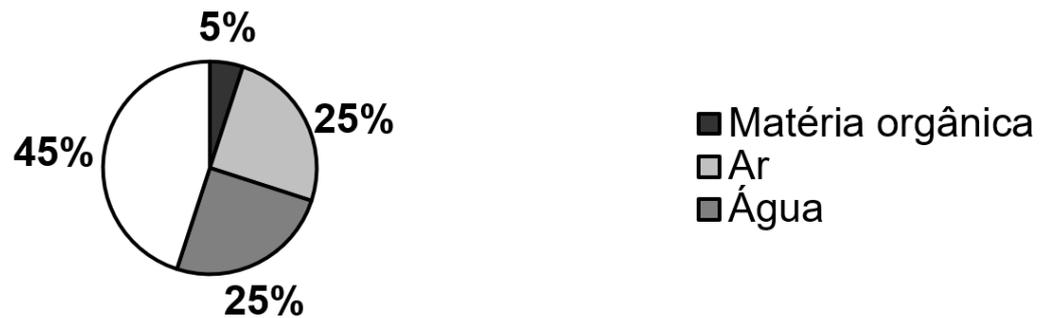
A edafologia (ciência que estuda o solo como meio de produção vegetal) vê o solo como um grande reservatório de **nutrientes, água, ar e matéria orgânica**. Para essa ciência, um solo ideal tem 45% de seu volume ocupado por fração mineral (areia, silte e argila), 5% por matéria orgânica e a outra metade do solo é dividida em proporções similares de água e ar, necessários para plantas e outros organismos (**Figura 10**). Sob condições naturais, a matéria orgânica e os minerais suprem as necessidades nutricionais das plantas. Quando espécies vegetais são levadas a ambientes exógenos, surge a necessidade de adubação e irrigação.

O solo é uma grande esponja que armazena água e ar para o uso dos vegetais e de outros organismos. Em áreas sob cobertura vegetal nativa, é grande a capacidade do solo de absorver as águas pluviais e o ciclo hidrológico é equilibrado. Em algumas áreas agrícolas e urbanas, a compactação do solo reduz sua capacidade de infiltrar e armazenar água e enxurradas podem acontecer.

A visão utilitarista da edafologia sobre quais substâncias que o solo pode oferecer às plantas permanece. Mas sob uma óptica mais moderna, a edafologia considera atualmente o solo um sistema dinâmico, pois há constantes transformações químicas, físicas e biológicas ocorrendo nele. A ureia (fertilizante) ao ser aplicada a solos, por exemplo, não per-

manece estática. Ela pode rapidamente volatilizar ou ser transformada em nitrato, que é geralmente transportado (lixiviado) para camadas mais profundas do solo por meio da infiltração de água (chuva ou irrigação). O conteúdo da água aplicada ao solo também muda constantemente. Drenagem e evapotranspiração alteram constantemente o conteúdo de água no solo.

Figura 10: Proporção volumétrica dos diferentes componentes de um solo ideal.
Fonte: Acervo do Autor.



Como saber qual a capacidade de um solo suprir nutrientes?

A capacidade que solos têm de suprir nutrientes é verificada por meio de análises químicas. A demanda por nutrientes da espécie escolhida pode ser verificada na literatura. Entretanto, a necessidade de nutrientes de uma planta varia também de acordo com a estação do ano e sua fase de crescimento. Ela é mais intensa na época de chuva e nos estágios iniciais de desenvolvimento. É interessante notar que, após a planta atingir a idade adulta, é muito improvável que ela se desenvolva mais em resposta ao uso de fertilizantes. A fertilização deve ser entendida como um mecanismo de aceleração do crescimento de vegetais em seus estágios iniciais de desenvolvimento. Após essa fase inicial, as plantas crescerão de acordo com as limitações genéticas e outras impostas pelas condições locais (temperatura, luminosidade, disponibilidade de água do solo e outras). É um processo parecido com o crescimento humano: crianças se desenvolvem mais quando nutridas adequadamente e adultos não respondem mais a esse estímulo.

Plantas de sombra, Sol, plantas que suportam seca, que demandam irrigação e adubação são conhecimentos práticos, muitas vezes importados do conhecimento acadêmico. Conhecer as demandas da espécie a ser cultivada é fundamental em projetos de revegetação.

11.2 Espécies

A escolha das espécies a serem usadas na revegetação é uma decisão importante. Ainda hoje a maioria das espécies vegetais cultivadas pelo homem é exótica ao ambiente em que será cultivada.

Há cerca de doze mil anos, nossos ancestrais iniciaram um processo de seleção das plantas que lhes eram úteis. Essas espécies foram disseminadas de seus centros de origem para outras partes do planeta por viajantes e conquistadores. Como exemplo, apenas cinco espécies (soja, arroz, trigo, milho e batata) respondem sozinhas por 80% da quantidade de alimentos consumidos no Mundo! O eucalipto, que perfaz 60% da produção de madeira no Brasil, é exótico ao país. Em relação às espécies ornamentais, que são usadas no paisagismo, a situação é semelhante: apesar de o Brasil conservar 25% da biodiversidade do planeta, a esmagadora maioria das plantas ornamentais que utilizamos ainda são aquelas trazidas pelos nossos colonizadores e seus descendentes. Precisamos ousar e inovar, e não simplesmente assimilar o conhecimento acumulado nesses últimos doze mil anos!

A diversidade do Reino Vegetal é enorme. Plantas conseguem habitar ambientes com temperaturas entre -20 °C e 50 °C e altitudes que variam entre -80 m (fundo do mar) e 7.000 m! Há espécies vegetais para todo ambiente. Nesse contexto, é possível utilizar apenas plantas nativas de seus respectivos centros de origem na reabilitação e requalificação urbanas? Haveria vantagens nisso?

Sim, é possível revegetar paisagens com o uso exclusivo de espécies nativas. Lembre-se que o conceito de beleza sofre grande influência cultural. Reconhecer o belo nativo requer a valorização da flora local. Espécies nativas, adaptadas ao nível nutricional dos solos e às condições climáticas locais, desoneram a implantação, os tratamentos culturais e a manutenção de projetos de revegetação.

11.3 O plantio

Como devemos plantar uma árvore?

Após estarmos cientes do que o solo e o clima locais podem oferecer, (nutrientes, profundidade de fixação das raízes, calor e água), devemos escolher as espécies nativas ou as exóticas adaptadas.

A partir daí, devemos então cavar uma cova: local de suporte físico de árvores e arbustos e de onde as raízes absorverão água, ar e nutrien-

tes. A forma e o desenvolvimento da raiz de uma planta são fortemente controlados pela genética, apesar de as condições edáficas (relativas ao solo), principalmente a compactação, influenciarem essas características. As raízes exploram **volume de substrato e concentração de nutrientes**. Covas de maior volume e com maiores concentrações de nutrientes proporcionam um ambiente edáfico mais apropriado para o desenvolvimento de espécies arbóreas e arbustivas. Haverá nessas covas um maior desenvolvimento radicular e, conseqüentemente, maior crescimento da parte aérea da planta.

Covas pequenas restringem fisicamente o desenvolvimento das raízes. Solos com baixas concentrações de nutrientes limitam quimicamente o desenvolvimento da planta. A quantidade de matéria orgânica e fertilizante aplicada a uma cova deve, portanto, aumentar na mesma proporção do aumento de volume dela. Para manter o equilíbrio entre matéria orgânica e fertilizantes, recomenda-se utilizar estercos e assemelhados na razão 30% do volume de uma cova ou vaso.

Mudas arbóreas com menos de 30 cm de altura não devem ser plantadas, pois ainda estão imaturas. Para a arborização urbana, não se deve plantar mudas com menos de 2 m de altura, pois o “fator homem” é uma causa significativa de depredação de plantas. A cova deve ser bem maior que o recipiente que contém a muda e compatível com o volume radicular da planta. Uma cova de dimensão adequada, com solo propriamente adubado, é a garantia de uma planta bem fixada, bem desenvolvida e sadia. Costuma-se dizer que plantar mudas de boa qualidade em covas pequenas e mal adubadas é desperdício de recursos.

Mudas de qualidade exigem covas de qualidade!

Lembre-se de que o custo total de cada árvore ou arbusto é composto por:

- mão de obra;
- muda;
- insumos;
- manutenção.

A revegetação não se limita ao plantio de árvores e arbustos. Há ainda o estrato herbáceo (gramado), que serve para realçar a estrato lenhoso superior (árvores e arbustos), emoldurar fachadas e obras arquitetônicas, manter o ambiente saneado, absorver chuvas, aumentar o conforto térmico, estabilizar solos e taludes, evitar erosão e prover sementes e

insetos para a fauna de maior porte, sobretudo a avifauna. Uma das poucas desvantagens dos gramados é a necessidade de irrigação na época seca. Gramíneas demandam muito Sol e muita água.

Você sabia?

Educadores ambientais rejeitam o termo cova, que simboliza a morte. Eles preferem designar o local de desenvolvimento dos vegetais como berço, ícone do início da vida e dos cuidados necessários ao pleno desenvolvimento de um indivíduo.

E você, o que acha?

11.4 Irrigação

Quando se fala em manutenção, é imprescindível tocar na delicada questão da água...

Você sabe da importância dela e em que regiões ela é abundante? Na maioria das aglomerações urbanas, água tratada é limitada ou escassa.

Advém daí a questão ideológica de não se permitir irrigar jardins com água tratada, clorada e, no caso de Brasília, fluorada! Certamente, representa uma irracionalidade usar água potável para irrigação. O reúso da água de residências e prédios na irrigação de jardins felizmente tem crescido no país. A água servida de chuveiros e pias de banheiro mantém a qualidade necessária para se irrigar o jardim, lavar a calçada e dar descarga no vaso sanitário de uma residência.

O Centro de Reabilitação Sarah Kubitschek, em Brasília, por exemplo, recicla a água da unidade após tratá-la em uma pequena estação. Essa água é utilizada na irrigação das áreas verdes e na descarga de vasos sanitários. Há outros exemplos no país, incluindo universidades e rede de hotéis.

Água é um bem precioso, paradoxalmente abundante e escasso. Menos de 0,2% de toda água do planeta é doce e se encontra em mananciais superficiais! O restante da água está nos mares, geleiras, na atmosfera e armazenada em profundidade. Entre 80% e 90% da massa dos vegetais é água. Entre 70% e 80% de nossa massa também é água. Não há forma de vida terráquea conhecida que independa da água. Nos últimos sessenta anos, nenhum recurso natural foi tão poluído e mal utilizado pelo homem. Escassez de água e doenças de veiculação hídrica são consequências do descaso humano com os recursos hídricos. Nesse contexto, a irrigação de jardins e assemelhados pode

ser feita com água previamente utilizada, reduzindo a pressão sobre a demanda por água de melhor qualidade. Além disso, a revegetação é capaz de recuperar mananciais, aumentar quantidade de água produzida e melhorar a qualidade dela, como vimos anteriormente.

Palavras finais

O ser humano ao migrar para cidades tem-se distanciado da natureza e esquecido que depende dela, de outras espécies de animais, vegetais e microrganismos e dos ciclos naturais para viver.

O surgimento das cidades e das paisagens urbanas agravou a ideia de que homem e natureza podem viver apartados.

Preste atenção em suas necessidades e atividades cotidianas!

Alimentos, água, medicamentos, tecidos, tijolos, cimento, metais, borracha, combustível, tudo isso tem sido extraído do meio ambiente natural há milênios.

A espécie humana existe há aproximadamente trezentos mil anos e há apenas alguns séculos deixamos o campo para nos aglomerarmos nas cidades.

Nossa ligação com as plantas é mais forte e antiga do que conscientemente podemos supor. Revegetar o meio urbano é uma forma de trazer um pouco de nossa história para nossa vida presente.

Vimos que a qualidade de vida no meio urbano é fortemente determinada pela proporção de áreas verdes e árvores existentes nele.

Além do discutível fator “memória genética” que nos liga ao “verde”, a tecnologia humana ainda não criou um substituto à altura de uma planta, que combina beleza plástica e funções ecológicas em um único indivíduo.

Portanto, devemos aprender a maximizar os benefícios desses seres que a natureza criou.

O Reino Vegetal tem sido mais gentil conosco do que nós somos com ele.

Vamos então cultuar plantas, como obras de arte e de qualidade de vida!

Referências

Almeida, R. (2004). **Perícia em local de extração mineral**. In: Corrêa, R.S. & Baptista, G.M.M.(orgs.). *Mineração e áreas degradadas no Cerrado*. Brasília, Ed. Universa, p. 105 -122.

Andreoli, C. V.; Dalarmi, O.; Lara, A.I. & Andreoli, F. N. (2000). **Limites ao desenvolvimento da região metropolitana de Curitiba, impostos pela escassez e água**. In: 9º SILUBESA - Simpósio Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais... Porto Seguro, abril, p.185 - 195.

Aragão, S. (2008). **A casa, o jardim e a rua no Brasil do século XIX**. *Em tempo de histórias*, n. 12, 12 p.

Araujo, G. H. S.; Almeida, J. R. & Guerra, A. J. T. (2005). **Gestão ambiental de áreas degradadas**. Ed. Bertrand Brasil Ltda, São Cristovão/RJ, 320p.

Baptista, G. M. M. (2003). **Ilhas urbanas de calor**. *Scientific American Brasil*, São Paulo, n. 8, p. 54 - 59.

Baptista, G. M. M. (2004). **Mapeamento do seqüestro de carbono e de domos urbanos de CO₂ em ambientes tropicais, por meio de sensoriamento remoto hiperespectral**. *Geografia*, v. 29, n. 2, p.189 - 202.

Barbosa, R. P.; Portela, M. G. T.; Machado, R. R. B; Sá, A. S. (2015). **Arborização da Avenida Deputado Ulisses Guimarães**, Bairro Promorar, Zona Sul de Teresina - PI. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana - REVSBAU*, v.10, n. 2, p. 78 - 89.

Bobrowski, R.; Biondi, D. (2016). **Comportamento de índices de diversidade na composição da arborização de ruas**. *Floresta e Ambiente - Floram*, v. 23, n. 4, p. 475 - 486.

Cecchetto, C. T.; Christmann, S. S.; Oliveira, T. D. (2014). **Arborização urbana: importância e benefícios no planejamento ambiental das cidades**. XVI Seminário Internacional de Educação no Mercosul. Universidade de Cruz Alta - UniCruz. Cruz Alta /RS, 25 a 27 de agosto de 2014. Centro de Conservação da Natureza (1966). *Floresta da Tijuca*. Rio de Janeiro, Departamento de Recursos Naturais. 152 p.

Centro de Conservação da Natureza (1966). **Floresta da Tijuca**. Rio de Janeiro, Departamento de Recursos Naturais. 152 p.

Coelho Netto, A. L. (2005) **A Interface florestal-urbana e os desastres naturais relacionados à água no Maciço da Tijuca:** desafios ao planejamento urbano numa perspectiva sócio-ambiental. Revista do Departamento de Geografia (USP), São Paulo, v. 16, n. 3, p. 46 - 60.

Coltri, P. P.; Velasco, G. Del N.; Polizel, J.; Demetrio, V. A. & Ferreira, N. J. (2007). **Ilhas de Calor da estação de inverno da área urbana do município de Piracicaba**, SP. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Anais...Florianópolis, 21-26/4/2007, INPE, p. 5151 - 5157.

Corrêa, R.S. (2009). **Recuperação de áreas degradadas pela mineração no Cerrado** - Manual para revegetação. 2ª ed., Ed. Universa, Brasília, 174 p.

Corrêa, R. S. (2015). **Reabilitação ambiental: a vegetação além do paisagismo**. Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo, v.14, p.43 - 50.

Corrêa, R. S.; Cardoso, E. S.; Baptista, G. M. M. & Mélo Filho, B. (2006) **Zoneamento do território para a identificação de corredores ecológicos no Distrito Federal**. Geografia, v.31, n.1, p.131 - 149. Rio Claro, SP.

Cotta, M. K.; Jacovine, L. A. G.; Valverde, S.R.; Paiva, H. N.; Virgens Filho, A. C. & Silva, M. L. (2006). **Análise econômica do consórcio seringueira-cacau para geração de certificados de emissões reduzidas**. Revista Árvore, v. 30, n. 6, p. 969 - 979.

De Angelis, B. L. D.; De Angelis Neto, G.; Barros, G. D. A.; Barros, R. D. A. (2005). **Praças: história, usos e funções**. Ed. Universidade Estadual de Maringá. Maringá/PR, 47 p.

Dias, G. F. (2002). **Pegada ecológica e sustentabilidade humana:** as dimensões humanas das alterações ambientais. Editora Gaia. São Paulo, 264 p.

Duarte, T. E. P. N.; Angeoletto, F.; Santos, J. W. M.C.; da Silva, F. F.; Bohrer, J. F. C.; Massad, L. (2018). **Reflexões sobre arborização urbana:** desafios a serem superados para o incremento da arborização urbana no Brasil. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, v. 11, n. 1, p. 327 - 341.

Eliovson, S. (1991). **Os jardins de Burle Marx**. Ed. Salamandra. Rio de Janeiro. 240p.

Emer, A.; Bortolini, C. E.; Arruda, J. H.; Rocha, K. F.; Mello, N. A. (2011). **Valorização da flora local e sua utilização na arborização das cidades**. Synergismus Scientifica, v. 1, n. 6, p. 1 - 4.

Esteves, M. C.; Corrêa, R. S. (2018) **Natividade da flora usada na arborização de cidades brasileiras**. Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo, v.22, p.159 - 171.

FABRANDT/MMA/IEMA. (1996). **Mapeamento de Biótopos no Distrito Federal** – Projeto Piloto de Brasília. Fundação Alexander Brandt. Belo Horizonte, 129 p.

Freitas, A. Q. P. (2009). **Análise de vegetações adequadas para estacionamento considerando absorção de água, conforto térmico e estético**. Iniciação Científica. (Graduanda em Arquitetura) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Fonseca, O. F. (2001). **Olhares sobre o Lago Paranoá**. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Distrito Federal. Brasília, 425 p.
Gehl, J. (2014). **Cidades para pessoas**. Ed. Perspectiva. São Paulo, 187 p.

Gehl, J. (2014). **Cidades para pessoas**. Ed. Perspectiva. São Paulo, 187 p.

Grahn, P.; Pálsdóttir, A.; Ottosson, J.; Jonsdóttir, I. Longer (2017). **Nature-based rehabilitation may contribute to a faster return to work in patients with reactions to severe stress and/or depression**. International Journal of Environmental Research and Public Health, v.14, n. 11, p. 1310. Doi: 10.3390/ijerph14111310. PMID: 29076997; PMCID: PMC5707949.

Guimarães, M. M.; Pena, J. C. C.; Corrêa, R. S. (2020). **Aves do Eixo Rodoviário do Plano Piloto de Brasília**. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v. 11, n. 2, p. 333-349.

IBAMA (1990). **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração**: técnicas de vegetação. Ibama. Brasília, 96 p.

Ikin, K. (2012). **What value an old tree in the city?** Decision Point, Nr 63, p.14.

Kellert, S. R.; Wilson, E. O (1993). **The biophilia hypothesis**. Island Press. Washington, D.C.

Lima, D. C. (2003). **Corredores ecológicos rodoviários no Distrito Federal**. Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal. Brasília. 70 p.

Lima, S. C. & Machado, E. (2003). **A história dos jardins**. In: Manual de jardinagem e produção de mudas do Departamento de Parques e Jardins - DPJ. Companhia Urbanizadora da Nova Capital – NOVACAP. Brasília, p.7 - 22.

Lores, J. R. (2017). **São Paulo nas alturas**: a revolução modernista da arquitetura e do mercado imobiliário nos anos 1950 e 1960. Editora Três Estrelas. São Paulo, 335 p.

Lorusso, D. C. S. **Gestão de áreas verdes urbanas** (1992). In: 1º Encontro Brasileiro sobre Arborização Urbana. (1992: Vitória). Anais ... Vitória, Prefeitura Municipal de Vitória, p.181 -185.

Marini-Filho, O. J.; Martins, R. P. (2000). **Teoria de metapopulações** - novos princípios da biologia da conservação. Ciência Hoje, v. 27, n. 160, p. 22 - 29.

Milano, M. S. (1992). **A cidade, os espaços abertos e a vegetação**. In: 1º Encontro Brasileiro sobre Arborização Urbana. (1992: Vitória). Anais ... Vitória, Prefeitura Municipal de Vitória, p. 3 - 14.

Miranda, E. E. (2008). **Terras do Brasil**: o alcance da legislação ambiental e territorial. Revista ECO-21. Rio de Janeiro, 1, 9 p.

Moreira, T. C. L; Silva Filho, D. F. & Polizel, J. L. (2007). **Extração de cobertura arbórea intra-urbana de imagens de alta resolução**. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Anais...Florianópolis, 21-26/4/2007, INPE, p. 5403 - 5409.

ONU (2018) - Organização das Nações Unidas. **Press Release on population**. Revision of the world urbanization prospects is published by the Population Division of the United Nations Department of Economic and Social Affairs (UN DESA). <https://esa.un.org/unpd/wup/>.

Paiva, H. N. & Gonçalves, W. (2005). **Arborização em rodovias**. Editora UFV, 3ª ed. Viçosa, 30 p.

PNAD (2015) - **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Disponível em <<https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html>>. Acesso em 22/7/2019.

Pálsdóttir, A.; Stigsdotter, U.; Persson, D.; Thorpert, P.; Grahn, P. (2017) **The qualities of natural environments that support the rehabilitation process of individuals with stress-related mental disorder in nature-based rehabilitation**. Urban Forestry & Urban Greening, 2017, v. 29. Doi: 10.1016/j.ufug.2017.11.016

Primack, R. B.; Rodrigues, E. (2002). **Biologia da conservação**. Primack; Rodrigues. Londrina, 328 p.

Rentes, A.; Vianna, I. S.; Steschenko, W. S. (1986). **Essências nativas amazônicas do paisagismo ornamental** - estudo de viabilidade. Sim-

pósis do Trópico Úmido, 1, 1986. Belém - PA: CPATU/EMBRAPA, p. 109 - 107.

Ribeiro, S. A. J. (2016). **A reabilitação como estratégia de requalificação urbana [re]pensar Belém**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Arquitetura, Universidade de Lisboa, Portugal. 88 p.

Rodrigues, L. S.; Gonçalves, R. A.; Teza, C. T. V. (2016). **A relação entre NDVI e a renda domiciliar média** – estudo de caso nas regiões administrativas do Distrito Federal. In: XIV Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Ambiental. Anais. Editora Edgard Blücher. São Paulo, p. 1.016.

Scaringella, R. S. (2001). **A crise da mobilidade urbana em São Paulo**. São Paulo em Perspectiva, v. 15 n.1, p. 55 - 59.

Scherer, S. R. & Hochheim, N (1998). **O cadastro de áreas verdes públicas de Blumenau**. In: COBRAC 98 · Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário · UFSC Florianópolis · 18 a 22 de outubro 1998. Disponível em <<http://geodesia.ufsc.br/Geodesia-online/arquivo/cobrac98/025/025.htm>>. Acesso em 11/4/2007.

Segawa, H. (1996). **Ao amor do público**: jardins no Brasil. Livros Studio Nobel Ltda. São Paulo, 255 p.

Silva, M. L.; Rodighiero, D. A.; Hasse, I.; Cadorin, D. A. (2008). **Arborização dos bairros Pinheiros**, Brasília e Bancários em Pato Branco/PR. Scientia Agraria, Curitiba, v. 9, n. 3, p. 275 - 282.

Terra, C.; Andrade, R.; Trindade, J; Benassi, A. (2004). **Arborização**: ensaios historiográficos. Ed. Maia Barbosa. Rio de Janeiro, 215 p.

Vignola Júnior, R. (2015). **ArbVias**: método de avaliação da arborização no sistema viário urbano. Paisagem e Ambiente, São Paulo, v.1, n. 35 p. 89 - 117.

Ziller, S. R. (2001). **Plantas exóticas invasoras**: a ameaça da contaminação biológica. Ciência Hoje, v. 30, n. 178, p. 77 - 79.

ISBN: 978-65-992384-8-2

OR



9 786599 238482