



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



***Vademecum* para o planeamento verde urbano sustentável**





Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Este documento foi desenvolvido no âmbito do projeto Erasmus Plus "Viridis Loci" (2021 - 1 - IT01-KA220 - VET - 000025302).

O apoio da Comissão Europeia à elaboração deste documento não constitui uma aprovação do seu conteúdo, que apenas reflete as opiniões dos autores e a Comissão Europeia não pode ser responsabilizada por qualquer uso que venha a ser feito das informações nele contidas.

Tipo de resultado: Metodologias/orientações – Enquadramento metodológico de implementação





Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Índice

1. Descrição do projeto.....	4
2. Objetivos do documento	5
3. Serviços de Ecossistemas.....	7
4. Análise e quantificação dos Sistemas de Ecossistema	9
a. Estrutura e composição da floresta urbana.....	12
b. Sequestro e armazenamento de carbono	12
c. Produção de oxigénio	12
d. Remoção da poluição atmosférica.....	13
e. Simulação dos serviços de ecossistemas futuros	13
5. Resultados.....	15
6. Conclusões e próximos passos	16
7. Bibliografia.....	17



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



1. Descrição do projeto

O projeto Viridis Loci (VL) visa transmitir competências sobre a correta gestão de espaços verdes urbanos a técnicos em três regiões insulares europeias: Sardenha, Ilhas Baleares e a Região Autónoma da Madeira. A Chéquia contribuirá para o desenvolvimento do projeto como um território europeu reconhecido por implementar boas práticas na gestão de espaços verdes urbanos, promovendo os serviços de ecossistemas.

O consórcio do projeto é composto por parceiros de quatro países europeus: Itália, Espanha, Portugal e a Chéquia. Os parceiros italianos são: ANCI Sardegna (líder do projeto), Fito-consult e ATM Consulting; o parceiro espanhol é a FELIB (Federació d'Entitats Locals de les Illes Balears); o parceiro português é a AREAM (Agência Regional da Energia e Ambiente da Região Autónoma da Madeira), e o parceiro checo é a ABA International (uma associação «sem fins lucrativos» de formação e organismo de certificação).

O consórcio apresentou este projeto devido a três razões principais:

1. Promover a sustentabilidade ambiental e combater os efeitos das alterações climáticas. Sublinha o papel da correta gestão de espaços verdes urbanos como prestadores de serviços de ecossistemas (benefícios que a população obtém da natureza, por exemplo, regulação da temperatura, sequestro de CO₂, melhoria da qualidade do ar, promoção dos valores culturais, melhoria saúde pública e conservação da biodiversidade).
2. Aumentar a inclusão. O projeto será desenvolvido em três contextos insulares no sul da Europa, que devido à sua geografia, tendem a estar isolados e em permanente desvantagem económica, quando comparados com outras regiões da plataforma continental.
3. Colmatar as lacunas de conhecimento através da utilização de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) para transmitir uma metodologia de trabalho de elevado grau tecnológico e inovador.



2. Objetivos do documento

O “*Vademecum* para o planeamento verde urbano sustentável” é um resultado do projeto Viridis Loci que tem os seguintes objetivos:

- Apresentar novos conceitos e competências aos *stakeholders* que exercem funções no planeamento urbano e territorial;
- Propor soluções digitais para quantificar os benefícios ambientais (nomeadamente, os serviços de ecossistemas) fornecidos pelo património verde urbano;
- Sensibilizar os *stakeholders* para os benefícios do património verde urbano e das soluções baseadas na natureza.

Estes objetivos vão contribuir para o correto planeamento e manutenção dos centros urbanos e, por conseguinte, melhorar a conservação do património verde urbano.

O *Vademecum* pretende dar resposta à crescente necessidade dos *stakeholders* desenvolverem e implementarem metodologias inovadoras para avaliar o património verde urbano. Este documento serve de orientação para explorar novos conceitos e soluções digitais inovadoras que podem ser aplicadas ao nível do planeamento e manutenção do património verde urbano.

A necessidade de desenvolver um *Vademecum*, que apresente uma abordagem inovadora para avaliar, gerir e manter os espaços verdes urbanos, resulta da crescente importância que o património verde urbano assume, nomeadamente na melhoria da qualidade de vida nos centros urbanos

Nos últimos anos inúmeros projetos, desenvolvidos a nível local, consideraram a importância ambiental e sociocultural dos espaços verdes urbanos, frequentemente, denominada “regeneração urbana”. Atualmente não existem procedimentos padronizados para avaliar o património verde urbano e os serviços de ecossistemas que estes oferecem. A maioria das metodologias disponíveis centram-se em componentes específicos (por exemplo: solo e árvores) e não consideram a complexidade dos ecossistemas. Por outro lado, os métodos de avaliação disponíveis produzem resultados qualitativos e subjetivos, com o valor económico dependente de um conjunto limitado de indicadores, frequentemente utilizados em outras áreas científicas e adaptados aos ecossistemas urbanos.

Neste sentido, é necessário desenvolver uma abordagem que seja sistémica e quantitativa, com foco no património verde urbano (inclui todas as árvores, arbustos, relvados e outra vegetação urbana). Se geridos corretamente, os espaços verdes urbanos podem desempenhar um papel importante na melhoria da qualidade de vida dos cidadãos, contribuindo para atingir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – Agenda 2030. As zonas urbanas podem fornecer vários serviços de ecossistemas como a purificação do ar, a regulação da temperatura e o controlo de inundações,



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



bem como oportunidades para a prática de atividades recreativas. O património verde urbano pode ajudar a tornar as cidades mais seguras, saudáveis, ricas e atrativas, com benefícios sociais, ambientais e económicas. Apesar da sua importância, o património verde urbano raramente é considerado uma prioridade política.

Apesar de anos de investigação e devido às diferenças entre as zonas urbanas e rurais, a vegetação urbana vive em condições inóspitas, reduzindo o seu tempo de vida – uma árvore urbana vive em média entre 19 e 28 anos – e afetando os serviços de ecossistemas que fornece. O património verde urbano deve ser estudado de forma integrada, interdisciplinar, participativa e estratégica para melhorar o seu planeamento e gestão nas zonas urbanas e suburbanas. Por conseguinte, sendo uma questão interdisciplinar, o planeamento e a gestão da vegetação urbana são altamente complexos, sendo necessário abordar vários tópicos, como a ecologia da paisagem, o planeamento urbano e as ciências ambientais, e satisfazer os interesses das diferentes partes interessadas, particularmente cidadãos e autoridades públicas.

Atualmente, é necessário um forte apoio à investigação para promover o desenvolvimento sustentável da vegetação urbana, que deve incidir em quatro componentes principais:

1. Conservação, implementação e adaptação de espaços naturais nas cidades para melhorar a sua adequação às zonas urbanas, aumentando os serviços de ecossistemas fornecidos.
2. Configuração espacial dos espaços verdes urbanos: sistemas bem concebidos e planeados podem melhorar a conservação da biodiversidade.
3. Desenvolvimento de planos locais e adaptados para a gestão do património verde urbano – um aspeto que ainda precisa de ser melhorado – podem satisfazer as necessidades específicas de cada região.
4. Processos de tomada de decisão mais participativos e transparentes, com recursos a dados fornecidos por fontes acreditadas

3. Serviços de Ecossistemas

O termo “Serviços de Ecossistemas” foi introduzido no início dos anos 80 e aprofundado na década seguinte, principalmente, através dos trabalhos desenvolvidos por Daily e Costanza. Costanza desenvolveu uma das primeiras estimativas para calcular o valor global dos serviços de ecossistemas (SE) fornecidos anualmente pela Terra à humanidade, cujo montante varia entre 16 e 54 bilhões de dólares. Estes estudos levaram à realização de outros trabalhos que foram integrados à escala internacional no âmbito do *Millenium Ecosystem Assessment* (MEA).

Os serviços de ecossistemas são definidos como os benefícios que a humanidade obtém, ou pode obter, dos ecossistemas. Costanza propôs 17 tipos de serviços de ecossistemas, o *Millenium Ecosystem Assessment* reduziu-os para 4 categorias principais, sublinhando as relações entre os serviços de ecossistemas e o bem-estar humano em termos de segurança, fornecimento de matérias-primas, saúde e relações sociais. O *Millenium Ecosystem Assessment* analisa o serviço de ecossistemas aplicando o conceito de “valor de uso direto” (para indicar os benefícios derivados do uso direto, que pode ser obtido através de inquéritos), ou “valor de uso indireto” (para indicar os benefícios derivados de processos, portanto não diretamente disponíveis, como os processos que levam à formação do solo, à purificação da água, à polinização, etc.).

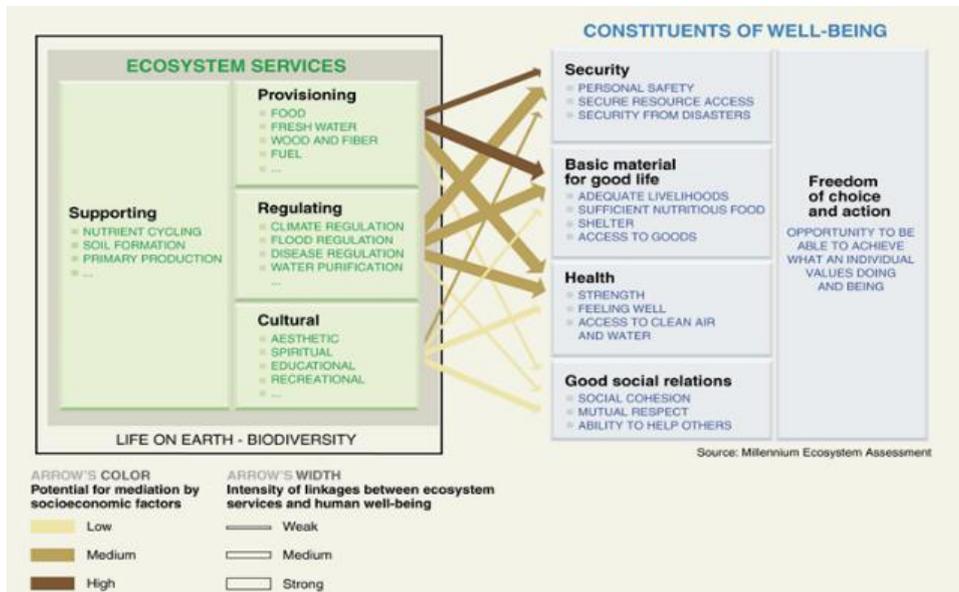


Figura 1: Serviços de ecossistemas, a sua classificação e as relações com o bem-estar humano. Fonte: Millenium Ecosystem Assessment, 2005.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



O *Millenium Ecosystem Assessment* representa um marco fundamental. Define as 4 categorias de serviços de ecossistemas e caracteriza o estado de degradação da natureza. Mais de 60% dos serviços de ecossistemas foram classificados como “Em Risco”.

As 4 categorias incluem serviços de abastecimento (por exemplo: alimentos, água potável, madeira, fibras e plantas medicinais); serviços de regulação (por exemplo: processos ambientais que têm efeitos no património natural, bem como atividades antropogénicas) e serviços culturais (por exemplo: enriquecimento espiritual, desenvolvimento cognitivo, atividades recreativas, valores e experiências estéticas). A estas três categorias foram acrescentados os “serviços de apoio”, para indicar processos fundamentais (por exemplo: a produção de oxigénio, a formação e proteção do solo, o ciclo da água, a formação e manutenção de habitats) necessários para manter as três primeiras categorias.

Nos últimos anos, o conceito de serviços de ecossistemas ganhou importância devido aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – Agenda 2030, que sublinham a importância dos serviços de ecossistemas para a qualidade de vida dos cidadãos. Por exemplo, o objetivo 11 da Agenda 2030 destaca a necessidade de tornar as cidades e comunidades inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis, estabelecendo metas que devem ser alcançadas até 2030:

11.6 Reduzir o impacto ambiental negativo per capita nas cidades, incluindo prestar especial atenção à qualidade do ar, à gestão de resíduos municipais e de outros resíduos.

11.7 Proporcionar o acesso universal a espaços públicos seguros, inclusivos, acessíveis e verdes, particularmente para as mulheres e crianças, pessoas idosas e pessoas com deficiência.

11.a Apoiar relações económicas, sociais e ambientais positivas entre áreas urbanas, suburbanas e rurais, reforçando o planeamento nacional e regional de desenvolvimento.

11.b Até 2020, aumentar substancialmente o número de cidades e povoaamentos humanos que adotaram e implementaram políticas e planos integrados para a inclusão, a eficiência dos recursos, mitigação e adaptação às alterações climáticas, resiliência a desastres; e desenvolver e implementar, de acordo com o Quadro de Sendai para a Redução do Risco de Catástrofes 2015-2030, a gestão holística do risco de desastres, a todos os níveis.

Neste sentido, é essencial preservar, aumentar e criar espaços verdes nas zonas urbanas e suburbanas, melhorando os serviços de ecossistemas oferecidos, para atingir os objetivos da Agenda 2030, designadamente tornar as cidades e comunidades inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis.



4. Análise e quantificação dos Sistemas de Ecossistema

Inúmeros estudos realizados nas últimas décadas demonstraram a importância do património verde urbano na prestação de serviços de ecossistemas. Estes incluem a recolha de água da chuva e a regulação da temperatura junto do património edificado, bem como a remoção de poluentes atmosféricos. Como referido, até há pouco tempo, não era possível atribuir um valor financeiro a estes serviços de ecossistemas porque o conhecimento sobre os benefícios dos espaços verdes urbanos era escasso.

Atualmente, estão disponíveis várias metodologias para analisar o património verde urbano. Na maioria das vezes, o objetivo é calcular o valor económicos e/ou a avaliação do risco das árvores. Por exemplo, uma metodologia muito divulgada e utilizada baseia-se na avaliação de fatores fixos – cuja definição é deixada à subjetividade do avaliador – multiplicados por um coeficiente de preço, denominado por “preço unitário”, que é um décimo do preço de uma árvore com 10 cm² de área de base, tabelado numa lista de preços de árvores criadas em viveiro. Esta metodologia considera diferentes parâmetros da árvore (por exemplo: valor estético, estado fitossanitário, tamanho e posição) multiplicados pelo valor económico para calcular o valor global da árvore. Contudo, na maioria das vezes, o valor final é muito baixo quando comparado com os tamanhos e dimensões reais da árvore. Por exemplo, uma árvore com uma circunferência de 11 cm não pode ser considerada igual a um exemplar com uma circunferência superior a 200 cm. Consequentemente, as informações provenientes deste tipo de avaliação são frequentemente enganadoras e pouco exatas.

No que respeita à avaliação do risco das árvores, os avaliadores seguem protocolos específicos (por exemplo: o protocolo *International Society of Arboriculture*) para avaliar as condições estáticas das árvores e decidir as intervenções necessárias. Esta avaliação divide-se em quatro fases fundamentais: anamnese, diagnóstico, prognóstico e prescrição. O objetivo não inclui a quantificação dos serviços de ecossistemas, mas sim a gestão do risco. Nos métodos mais comuns, o primeiro passo é avaliar individualmente cada árvore, preenchendo uma ficha VTA (*Visual Tree Assessment*), que descreve as características da árvore e defeitos visíveis, incluindo informações gerais sobre o ambiente em que está inserida. O avaliador pode aprofundar a análise utilizando ferramentas e técnicas mais específicas (por exemplo: tomografia sónica ou testes de tração) para avaliar a estabilidade de uma árvore, com a atribuição final de um grau (A, B, C, C/D, D), que representa a propensão à falha, estabelecendo novas verificações nos anos seguintes, ou a manutenção ou remoção imediata da árvore (grau C/D e D).

Como avaliar e quantificar os serviços de ecossistemas fornecidos pelo património verde urbano?

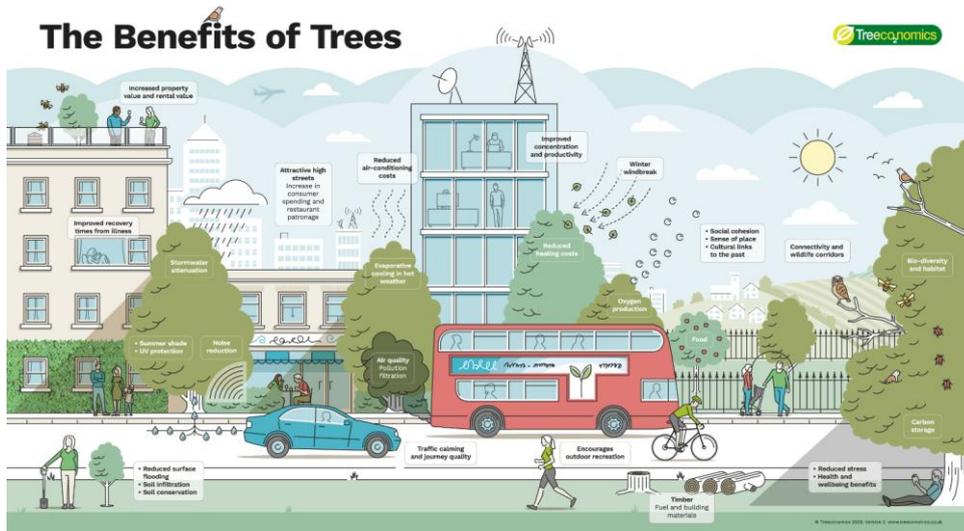


Figura 2: Os vários serviços de ecossistemas fornecidos pelo património verde nas zonas urbanas. Crédito: Treeconomics.

Das diversas ferramentas desenvolvidas nos últimos anos, a mais exata e divulgada é o i-Tree, desenvolvida pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA). Este software é capaz de calcular os diferentes serviços de ecossistemas fornecidos pelo património verde urbano. O i-Tree, lançado em 2006, é gratuito e tem como base o *Urban Forest Effects* (UFORE), utilizado pelo Serviço Florestal do USDA para avaliar os diversos benefícios das árvores em locais específicos. O i-Tree está disponível em vários países europeus, inclui espécies de árvores locais e utiliza dados meteorológicos e de poluição recolhidos por estações europeias de monitorização, cedidos pela Agência Europeia do Ambiente (EEA). Dados recentes, recolhidos desde 2015 por estações de monitorização meteorológica e de poluição, suportam os cálculos dos serviços de ecossistemas no i-Tree. A integração de dados europeus permite que os utilizadores adaptem as análises às suas localidades, selecionando as estações de monitorização correspondentes. Em 2021 a comunidade global i-Tree ultrapassou os 622 mil utilizadores, com mais de 93 mil utilizadores a operar fora dos EUA. O i-Tree é composto por 11 softwares informáticos diferentes, tais como Landscape, County, Design, Hydro, etc.

Formatted: Portuguese (Portugal)



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

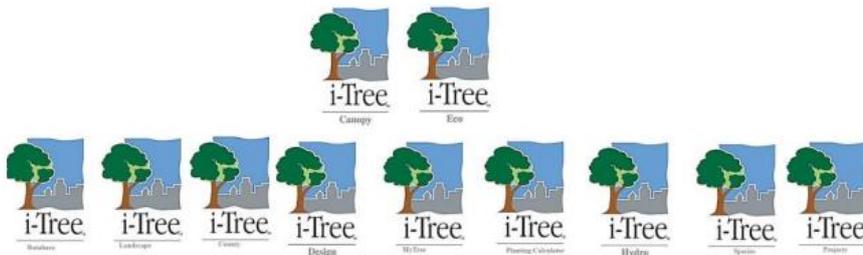


Figura 3: Visão geral do i-Tree, com os diferentes softwares disponíveis. Fonte: i-Tree.

Cada um dos softwares centra-se em serviços de ecossistemas específicos, como o i-Tree Hydro que analisa os efeitos do uso do solo na gestão da água. O i-Tree Canopy e o i-Tree Eco são os mais adequados aos contextos europeus, uma vez que integram dados europeus de meteorologia e poluição atmosférica. O i-Tree Canopy é mais adequado para áreas de maiores dimensões como bairros, distritos e cidades. Por outro lado, o i-Tree Eco está mais direcionado para árvores individuais e conjuntos de árvores numa determinada área. Este último é o software mais utilizado, oferecendo informações sobre três aspetos cruciais relacionados com a inventariação de árvores numa cidade ou área específica: estrutura, função e valor económico.

O projeto “Milhão de Árvores na Cidade de Nova Iorque”, que realizou o inventário de todas as 592 130 árvores municipais, foi pioneiro na utilização do software i-Tree Eco a esta escala. Para efetuar cálculos no i-Tree Eco são necessários dados como a espécie e o diâmetro do tronco de cada árvore. Para aumentar a precisão, recomenda-se a introdução de dados adicionais como o uso do solo, a altura da árvore, as dimensões da copa, o estado de saúde e a exposição à luz. A exatidão e abrangência destes dados influenciam os resultados obtidos para os serviços de ecossistemas fornecidos. Os dados podem ser importados de diversas fontes, nomeadamente ficheiros Excel ou introduzidos manualmente. Após verificar que os dados estão completos e corretos, são enviados para o servidor sediado nos Estados Unidos para a realização dos cálculos. Após algumas horas os utilizadores recebem uma notificação para aceder aos resultados.

Os *inputs* utilizados pelo i-Tree são variados e numerosos, e é capaz de calcular diversos *outputs*, nomeadamente:

- Estrutura e composição da floresta urbana;
- Armazenamento e sequestro de carbono;
- Produção de oxigénio;
- Remoção de poluentes atmosféricos (PM 2,5; O3; NO2; CO);
- Efeitos no ciclo da água (escoamento evitado).



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Para cada um destes *outputs*, o software – além da quantificação – é capaz de calcular o valor económico (por exemplo: a quantidade de poluentes atmosféricos removidos multiplicados por coeficientes monetários). Cada *output* é quantificado com recurso a diferentes modelos matemáticos calibrados, validados, com elevada fiabilidade, e certificados por vários artigos científicos, bem como por outros estudos de caso sobre a análise de florestas urbanas em diferentes partes do planeta.

a. Estrutura e composição da floresta urbana

O levantamento da floresta urbana é crucial para avaliar e quantificar corretamente os serviços de ecossistemas fornecidos. Neste sentido, a base de dados assume grande importância porque quanto mais detalhada for mais exata será a análise. O software i-Tree é capaz de analisar a floresta urbana, fornecendo resultados como: lista completa das espécies presentes, as classes de diâmetro mais comuns e a sua origem. Para além destes resultados, puramente informativos, o i-Tree pode calcular a área foliar e o coberto vegetal, utilizados como *inputs* para quantificar os serviços de ecossistemas.

b. Sequestro e armazenamento de carbono

O papel das florestas urbanas na mitigação das alterações climáticas é importante, devido à sua capacidade de sequestrar carbono e utilizando-o para o seu crescimento, que se desenvolve ano após ano.

Para calcular a quantidade de carbono sequestrado, o modelo baseia a sua análise nos diâmetros de cada árvore – fornecidos como *input* – no ano zero e, em seguida, estima o crescimento médio anual, utilizando parâmetros específicos de género e espécie, e as condições de saúde. Com esta informação, o i-Tree calcula o diâmetro das árvores e o sequestro relativo nos anos seguintes.

O armazenamento de carbono é definido como a quantidade de carbono na biomassa da árvore – aérea e subterrânea. Para calcular o armazenamento de carbono, o modelo estima a biomassa total de cada árvore a partir dos dados recolhidos e de referências bibliográficas. Uma vez que as árvores com copa expandida e sujeitas a manutenção – como as localizadas em centros urbanos – tendem a ter menos biomassa do que as árvores em ambientes naturais, onde a maioria dos modelos são calibrados, o i-Tree multiplica os resultados por um coeficiente padrão de 0,8. Finalmente, o modelo multiplica a biomassa seca por 0,5, obtendo assim o carbono armazenado em cada árvore.

c. Produção de oxigénio

A produção de oxigénio é um dos principais serviços de ecossistemas fornecidos pelas florestas urbanas. O oxigénio produzido anualmente está diretamente relacionado com o sequestro de



carbono. Assim, o oxigénio total produzido é estimado em função do carbono sequestrado e do seu peso atómico:

$$O_2 \text{ produzido (Kg/ano)} = \left(\frac{CO_2 \text{ sequestrado Kg/ano}}{\frac{32}{12}} \right)$$

É importante sublinhar que o oxigénio produzido pelas florestas urbanas tem um impacto relativamente pequeno de um ponto de vista global. A atmosfera contém níveis elevados e estáveis de oxigénio, principalmente devido à hidrosfera.

d. Remoção da poluição atmosférica

A má qualidade do ar é uma questão comum em muitos centros urbanos e pode causar vários problemas à saúde humana e aos processos naturais do ecossistema. A presença de árvores e arbustos em centros urbanos, onde a pressão antropogénica é elevada, pode levar à melhoria da qualidade do ar (por exemplo: reduzir a temperatura, remover poluentes e diminuir o consumo de energia para climatização nos edifícios mais próximos o que reduz as emissões de poluentes atmosféricos). O software i-Tree considera o impacto da vegetação urbana na remoção dos poluentes urbanos mais comuns: ozono, dióxido de enxofre, dióxido de azoto, monóxido de carbono e PM 2,5.

Os cálculos para estimar a remoção da poluição atmosférica derivam de diferentes modelos. Além disso, como a remoção de monóxido de carbono e PMs não está diretamente relacionada com a transpiração das árvores, as taxas de remoção destes poluentes são calculadas a partir de valores médios obtidos na bibliografia consultada, ajustados à fenologia e área foliar.

Relativamente à remoção de partículas finas, o modelo utilizado considera uma taxa de ressuspensão igual a 50% das partículas depositadas, que depois regressam à atmosfera devido a condições meteorológicas adversas, que em casos particulares podem também levar a um aumento da concentração de PM 2,5 na atmosfera.

e. Simulação dos serviços de ecossistemas futuros

O software i-Tree Forecast é capaz de simular a evolução dos espaços verdes para quantificar os serviços de ecossistemas que serão fornecidos futuramente. Esta ferramenta simula o crescimento e desenvolvimento da floresta urbana para um período futuro de acordo com os dados fornecidos, nomeadamente informações geográficas e informações sobre as árvores (diâmetro). O modelo pode incluir fatores que afetam o desenvolvimento das árvores (por exemplo: parasitas e eventos climáticos extremos). Além disso, a ferramenta permite a definição de alguns parâmetros relativos à taxa de mortalidade e taxa de novas plantas anuais, que afetam a consistência e a composição



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



da floresta urbana. O software i-Tree Forecast é capaz de simular os seguintes serviços de ecossistemas: sequestro e armazenamento de carbono e remoção da poluição atmosférica (ozono, dióxido de enxofre, dióxido de azoto removidos).



5. Resultados

Apoiado por esta metodologia sólida e exigindo um conjunto completo de dados, o i-Tree é capaz de apresentar os seus resultados de várias formas, dependendo das necessidades e interesses do utilizador. É fornecido um relatório em formato PDF com os principais resultados e gráficos sobre os serviços de ecossistemas analisados. Além disso, é possível aprofundar a análise (por exemplo: avaliar a contribuição de um único espécime e/ou espécie). Isto foi especificamente pensado para facilitar a compreensão e a utilização para um público mais alargado, e assim melhorar a divulgação dos benefícios do património verde urbano.

Os resultados obtidos podem ser utilizados em campanhas de comunicação e sensibilização. Um exemplo disto é a campanha [TreeTag](#), iniciada nos Países Baixos e atualmente a decorrer em diferentes países europeus. A *Pius Floris Tree Care* desenvolveu um cartaz informativo e colocou em 150 árvores urbanas. Cada cartaz contém informações sobre os benefícios da respetiva árvore, com base nos cálculos realizados pelo software i-Tree Eco, com o objetivo de envolver os cidadãos na proteção do património verde urbano. Os dados do i-Tree tornaram-se mais claros devido à conversão em métricas mais compreensíveis, como o número de quilómetros de carro compensados em CO₂ ou o número de dias de oxigénio para um cidadão que essa árvore produz.



Figura 4: Um exemplo de TreeTag instalado nos Países Baixos. Fonte: Pius Floris Boomverzorging.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



6. Conclusões e próximos passos

Este documento tem como objetivo apresentar uma das soluções, atualmente disponíveis, para avaliar e quantificar os serviços de ecossistemas fornecidos pelo património verde, com particular referência às árvores localizadas nos centros urbanos.

A utilização do software i-Tree e outras ferramentas semelhantes pode aumentar a sensibilização dos cidadãos para os benefícios da floresta urbana, com efeitos positivos no planeamento e gestão territorial durante o processo de tomada de decisão. A metodologia apresentada não pretende oferecer uma resposta completa, ou uma solução única para todos. Vários aspetos podem ser acrescentados, como os serviços de ecossistemas culturais, a criação de habitats animais e os outros estratos de vegetação e solo.

Devido a vários projetos de investigação há uma maior sensibilização no mundo académico e profissional para estas necessidades e para os esforços de valorização da floresta urbana em prol da melhoria da qualidade de vida nas cidades.

Neste sentido, é importante manter os *stakeholders* informadas e atualizadas sobre este tema, melhorando o seu perfil profissional através da utilização de novas metodologias que podem apoiar o seu trabalho diário.



7. Bibliografia

European Environmental Agency, 2014. Multiannual Work Programme 2014–2018: Expanding the knowledge base for policy implementation and long-term transition. European Environment Agency, Copenhagen Denmark

UN News Centre. *UN Adopts New Global Goals, Charting Sustainable Development for People and Planet by 2030*; United Nations Department of Economic and Social Affairs: New York, NY, USA, 2015; doi:10.1080/02513625.2015.1038080

FAO, 2016. Guidelines on urban and peri-urban forestry, by F. Salbitano, S. Borelli, M. Conigliaro and Y. Chen. FAO Forestry Paper No. 178, Food and Agriculture Organization of the United Nations.

International Society of Arboriculture, 2011. Benefits of trees, available at:
https://www.treesaregood.org/portals/0/docs/treecare/benefits_trees.pdf

McPherson, E., Van Doorn, N., De Goede, J., 2016. Structure, function and value of street trees in California, USA, *Urban Forestry & Urban Greening*, 17, 104-115.

Nowak, D.J. 2006. Institutionalizing urban forestry as a “biotechnology” to improve environmental quality. *Urban Forestry & Urban Greening* 5: 93–100.

Roman, L.A., Scatena, F.N., 2011. Street tree survival rates: Meta-analysis of previous studies and application to a field survey in Philadelphia, PA, USA, *Urban Forestry & Urban Greening*, 10.

Polomski, F., 2017. Cultivate biodiversity in the quest for tough trees for tough urban sites, *Arborist News*, Vol. 26, N. 4, 44-49

Daily, Gretchen C.. "Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems (1997)". *The Future of Nature*, edited by Libby Robin, Sverker Sörlin and Paul Warde, New Haven: Yale University Press, 2013, pp. 454-464. <https://doi.org/10.12987/9780300188479-039>

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253–260 (1997). <https://doi.org/10.1038/387253a0>

Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.

World Resource Institute, 2008. *Ecosystem Services: a guide to decision-makers*. ISBN 978-1-56973-669-2



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Comune di Milano, 2017. Regolamento d'uso e tutela del verde pubblico e privato. Available at: <https://www.comune.milano.it/documents/20126/1003516/Regolamento+d%27uso+e+tutela+del+verde+pubblico+e+privato.pdf/686eb7d4-f765-4c8e-a9d3-ce59e034181a?t=1551271304040>

International Society of Arboriculture, 2017. Using the ISA Basic Tree Risk Assessment Form, available at: https://www.isa-arbor.com/education/resources/ISABasicTreeRiskAssessmentForm_Instructions.pdf

I-Tree User's manual. 2008. Tools for assessing and managing Community Forests. Software Suite. Available at: <http://www.itreetools.org>.

Nowak, D.J., Crane, D.E., 2000. The Urban Forest Effects (UFORE) Model: Quantifying urban forest structure and functions. In *Integrated tools for natural resources inventories in the 21st century*, ed. M. Hansen, and T. Burk, pp 714–720. St. Paul: North Central Research Station.

Pataki, D.E., Alig, R. J., 2006. Urban ecosystems and the North American carbon cycle, *Global Change Biology*, Vol. 12, Issue 11, 2092-2102.

Nowak, D.J., Crane, D.E., Stevens, J.C., Hoehn, R.E., Walton, J. T., 2008a. A ground-based method of assessing urban forest structure and ecosystem services. *Arboriculture & Urban Forestry* 34: 347–358.

Nowak, D.J., 1994. Air pollution removal by Chicago's urban forest. In *Chicago's Urban Forest Ecosystem: Results of the Chicago Urban Forest Climate Project*, ed. E.G. McPherson, D.J. Nowak, and R.A. Rowntree, pp. 63–81. Radnor: USDA Forest Service General Technical Report NE-186.

Nowak, D.J., Hirabayashi, S., Bodine, A., Hoehn, R. 2013. Modeled PM2.5 removal by trees in ten U.S. cities and associated health effects. *Environmental Pollution*. 178: 395-402.

I-Tree Eco: Using the forecast model Available at: https://www.itreetools.org/documents/273/Ecov6Guide_UsingForecast.pdf

Ditto D. et al., 2016, Step by step development of HIRM-KW: a field-scale run-off model, *Italian Journal of Agrometeorology*.

Donatelli M., Acutis M., 2001. SOILPAR 2.00: software to estimate soil hydrological parameters and functions, *European Journal of Agronomy*, Volume 18, Issues 3–4, 2003, Pages 373-377, ISSN 1161-0301, [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(02\)00128-4](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(02)00128-4).

Collins C., Cook-Monie I., Raum S., 2019. What do people know? Ecosystem service, public perception and sustainable management of urban park trees in London, U.K. *Urban Forestry & Urban Greening*, 43, 126362



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



European Commission, Climate Change Service – C3S Climate & Energy Education Demo.
Available at: <https://edudemo.climate.copernicus.eu/>

Council of Tree and Landscape Appraisers (CTLA), 1992, Guide for Plant Appraisal, International
Society of Arboriculture, Savoy, IL

U.S. Environmental Protection Agency 2015, Interagency Working Group on Social Cost of
Carbon 2015. Available at: <https://archive.epa.gov/epa/production/files/2016-07/documents/social-cost-carbon.pdf>

I-Tree in Europe, Pius Floris Boomverzorging, Jahrbuch der Deutsche Baumpflege 2024