



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**SISTEMAS AGROFLORESTAIS URBANOS: UMA PROPOSTA DE
INFRAESTRUTURA VERDE PARA UMA URBANIZAÇÃO AGROECOLÓGICA**

GILBERTO MACHEL VEIGA D'ANGELIS

**Araras
2023**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**SISTEMAS AGROFLORESTAIS URBANOS: UMA PROPOSTA DE
INFRAESTRUTURA VERDE PARA UMA URBANIZAÇÃO AGROECOLÓGICA**

GILBERTO MACHEL VEIGA D'ANGELIS

ORIENTADORA: PROFA. DRA. ADRIANA ESTELA SANJUAN MONTEBELLO

COORIENTADORA: PROFA. DRA. RENATA EVANGELISTA DE OLIVEIRA

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Agroecologia e Desenvolvimento
Rural como requisito parcial à
obtenção do título de MESTRE EM
AGROECOLOGIA E
DESENVOLVIMENTO RURAL.

Araras

2023

Veiga D'Angelis, Gilberto Machel

Sistemas agroflorestais urbanos: uma proposta de infraestrutura verde para uma urbanização agroecológica / Gilberto Machel Veiga D'Angelis – 2023.
149f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, campus Araras,
Araras

Orientador (a): Adriana Estela Sanjuan Montebello

Banca Examinadora: Adriana Estela Sanjuan Montebello, Luiz Fernando Duarte
de Moraes, Fernando Silveira Franco

Bibliografia

1. Agrofloresta Urbana. 2. Paisagens Urbanas Produtivas Contínuas (CPULs).
3. Florestas Urbanas de Alimento (UFFs). I. Veiga D'Angelis, Gilberto Machel.
II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Helena Sachi do Amaral – CRB/8 7083



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Agrárias
Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Gilberto Machel Veiga D'Angelis, realizada em 26/05/2023.

Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Adriana Estela Sanjuan Montebello (UFSCar)

Prof. Dr. Luiz Fernando Duarte de Moraes (EMBRAPA)

Prof. Dr. Fernando Silveira Franco (UFSCar)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural.

Ao meu irmão Amilcar José (*in memoriam*), que me ensinou o amor ao conhecimento, a importância da dúvida, e de acreditar que na vida “sempre há uma possibilidade”.

Ao meu filho Gonçalo Machel,
que mantenha sempre a chama da sua força viva
e o espírito livre, mas que não perca a sua ternura jamais.

Ao meu filho Mati (*in memoriam*),
que veio me ensinar coisas que eu ainda não aprendi.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Juracilda, antropóloga e guardiã da memória oral e da ancestralidade na minha família, que foi sempre quem mais me incentivou ao estudo e me apoiou em todas as minhas buscas pelo conhecimento, desde a minha formação técnica em bioquímica até os meus estudos, formações e experiências nos caminhos de Reich e das psicoterapias; das massagens biodinâmicas aos sistemas agroflorestais sintrópicos. Mas com quem aprendi, acima de tudo, a nunca me desviar dos meus princípios, a despeito de todas as adversidades.

Ao meu pai, Wilmar, linguista e guardião da história escrita e do acervo documental, com quem aprendi o valor da pesquisa autodidata, da história, do registro, e o amor pelos livros, sebos, bibliotecas e livrarias. Mas me ensinou, também, que nenhuma guerra é movida por motivos pessoais, e sim econômicos, e que a história da humanidade pode ser resumida pela história da luta de classes. Responsável indireto pelo meu encontro com Wilhelm Reich, pelo que sou profundamente grato.

Ao meu irmão Camilo, que me apontou a direção da *permacultura*, uma ferramenta e um caminho de autonomia e emancipação que se tornou fundamental para mim, e que venho trilhando há mais de 13 anos. Também, como arquiteto, por sua influência direta, me permitiu aguçar o olhar para a potência humana de modificar a paisagem.

À minha família de um modo geral, por me apoiar de muitas formas e me dar sustentação para que eu pudesse atravessar um dos momentos mais difíceis da minha vida e concluir este longo e árduo trabalho.

Aos membros da Banca de Qualificação deste trabalho, que me cederam seu tempo e atenção para ler, comentar e debater as minhas reflexões, apresentadas nesta dissertação, não apenas enriquecendo o trabalho com a sua experiência, mas alargando e aguçando ainda mais a minha visão sobre o tema. A alegria e o entusiasmo destes interlocutores, somados à sua generosidade e abertura sincera ao diálogo é digna de nota, e foi uma preciosa injeção de ânimo numa fase decisiva para a pesquisa, demonstrando que sensibilidade humana e qualidade intelectual, científica ou acadêmica não são mutuamente excludentes.

Às minhas orientadoras, pela oportunidade de desenvolver a presente pesquisa, e poder contar com a sua atenção e seus distintos olhares, me ajudando a desenvolver novas habilidades acadêmicas.

Aos meus colegas de turma que, sem nunca termos podido nos encontrar presencialmente, foram fundamentais (com apoio moral, emocional ou técnico) para seguirmos até o fim nesta difícil jornada, em meio à pandemia, ao coronavírus, ao governo do “demo”, à falta de bolsas, a duplas (ou triplas) jornadas, com trabalhos precários, sobrecarga ou desemprego. O nosso grupo “terapêutico” de mensagens foi uma ferramenta preciosa de trocas, desabafos e brincadeiras em meio ao caos. Agradeço nominalmente pelo carinho e trocas aos colegas Tati, Carol, Henrique, Yara, Ualas, Joyce, Vitor, Ester e Urbano. E aos “novos” colegas que se juntaram ao grupo Laila, Keilla e Chawki.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural da Universidade Federal de São Carlos - UFSCAR, e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), Código de Financiamento 001.

Por último, mas de fato não menos importante, gostaria de fazer uma menção especial à Alexandra Elbakyan, criadora e mantenedora do site [Sci-Hub](#), cujo objetivo “é fornecer acesso **gratuito e irrestrito** a todo conhecimento científico”. Por meio deste projeto, que faz parte do Movimento *Open Access* na ciência, pude acessar imediatamente uma quantidade enorme de dados e pesquisas que, de outra forma, estariam completamente indisponíveis para mim, tornando o meu trabalho e os resultados da minha pesquisa eventualmente “obsoletos” ou demasiadamente parciais. Agradecer à Alexandra nominalmente (e ao seu trabalho) é uma forma efetiva de difundir a sua mensagem e apoiar a causa, que apenas visa democratizar verdadeiramente o acesso à informação e ao conhecimento, tornando o desenvolvimento da pesquisa no mundo todo mais rápido, confiável e de maior qualidade. Para se ter uma ideia da importância e do impacto deste projeto para a ciência brasileira, o Brasil tem sido consistentemente o terceiro país que mais utiliza a plataforma no mundo todo, atrás apenas da China e EUA, tendo realizado [mais de 7 milhões de downloads](#), apenas no mês de outubro de 2023, alguns dos quais poderão ser lidos e encontrados ao longo desta dissertação.

*Toda paisagem é um ambiente simbólico, criado pelo
ato humano de conferir significado à natureza.*

(Greider & Garkovich, 1994)

*O amor, o trabalho e o conhecimento são as fontes
da nossa vida. Deveriam também governá-la.*

(Wilhelm Reich)

SUMÁRIO

	Página
ÍNDICE DE FIGURAS	i
ÍNDICE DE QUADROS.....	ii
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
1. INTRODUÇÃO GERAL	15
1.1 ORIGEM DA PESQUISA.....	15
1.2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22
2. CAPÍTULO 1 – CONSTRUINDO PAISAGENS URBANAS PRODUTIVAS	
CONTÍNUAS COM SISTEMAS AGROFLORESTAIS.....	25
2.1 RESUMO.....	25
2.2 INTRODUÇÃO.....	26
2.2.1 Objetivo.....	28
2.3 MATERIAL E MÉTODOS	28
2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
2.4.1 Integração Dos Conceitos (CPULs x UFFs).....	31
2.4.2 Relações Dinâmicas Entre SAFs, CPULs e UFFs.....	34
2.4.3 SAFs Como Estratégia Para Criação De CPULs.....	37
2.5 CONCLUSÕES	41
2.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

3. CAPÍTULO 2 – SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS AGROFLORESTAIS

URBANOS.....	48
3.1 RESUMO.....	48
3.2 INTRODUÇÃO.....	49
3.2.1 O Valor Da Biosfera Terrestre.....	49
3.2.2 Bens, Serviços, Benefícios e Funções.....	51
3.2.3 Objetivo.....	56
3.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	57
3.3.1 Levantamento De Dados.....	57
3.3.2 A Metodologia De Parametrização.....	57
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
3.4.1 Funções e Serviços Ecosistêmicos Associados.....	59
3.4.2 Serviços Ecosistêmicos Segundo Jose, Dobbs e Lovell.....	66
3.4.3 Síntese Comparativa Dos Serviços Ecosistêmicos.....	75
3.4.4 Indicadores De Serviços Ecosistêmicos Florestais e Agroflorestais.....	77
3.4.5 Síntese de Indicadores de Serviços Ecosistêmicos Florestais e Agroflorestais.....	86
3.5 CONCLUSÕES.....	94
3.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96

4. CAPÍTULO 3 – A CONTRIBUIÇÃO DAS AGROFLORESTAS URBANAS PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA ONU.....	99
4.1 RESUMO.....	99
4.2 INTRODUÇÃO.....	100
4.2.1 Objetivo.....	105
4.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	105
4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	108
4.4.1 Erradicação Da Pobreza (ODS 1).....	108
4.4.2 Fome Zero e Agricultura Sustentável (ODS 2).....	113
4.4.3 Ação Contra as Mudanças Climáticas Globais (ODS 13).....	117
4.5 CONCLUSÕES.....	127
4.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	130
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	136
GLOSSÁRIO.....	139
APÊNDICE A (Primeira Proposta De Matriz De Indicadores Para Avaliar SAFs Como Tipologia e Método de Integração Entre CPULs e UFFs).....	147

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
CAPÍTULO 1	
Figura 1 – Diagrama com Representação das Relações Dinâmicas Entre SAFs, CPULs e UFFs.....	39
 CAPÍTULO 3	
Figura 1 – Contribuições das Florestas Urbanas aos ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU.....	107

ÍNDICE DE QUADROS

	Página
 CAPÍTULO 1	
Quadro 1 – Características inerentes ou favorecidas por CPULs e UFFs.....	29
Quadro 2 – Matriz Integradora dos Conceitos (SAFs x CPULs x UFFs).....	33
Quadro 3 – Características das CPULs e UFFs contempladas pelos SAFs.	36-37
 CAPÍTULO 2	
Quadro 1. Serviços Ecosistêmicos e Funções Associadas.....	62
Quadro 2. Serviços Ecosistêmicos de Jose (2009)	69
Quadro 3. Serviços Ecosistêmicos de Dobbs et al. (2011).....	71
Quadro 4. Serviços Ecosistêmicos de Lovell et al. (2017)	74
Quadro 5. Síntese Comparativa dos Serviços Ecosistêmicos	76
Quadro 6. Indicadores de Serviços Ecosistêmicos de Dobbs et al. (2011)	80
Quadro 7. Indicadores Florestais Urbanos de Barron et al. (2016).....	82
Quadro 8. Indicadores de Serviços Ecosistêmicos Agroflorestais de Lovell et al. (2017)	84-85
Quadro 9. Síntese dos Indicadores de Serviços Ecosistêmicos Florestais e Agroflorestais	87-89

SISTEMAS AGROFLORESTAIS URBANOS: UMA PROPOSTA DE INFRAESTRUTURA VERDE PARA UMA URBANIZAÇÃO AGROECOLÓGICA

Autor: GILBERTO MACHEL VEIGA D'ANGELIS

Orientador: PROFA. DRA. ADRIANA ESTELA SANJUAN MONTEBELLO

Coorientador: PROFA. DRA. RENATA EVANGELISTA DE OLIVEIRA

RESUMO

O aumento de áreas verdes em cidades traz inúmeros benefícios sociais, ambientais e econômicos, tanto em seus aspectos produtivos (como nos movimentos de hortas e agricultura urbanas), quanto em relação aos serviços ecossistêmicos que podem ser agregados à criação ou ampliação de florestas urbanas (sequestro de carbono, melhora do microclima, redução de poluição, integração das pessoas com o ambiente, lazer). Porém, uma proposta que agregue todos esses benefícios simultaneamente, de forma sistêmica e integrada à paisagem urbana, é ainda um desafio. Assim, partindo do conceito integrador de Paisagens Urbanas Produtivas Contínuas (oriundo da arquitetura) aliado ao conceito de Florestas Urbanas de Alimento, a presente pesquisa se propôs a investigar (através de uma ampla revisão crítica da literatura) o uso de Sistemas Agroflorestais (SAFs) como uma estratégia para compor paisagens produtivas e integrar – ao mesmo tempo – a promoção de inúmeros serviços ecossistêmicos ao desenho urbanístico das cidades. Os resultados apontam que os Sistemas Agroflorestais podem ser vistos como uma nova e promissora tipologia de Infraestrutura Verde (IV) para apoiar projetos de cidades em transição para uma urbanização agroecológica, ou projetar cidades do futuro, em que os ecossistemas urbanos estejam conectados, desde o início, aos ecossistemas naturais, e possam assim coevoluir e se desenvolver de forma simbiótica e benéfica à natureza ao seu entorno.

Palavras-chave: Sistemas Agroflorestais (SAFs); Agrofloresta Urbana; Paisagens Urbanas Produtivas Contínuas (CPULs); Florestas Urbanas de Alimento (UFFs); Serviços Ecossistêmicos (SE); Infraestruturas Verdes (IV); Indicadores Agroflorestais.

URBAN AGROFORESTRY SYSTEMS: A PROPOSAL OF GREEN INFRASTRUCTURE FOR AN AGROECOLOGICAL URBANIZATION

Author: GILBERTO MACHEL VEIGA D'ANGELIS

Adviser: PROFA. DRA. ADRIANA ESTELA SANJUAN MONTEBELLO

Co-adviser: PROFA. DRA. RENATA EVANGELISTA DE OLIVEIRA

ABSTRACT

The increase of green areas in cities brings numerous social, environmental, and economic benefits, both in its productive aspects (as in the movements of vegetable gardens and urban agriculture) and concerning the ecosystem services that can be added to the creation or expansion of urban forests (carbon sequestration, improvement of the microclimate, reduction of pollution, integration of people with the environment, leisure). However, a proposal aggregating all these benefits simultaneously, systemically, and integrated into the urban landscape is still challenging. Thus, based on the integrating concept of *Continuous Productive Urban Landscapes* (derived from architecture) combined with the concept of *Urban Food Forestry*, this research set out to investigate (through a broad critical review of the literature) the use of Agroforestry Systems (AFS) as a strategy to compose productive landscapes and integrate – at the same time – the promotion of numerous ecosystem services to the urban design of cities. The results indicate that Agroforestry Systems can be seen as a new and promising typology of Green Infrastructure (GI) to support projects of cities in transition to agroecological urbanization or to project cities of the future in which urban ecosystems are connected from the outset to natural ecosystems and can thus co-evolve and develop in a symbiotic and beneficial to the surrounding nature.

Keywords: Agroforestry Systems (AFS); Urban Agroforestry (UAF); Continuous Productive Urban Landscapes (CPULs); Urban Food Forestry (UFFs); Ecosystem Services (ES); Green Infrastructure (GI); Agroforestry Indicators.

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.1 ORIGEM DA PESQUISA

A presente pesquisa partiu do interesse pela investigação sobre o potencial produtivo de Sistemas Agroflorestais em meio urbano, como forma de otimizar o uso de espaços urbanos ociosos ou mal aproveitados (terrenos baldios, áreas públicas sem destinação, praças, lotes abandonados etc.), dando a eles uma função social, econômica e ecológica. É senso comum entre os praticantes e profissionais da área que o potencial destes sistemas de cultivo está entre os mais elevados em relação a quaisquer outras técnicas mais conhecidas. Entretanto, pesquisas acadêmicas e ensaios controlados em campo para aferir tais resultados ainda são incipientes e necessitam de maiores desenvolvimentos (LOVELL *et al.*, 2017; KABASHIMA *et al.*, 2009).

Nesse sentido, embora a presente pesquisa tenha tido o intuito inicial de realizar ensaios ou ao menos estudos de caso reais com sistemas efetivamente implementados em áreas urbanas, uma série de questões de ordem prática, metodológicas e mesmo teóricas logo indicaram a necessidade de outros caminhos, mais factíveis e producentes.

Na busca por referências sobre experiências de cultivar alimentos na cidade, para além do conceito genérico de “agricultura urbana”, diversos conceitos apareceram, como reflexo das últimas décadas de tentativas de conciliação do espaço urbano com a agricultura. Assim, inicialmente, a pesquisa realizou uma abordagem exploratória por esse vasto universo de possibilidades e soluções para a integração da produção de alimentos (e outras experiências de “verdeamento”) às formas e ritmos de vida em meio urbano. Alguns dos termos mais conhecidos encontrados, dentre uma grande lista de propostas semelhantes, mas distintas, foram: Cidades Comestíveis (*Edible Cities*¹), Paisagens Comestíveis (*Edible Landscapes*)², Paisagismo Comestível, Floresta

¹ (BOHN e VILJOEN, 2011); (SÄUMEL *et al.*, 2019); (SARTISON e ARTMANN, 2020); (MINO *et al.*, 2021).

² (SPENCER, 2011); (MCLAIN *et al.*, 2012).

de Alimentos³, Jardins Florestais Comestíveis (*Edible Forest Gardens*)⁴ ou Jardinagem Florestal Comestível, *Smart Food City*, *Urban Food Gardening*, *Foodscape*, *Farmscape*, entre outros.

Essas propostas são interessantes porque buscam, de uma forma geral, abarcar o aspecto essencialmente urbano desta atividade produtiva. Ou seja, não é um “encaixe” da agricultura e produção de alimentos como uma ideia marginal e excêntrica (estranha) à cidade. Não é uma proposta de fazer agricultura “apesar” da cidade, como uma atividade quase “ilegal” ou ilógica. Mas entender o cultivo de alimentos como central à vida não apenas da cidade, mas principalmente de seus habitantes humanos e não humanos. São propostas que visam, assim, resgatar a essência da agricultura como “cultura” humana e, como tal, essencial também aos espaços e modos de vida urbanos. A maioria destas propostas está ligada a uma ideia mais ampla de “trazer a natureza” de volta para a cidade e para perto das pessoas, e em geral estão associadas a movimentos sociais e culturais como a agroecologia e a permacultura urbana. Na realidade, a grande maioria destas propostas surge a partir do início dos anos 1980 sob influência direta das ideias sugeridas por Bill Mollison e David Holmgren, os fundadores da Permacultura, na década anterior. A própria ideia de sistemas agroflorestais “modernos” é uma das propostas mais frequentes e importantes citadas nas obras fundamentais destes autores, sob os termos “agrofloresta” ou “floresta de alimentos”⁵.

Dessa forma, tais conceitos não são novos de fato, mas são variações baseadas em uma mesma proposta fundamental, a qual visa reencontrar um caminho para a humanidade moderna global (especialmente para as comunidades urbanas), para a produção de uma agricultura permanente (ou seja, uma em que a fertilidade do solo e o funcionamento dos sistemas naturais não seja perturbada e reduzida em função das atividades ou necessidades humanas de produzir alimentos).

³ (DE GROOT e VEEN, 2017).

⁴ (BJÖRKLUND *et al.*, 2019); (STOLTZ e SCHAFFER, 2018).

⁵ Sobre esse tema, ver MOLLISON e SLAY (1998) e FERGUSON e LOVELL (2014).

A pesquisa por todos esses conceitos, embasada na necessária reconexão das pessoas com a natureza em ambiente urbano, levou inescapavelmente a uma visão mais ampla por esta conexão ao nível da *paisagem* urbana. A ideia de uma **urbanização agroecológica**⁶, e da necessidade de se considerar a integração desta atividade humana (agricultura) como essencial à vida urbana, levou alguns arquitetos e urbanistas, inspirados pela agroecologia, a criarem o conceito das *Paisagens Urbanas Produtivas Contínuas* (CPULs)⁷. Este conceito propõe a integração de áreas verdes de maneira contínua ao longo da cidade, com características de uso multifuncional, mas considerando, sobretudo, o seu potencial de produção de alimentos (como hortas e pomares, por exemplo) ao longo de um corredor verde por dentro da cidade.

Tal discussão urbanística levou ao encontro e necessidade de aprofundar alguns temas fundamentais, a partir de conceitos mais bem estabelecidos e desenvolvidos academicamente, como por exemplo o de *Infraestruturas Verdes* e o de *Florestas Urbanas*, sobre os quais existe uma consistente literatura.

Assim, o tema da integração entre *paisagens urbanas* e *paisagens produtivas* (agroecossistemas), através do conceito de CPULs, tornou-se um eixo condutor para este trabalho. Paralelamente, na busca por encontrar um termo na literatura que pudesse melhor embasar a discussão sobre o potencial das agroflorestas urbanas para servir como conexão entre estas paisagens, o conceito de *Florestas Urbanas de Alimento* (UFFs)⁸ surgiu como um bom ponto de partida. Mais uma vez, não se trata de uma ideia nova (na realidade é uma variação bastante óbvia do próprio conceito de *Agrofloresta Urbana*), porém tornou-se importante para a pesquisa por facilitar a discussão, uma vez que o conceito dialoga diretamente com os

⁶ A esse respeito ver o número especial sobre **Agroecologia Urbana** da Revista de Agricultura Urbana, publicada em sua 33ª edição pela RUAF (TORNAGHI e HOEKSTRA, 2017).

⁷ *Continuous Productive Urban Landscapes (CPULs)* – no original (VILJOEN, BOHN e HOWE, 2005).

⁸ *Urban Food Forestry (UFF)* – expressão original (CLARK e NICHOLAS, 2013).

campos da “arborização urbana”, “florestação urbana” e “agricultura urbana” (CLARK e NICHOLAS, 2013).

Tendo definido estes dois conceitos-chave (CPULs e UFFs), e tomando como base a premissa inicial do projeto, a presente pesquisa buscou investigar o potencial produtivo de Sistemas Agroflorestais em meio urbano, bem como sua capacidade de otimizar o uso de espaços urbanos ociosos, conectando áreas verdes ao longo de toda a cidade.

A partir daí, o objetivo geral da pesquisa foi definido: *investigar a possibilidade de criar Paisagens Urbanas Produtivas Contínuas, baseadas em Sistemas Agroflorestais, para projetar Florestas Urbanas de Alimento, funcionalmente integradas ao design das cidades, como uma estratégia para promover uma urbanização agroecológica.*

Além das revisões bibliográficas exploratórias iniciais (conforme descrito acima), foram realizadas então algumas revisões mais específicas sobre conceitos fundamentais como o de *Sistemas Agroflorestais* (do ponto de vista científico-acadêmico) e, em particular, sobre *Agroflorestas Urbanas*. Mas também sobre “Florestas Urbanas” no geral, bem como sobre os conceitos-chave já apresentados.

Após isso, e a partir do levantamento bibliográfico realizado ao longo do primeiro ano da pesquisa, chegou-se à proposta de construir uma “matriz” (um quadro analítico) que nos permitisse avaliar se realmente os SAFs poderiam ser utilizados como um método ou uma tipologia que efetivamente funcionasse para integrar os conceitos de UFFs e CPULs. Para tanto essa matriz deveria conter **indicadores** e outras possíveis formas de análise que fossem mensuráveis ou ao menos comparáveis com parâmetros conhecidos na literatura.

No entanto, ao longo de todo o levantamento bibliográfico anterior não foi possível encontrar qualquer referência ou proposta de uma matriz de indicadores semelhante, que pudesse servir de base a essa proposta. Assim, partindo de algumas categorias de análise inicialmente elencadas como prioritárias, construiu-se uma primeira versão dessa matriz com 4 grupos de indicadores, a saber: **socioeconômicos, produtivos, ambientais e culturais**. Um quadro

foi então elaborado com 2 grupos de colunas: de um lado os descritores de cada indicador, por categoria⁹, e o meio proposto para análise (em campo), quando aplicável ao estudo de caso específico (ex.: “diversidade por m²”, “distância entre fragmentos”, “número de espécies avistadas” etc.). Do outro lado, foram criadas colunas com um gradiente de quantificação (quando aplicável), onde cada coluna representava uma “faixa” de quantificação do indicador específico (p.ex.: “até 5 espécies”, “menos de 200 metros”, “de 5 a 10 espécies”, “até 100m²” etc.)¹⁰.

Entretanto, verificou-se que a "*Proposta de Matriz (Indicadores e Formas de Análise) para avaliar os SAFs como tipologia e método de integração entre CPULs e UFFs*", tal como idealizada pela pesquisa originalmente, seria de difícil medição ou avaliação, e com pouco lastro na literatura especializada internacional. Dessa forma, uma nova etapa de revisão da literatura foi iniciada a fim de encontrar referenciais mais sólidos para a construção dos indicadores desejados. Nesta etapa, tornou-se claro que a referência padrão para análise de indicadores de Florestas Urbanas, Agroflorestas Urbanas, Infraestruturas Verdes e inúmeros temas relacionados na literatura internacional eram baseados no conceito de **Serviços Ecossistêmicos**.

A partir desse contexto, os **objetivos específicos** da pesquisa foram estabelecidos como:

1. Definir o escopo e investigar a integração dos conceitos-chave de Florestas Urbanas de Alimento (UFFs) e de Paisagens Urbanas Produtivas Contínuas (CPULs) no contexto brasileiro, verificando em que medida SAFs podem ser utilizados como uma estratégia e tipologia que atenda simultaneamente aos atributos de ambos;
2. Levantar um conjunto de indicadores, a partir das categorias de Serviços Ecossistêmicos, para avaliação de florestas e agroflorestas urbanas;

⁹ Exemplos: “quantidade de plantas por espécie”, “atração de fauna”, “corredores ecológicos para pessoas” etc.

¹⁰ Consultar *Apêndice A* para verificar a proposta original desta matriz.

3. Refletir sobre a contribuição das agroflorestas urbanas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, como uma estratégia de enfrentamento às mudanças climáticas na escala da cidade.

A fim de responder aos objetivos propostos, a presente dissertação foi estruturada em três capítulos temáticos, além desta Introdução Geral e das Considerações Finais, que versam sobre o trabalho como um todo. Um Glossário foi adicionado ao final do trabalho, a fim de facilitar a compreensão a um público mais amplo, apresentando os principais conceitos e as interpretações que são utilizadas e consideradas no escopo desta pesquisa.

O primeiro capítulo apresenta a discussão central, baseada no Objetivo Geral da pesquisa, e busca responder ao primeiro objetivo específico. Centrado na relação entre os conceitos-chave de CPULs e UFFs, busca demonstrar e discutir as congruências e complementaridades que os Sistemas Agroflorestais urbanos podem trazer, como pontes capazes de unir e expandir os conceitos-chave. Conclui sustentando a proposta de utilização dos SAFs urbanos tanto como uma estratégia quanto um método para a criação de CPULs aliadas à UFFs.

O segundo capítulo se debruça sobre o conceito de Serviço Ecosistêmico para levantar um conjunto de indicadores para avaliar florestas e/ou agroflorestas urbanas, buscando responder ao segundo objetivo específico. Através de uma revisão crítica da literatura, propõe uma metodologia original de parametrização dos dados, por meio da qual constrói-se um conjunto de 9 quadros comparativos, o último dos quais sendo apresentado como a conclusão-síntese desta etapa, onde são reunidos um total de 86 indicadores de serviços ecossistêmicos (agro)florestais urbanos.

O terceiro e último capítulo visa apresentar as contribuições das agroflorestas urbanas para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU. Buscando reunir e discutir as principais conclusões e resultados dos dois primeiros capítulos à luz do debate sobre a emergência climática global, reforça a hipótese central da pesquisa de que os Sistemas Agroflorestais Urbanos, tal como aqui propostos, podem ser ferramentas efetivamente úteis para a

construção de cidades mais sustentáveis e resilientes, baseadas em um projeto de urbanização agroecológica. Entendendo que os ODSs propostos pela Organização das Nações Unidas visam combater aos três maiores problemas do mundo contemporâneo, quais sejam: a fome, a pobreza extrema e as mudanças climáticas, o capítulo foca sua discussão e abordagem diretamente sobre os ODSs 1, 2 e 13, os quais abordam específica e respectivamente estes mesmos três temas centrais.

1.2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BJÖRKLUND, J.; EKSVÄRD, K.; SCHAFFER, C. [Exploring the potential of edible forest gardens: experiences from a participatory action research project in Sweden](#). **Agroforestry Systems**, v. 93, n. 3, p. 1107–1118, 15 jun. 2019.

BOHN, K.; VILJOEN, A. [The Edible City: Envisioning the Continuous Productive Urban Landscape \(CPUL\)](#). **Field: a Free Journal for Architecture**, v. 4, n. 1, p. 149–161, 2011.

CLARK, K. H.; NICHOLAS, K. A. [Introducing Urban Food Forestry: A Multifunctional Approach to Increase Food Security and Provide Ecosystem Services](#). **Landscape Ecology**, v. 28, n. 9, p. 1649–1669, 2013.

DE GROOT, E.; VEEN, E. [Florestas alimentícias: um fenômeno crescente na Holanda](#). In: Tornaghi, C. & Hoekstra, F. (Eds.). **Revista de Agricultura Urbana**, n. 33. RUAF: novembro de 2017.

DEH-TOR, C. M. [TORNAGHI, C. & DEHAENE, M.]. [Da agricultura urbana para um urbanismo agroecológico: a via transformadora da agroecologia urbana \(política\)](#). In: Tornaghi, C. & Hoekstra, F. (Eds.). **Revista de Agricultura Urbana**, n. 33. RUAF: novembro de 2017.

FERGUSON, R. S.; LOVELL, S. T. [Permaculture for Agroecology: Design, Movement, Practice and Worldview. A Review](#). **Agronomy for Sustainable Development**, v. 34, n. 2, p. 251–274, 25 out. 2014.

KABASHIMA, Y.; ANDRADE, M. L. F.; GANDARA, F. B.; TOMAS, F. L. [Sistemas Agroflorestais em Áreas Urbanas \(Artigo de Revisão\)](#). **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 4, n. 3, p. 01–20, 2009.

LOVELL, S. T.; DUPRAZ, C.; GOLD, M.; JOSE, S.; REVORD, R.; STANEK, E. & WOLZ, K.J. [Temperate agroforestry research: considering multifunctional woody polycultures and the design of long-term field trials](#). **Agroforestry Systems**, v. 92, n. 5, p. 1-19, 2017.

MCLAIN, R.; POE, M.; HURLEY, P. T.; LECOMPTE-MASTENBROOK, J.; EMERY, M. R. [Producing edible landscapes in Seattle's urban forest](#). **Urban Forestry and Urban Greening**, v. 11, n. 2, p. 187–194, 2012.

MINO, E.; PUEYO-ROS, J.; ŠKERJANEC, M.; CASTELLAR, J. A. C.; VILJOEN, A.; ISTENIČ, D. *et al.* [Tools for Edible Cities: A review of tools for planning and assessing edible nature-based solutions](#). **Water (Switzerland)**, v. 13, n. 17, p. 1-17, 2021.

MOLLISON, Bill & SLAY, Reny Mia. **Introdução à Permacultura**. Trad. André Soares. Brasília: MA/SDR/PNFC, 1998.

RUSSO, A.; ESCOBEDO, F. J.; CIRELLA, G. T.; ZERBE, S. [Edible green infrastructure: An approach and review of provisioning ecosystem services and disservices in urban environments](#). **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 242, p. 53–66, 2017.

SARTISON, K.; ARTMANN, M. [Edible cities – An innovative nature-based solution for urban sustainability transformation? An explorative study of urban food production in German cities](#). **Urban Forestry and Urban Greening**, v. 49, 2020.

SÄUMEL, I.; REDDY, S. E.; WACHTEL, T. [Edible City Solutions — One Step Further to Foster Social Resilience through Enhanced Socio-Cultural Ecosystem Services in Cities](#). **Sustainability (Switzerland)**, v. 11, n. 4, 2019.

SPENCER, M. C. Edible Landscapes - The Philadelphia Orchard Project Combines Urban Forestry and Urban Agriculture. **Communities**, p. 41–44, 2011.

STOLTZ, J.; SCHAFFER, C. [Salutogenic Affordances and Sustainability: Multiple Benefits With Edible Forest Gardens in Urban Green Spaces](#). **Frontiers in Psychology**, v. 9, 4 dez. 2018.

TORNAGHI, C. & HOEKSTRA, F. (Ed.). [Urban Agriculture Magazine no. 33 – Urban Agroecology](#). **RUAF (Resource Centre on Urban Agriculture and Food Security)**, n. 33. Novembro de 2017. Disponível em: <https://ruaf.org/urban-agriculture-magazine/>.

VILJOEN, A.; BOHN, K.; HOWE, J. (Eds.). [Continuous Productive Urban Landscapes: Designing Urban Agriculture for Sustainable Cities](#). Londres: **Routledge**, 2005. 319p.

2. CAPÍTULO 1 - CONSTRUINDO PAISAGENS URBANAS PRODUTIVAS CONTÍNUAS COM SISTEMAS AGROFLORESTAIS

2.1 RESUMO

O aumento de áreas verdes em cidades traz inúmeros benefícios sociais, ambientais e econômicos, tanto em seus aspectos produtivos (hortas e agricultura urbanas), quanto em relação aos serviços ecossistêmicos que podem ser agregados à criação de florestas urbanas (sequestro de carbono, melhora do microclima, redução de poluição, lazer). Porém, uma proposta que agregue todos esses benefícios simultaneamente, de forma sistêmica e integrada à paisagem urbana, é ainda um desafio. Assim, partindo do conceito integrador de Paisagens Urbanas Produtivas Contínuas - CPULs (oriundo da arquitetura), aliado ao conceito de Florestas Urbanas de Alimentos (UFFs), o presente capítulo visa apresentar os Sistemas Agroflorestais (SAFs) como uma estratégia para a criação de paisagens altamente produtivas com prestação de serviços ambientais, de maneira integrada ao desenho urbanístico das cidades. Por meio de revisão bibliográfica acerca dos conceitos-chave (CPULs e UFFs) a pesquisa realizou um levantamento de 12 características principais de cada um deles. Tais características foram cruzadas numa matriz a fim de se verificar a sua congruência ou não com as características básicas dos Sistemas Agroflorestais. Os resultados apontam que os SAFs não apenas são capazes de englobar todas as 24 características levantadas, como ainda oferecem serviços e possibilidades adicionais em relação às propostas das CPULs e das UFFs. Dessa forma, os SAFs podem representar uma ferramenta importante para a integração de áreas verdes produtivas aos projetos urbanísticos de maneira mais ampla, sendo úteis para planejadores urbanos, tanto como técnica quanto um meio de implementação e conexão de áreas verdes.

Palavras-chave: Paisagens Urbanas Produtivas Contínuas (CPULs); Florestas Urbanas de Alimento (UFFs); Sistemas Agroflorestais (SAFs)

2.2 INTRODUÇÃO

É bastante documentado na literatura o potencial de áreas verdes urbanas para a mitigação de problemas ambientais associados ou não às mudanças climáticas, bem como em fornecer inúmeros serviços ecossistêmicos, como a redução de ilhas de calor, regulação hídrica, redução da poluição, entre muitos outros (LONSDORF *et al.*, 2021; ROELAND *et al.*, 2019; STOLTZ & SCHAFFER, 2018; ARTMANN & SARTISON, 2018; KONIJNENDIJK, C. & GAUTHIER, 2006). No entanto, é também conhecido o fato de que distintas tipologias de infraestrutura-verde (IV) impactam diferentemente nos serviços fornecidos, tanto quantitativa quanto qualitativamente (EVANS *et al.*, 2022; MARTINI, BIONDI & BATISTA, 2018; KABASHIMA *et al.*, 2009).

Assim, IVs como gramados oferecem serviços ecossistêmicos (SEs) muito distintos dos oferecidos por hortas urbanas, que por sua vez diferem também daqueles que podem ser fornecidos por florestas urbanas. No que tange às “florestas urbanas”, até muito recentemente, a maioria dos Planos Municipais de Arborização (especialmente no Brasil) não previam o uso de espécies comestíveis no paisagismo das cidades. Aliás, na grande maioria dos casos, seu uso era desestimulado ou até mesmo proibido (BRITO & BORELLI, 2020). Por essa razão, autores como Kyle Clark e Kimberly Nicholas (2013) propuseram o conceito de *Florestas Urbanas de Alimentos* (UFFs), como uma forma e estratégia para reduzir a insegurança alimentar nas cidades. Para a construção dessa proposta teórica, os autores afirmam que se valeram de conceitos já existentes, como o de *arborização urbana*, *agricultura urbana* e até mesmo de *sistemas agroflorestais* (CLARK & NICHOLAS, 2013). De fato, a ideia não é exatamente inédita, mas ajuda a criar uma imagem mais positiva e didática do grande potencial que as *Florestas Urbanas* podem desempenhar, também, em sua capacidade de gerar alimentos.

No entanto, para que possam ser implementadas verdadeiras *Florestas Urbanas* (e não apenas um conjunto de árvores desconexas e fragmentadas, como acontece nas práticas e na visão corrente sobre “arborização urbana”), com o intuito de contribuir também para uma produção de alimento dentro e no

entorno imediato das cidades, é preciso que elas façam parte de um projeto mais abrangente e coerente de urbanização, como na proposta de uma urbanização agroecológica, defendida pelos urbanistas Chiara Tornaghi e Michiel Dehaene (DEH-TOR, 2017). Nesse sentido, visando integrar a produção de alimentos ao projeto urbanístico das cidades, os arquitetos André Viljoen e Katrin Bohn propuseram o conceito de *Paisagens Urbanas Produtivas Contínuas* (CPULs), como espaços projetados nas cidades com o objetivo de conectar todo tipo de fragmento de áreas verdes urbanas, criando um *continuum* multifuncional, uma espécie de “corredor ecológico” para pessoas (VILJOEN & BOHN, 2005). Seriam, ao mesmo tempo, áreas de lazer, espaços de convívio, de descanso, de contato e contemplação da natureza, mas também espaços de produção de alimentos saudáveis em benefício da população local. Estas paisagens contínuas não seriam genéricas e padronizadas, mas sim específicas para cada caso, podendo ter dimensões maiores ou menores, e mais espaços de produção ou de convívio, ou ambos, a depender dos interesses da população local, bem como das características e particularidades emergentes da paisagem natural e construída.

Assim, diferentes tipologias de paisagens multifuncionais poderiam ser criadas, aumentando a diversidade estética, funcional e ambiental/biológica das diversas fisionomias urbanas, com distintos arranjos paisagísticos através da formação de “ilhas de biodiversidade” como *trampolins ecológicos* urbanos e podendo, virtualmente, criar uma malha multifuncional entre diversos mosaicos de paisagens produtivas contínuas, interligadas ao longo de toda a cidade.

No entanto, enquanto arquitetos, paisagistas e urbanistas como Viljoen e Bohn, Tornaghi e Dehaene (entre outros) enfocam as conexões do “tecido verde” urbano como um plano de fundo para a produção de alimentos dentro de um contexto mais amplo (o projeto da cidade), falta a esses, em geral, uma concepção mais apropriada acerca das possibilidades e técnicas de produção de alimentos. Por isso, muitas vezes, as propostas tendem a mencionar ou incluir em seus “desenhos”, esquemas de produção de alimentos do tipo “hortas urbanas”, mas raramente (ou talvez nunca) se propõem a utilização de Sistemas Agroflorestais

para o mesmo fim. As vantagens de se utilizar Sistemas Agroflorestais¹¹ como paradigma de produção de alimentos na cidade, ao invés do modelo genérico de “hortas urbanas”, são, em primeiro lugar, que estes sistemas são capazes de englobar totalmente qualquer tipo ou arranjo de “horta urbana” agroecológica. Mas vão muito além disso, tanto do ponto de vista produtivo (uma vez que se pode utilizar a estratificação e sucessão de espécies para ampliar muito a capacidade de produção numa mesma área, em relação ao que seria possível produzir numa “horta” não agroflorestal), quanto, principalmente, em relação aos muitos Serviços Ecosistêmicos que podem ser prestados pelos componentes florestais (árvores) do sistema.

Assim, visando construir uma proposta capaz de compor Paisagens Urbanas Produtivas Contínuas (CPULs) que possam também integrar a promoção de inúmeros serviços ecosistêmicos fornecidos por Florestas Urbanas, o presente capítulo propõe, de forma inédita, o uso de Sistemas Agroflorestais (SAFs) como uma estratégia e método para a criação de CPULs associadas às UFFs.

2.2.1 - Objetivo

Investigar a integração dos conceitos-chave de Florestas Urbanas de Alimento (UFFs) e de Paisagens Urbanas Produtivas Contínuas (CPULs), buscando verificar em que medida os Sistemas Agroflorestais (SAFs) podem ser utilizados como uma estratégia e tipologia que atenda simultaneamente aos atributos das CPULs e das UFFs.

2.3 MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica acerca dos dois conceitos-chave para essa proposta, i.e., Florestas Urbanas de Alimento (UFFs)

¹¹ No presente capítulo (bem como na presente dissertação como um todo) todas as vezes em que aparecer a expressão Sistemas Agroflorestais (SAFs), toma-se como referência os Sistemas Agroflorestais Biodiversos e Multiestratificados, também chamados no Brasil de Sistemas Agroflorestais Sucessionais (ou ainda, Sistemas Agroflorestais Sintrópicos).

e Paisagens Urbanas Produtivas Contínuas (CPULs), a fim de verificar o grau de compatibilidade e congruência entre eles. A partir disso, para cada um dos conceitos, foram elencadas 12 características elementares, baseadas na literatura consultada, que foram então organizadas em 2 listas distintas (ver QUADRO 1). As listas foram ordenadas de modo a agrupar as respectivas características por similaridade, buscando atingir o máximo paralelismo entre os dois conceitos. Em cada linha encontram-se características semelhantes e/ou complementares entre as CPULs e as UFFs, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 - Características inerentes ou favorecidas por CPULs e UFFs

a	CPULs	UFFs	b
1a	Produção de Alimentos	Aumento da Segurança Alimentar	1b
2a	Conexão entre Fragmentos de Áreas Verdes	Aumento de Capacidade Fotossintética e Mitigação das Emissões de GEE	2b
3a	Espaços de Convívio ou Áreas de Lazer	Uso de Espaços Ociosos ou Mal Aproveitados	3b
4a	Contato com a Natureza	Atração de Fauna Silvestre	4b
5a	Contemplação da Natureza	Redução do Estresse e Promoção da Saúde Mental	5b
6a	Conexão com Infraestruturas Cinzas e Azuis	Diminuição das Ilhas de Calor	6b
7a	Beleza Cênica	Melhoria da Paisagem Urbana com Ambientes mais acolhedores	7b
8a	Corredores Ecológicos para Humanos	Sombra e Aumento da Umidade Relativa do Ar	8b
9a	Geração de Renda	Diversidade de Produtos	9b
10a	Aumento de Áreas de Infiltração de Água	Regulação Hídrica (menos enchentes e secas)	10b
11a	Trampolins Ecológicos	Criação de Habitats e Nichos para Fauna e Flora Silvestres	11b
12a	Melhoria das Condições Ambientais da Paisagem Urbana	Melhoria da Qualidade do Ar	12b

Fonte: elaborado pelo autor.

Para o conceito de Florestas Urbanas de Alimento basicamente foram considerados os trabalhos de Clark e Nicholas (2013), seus proponentes, e de Brito e Borelli (2020), que o aplicaram ao contexto brasileiro, inclusive com um estudo de caso. Além disso, muitas das características das UFFs são comuns a quaisquer tipos de “Florestas Urbanas”, e assim, como existe uma literatura mais ampla e consolidada sobre esse tema, também foram consideradas outras contribuições relevantes advindas deste campo (como BARRON *et al.*, 2016; DOBBS *et al.*, 2011; ESCOBEDO *et al.*, 2011; e outros). Em particular, nesse sentido, a pesquisa considerou também um trabalho importante e de maior abrangência desenvolvido por Salbitano *et al.* (2016), sob os auspícios da FAO, chamado “Guia para Floresta Urbana e Periurbana” (FAO, 2016).

Com relação ao conceito de CPUL, a presente pesquisa recorreu a uma série de artigos publicados pelos proponentes entre 2005 e 2018 (VILJOEN & BOHN, 2009; BOHN & VILJOEN, 2011; e outros), além de sua obra original, publicada em livro, em 2005, sob o título: “*Continuous Productive Urban Landscapes: Designing Urban Agriculture for Sustainable Cities*”¹² (VILJOEN, BOHN e HOWE, 2005). Existem relativamente poucos artigos de outros autores sobre o referido conceito, o que indica, entre outras coisas, que de fato há ainda pouca interlocução sobre ele na literatura internacional de uma forma geral (mesmo entre arquitetos e urbanistas) e ainda menos (ou quase nenhuma) entre pesquisadores de outras áreas, como agroecologia e sistemas agroflorestais.

Embora o Quadro 1 possa ser visto como um primeiro resultado (parcial e inicial) da pesquisa, construído a partir do levantamento bibliográfico e de sua análise conceitual, ele se constitui mais propriamente como uma etapa intermediária do processo de construção metodológica da presente pesquisa. Partindo dos dados iniciais, organizados no Quadro 1, as informações foram colocadas numa matriz de cruzamento entre as características das CPULs e das UFFs, na qual os SAFs são representados pelos pontos de intersecção

¹² Em tradução livre: “*Paisagens Urbanas Produtivas Contínuas: Projetando Agricultura Urbana para Cidades Sustentáveis*”. Obs.: com o objetivo de tornar o texto deste trabalho mais fluido e acessível a um público mais amplo, todas as citações diretas de trabalhos publicados originalmente em inglês que aparecerem no texto foram traduzidas para o português. Da mesma forma, todos os destaques que aparecem nas citações (negritos) foram inseridos para ressaltar os pontos mais relevantes nas passagens escolhidas.

entre os conceitos-chave (ver QUADRO 2). Dessa forma, com base na matriz, e a partir da análise comparativa entre as características das CPULs e UFFs, por um lado, e dos SAFs de outro, é possível avaliar em que medida os Sistemas Agroflorestais são capazes de abarcar simultaneamente as características de ambos os conceitos.

2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.4.1 - Integração dos conceitos (CPULs x UFFs)

Observando as características específicas de cada uma das propostas teóricas, pode-se perceber que, em linhas gerais, elas são bastante complementares. Enquanto o foco das UFFs é a criação de florestas de alimento dentro dos espaços urbanos, especialmente em espaços públicos, o foco das CPULs é a reordenação dos espaços urbanos a partir da interligação entre áreas verdes, de maneira planejada e conectada ao projeto urbanístico mais amplo, e com uma proposta explícita de inserir a produção de alimentos ao longo de toda a cidade. Assim, pode-se notar na Matriz Integradora de Conceitos (QUADRO 2) que de fato há uma ampla compatibilidade entre eles, e inúmeras possibilidades de complementaridade entre as características das UFFs e das CPULs.

É possível vislumbrar, por exemplo, que enquanto as UFFs propõem um aumento da segurança alimentar a partir do consumo dos alimentos fornecidos por árvores ou florestas urbanas, a proposta das CPULs necessariamente inclui a previsão e o planejamento de áreas produtivas interconectadas no meio urbano. Por outro lado, a conexão entre fragmentos de áreas verdes urbanas proposta pelas CPULs fortalece a mitigação das emissões de gases de efeito estufa pelo aumento da área de cobertura de copas (o que promove maior capacidade fotossintética e sequestro de carbono), que é uma das características inerentes à criação ou

ampliação de Florestas Urbanas (DOBBS *et al.*, 2016). Outro exemplo: a capacidade das UFFs de serem implementadas em espaços ociosos (terrenos baldios) ou mal aproveitados (áreas públicas subutilizadas, praças abandonadas etc.) permite que elas sejam integradas a outros espaços urbanos, como áreas de convívio ou de lazer, espaços multifuncionais integrados, e conectados a outras infraestruturas (verdes, cinzas e azuis), conforme o conceito das CPULs (FAO, 2016). A atração de fauna silvestre pela presença e aumento de áreas de Florestas Urbanas de Alimentos (com diversos frutos comestíveis também por animais silvestres) é um ponto que claramente amplia e facilita as possibilidades de acesso e contato com a natureza, não apenas florística, mas também faunística (EXANTUS, BEAUNE & CÉZILLY, 2021). Da mesma forma, a contemplação da natureza oferecida por uma integração mais ampla e contínua entre espaços verdes urbanos (com a criação de “corredores ecológicos para humanos”) promove uma melhoria geral no estado de saúde mental e na redução do estresse ocasionado pela vida urbana moderna (STOLTZ & SCHAFFER, 2018).

QUADRO 2 - Matriz Integradora dos Conceitos (SAFs x CPULs x UFFs)

SAFS	UFF	Aumentam Seg.Alimentar	Aumento de Capacidade Fotossintética e Mitigação das Emissões de GEE	Uso de Espaços Ociosos ou Mal Aproveitados	Atração de Fauna Silvestre	Redução do Estresse e Promoção da Saúde Mental	Diminuição das Ilhas de Calor	Melhoria da Paisagem Urbana, com Ambientes mais acolhedores	Sombra e Aumento da Umidade Relativa do Ar	Diversidade de Produtos	Regulação Hídrica (menos encharcamentos e secas)	Criação de Habitats e Nichos para Fauna e Flora Silvestres	Melhoria da Qualidade do Ar
CPUL	X												
Produz Alimento		X											
Conexão entre Fragmentos de Áreas Verdes			X										
Espaços de Convívio ou Áreas de Lazer				X									
Contato com a Natureza					X							X	
Contemplação da Natureza						X							
Conexão com IE Cinzas e Azuis							X						
Beleza Cênica								X					
Corredores Ecológicos Humanos									X				
Geração de Renda										X			
Aumento de Áreas de Infiltração de Água											X		
Trampolins Ecológicos					X							X	
Melhoria das Condições Ambientais da Paisagem Urbana													X

FONTE: elaboração do autor

Como se pode notar, os exemplos e as possibilidades de relação entre as características de ambos os conceitos são inúmeros e podem ser cruzados de muitas maneiras distintas e até mesmo recursivas, num princípio de retroalimentação, análogo ao que ocorre em muitos processos ecológicos, uma vez que os conceitos de CPULs e UFFs não se sobrepõem totalmente (ou seja, não são redundantes) mas, por outro lado, não são também mutuamente excludentes (i.e., são efetivamente complementares).

2.4.2 - As relações dinâmicas entre SAFs, CPULs e UFFs

No Quadro 2, nas células em verde, os Sistemas Agroflorestais são projetados para ocupar a posição de intersecção entre os conceitos de CPUL e UFF, de modo que podem ser comparados com cada característica tanto de um quanto de outro, e assim nos permitir verificar em que medida eles de fato conseguem satisfazer simultaneamente às características de ambos.

Dessa forma, tomemos alguns exemplos a seguir (alicerçados no Quadro 1): Os sistemas agroflorestais podem **(1a)** produzir muito mais alimentos por área do que sistemas meramente hortícolas (como é a proposta original das CPULs), porque podem otimizar a produção no tempo (com uso de espécies de diferentes ciclos) e no espaço (com o uso da estratificação), e assim **(1b)** promover um nível ainda maior de segurança alimentar para as comunidades urbanas¹³.

Sistemas Agroflorestais também podem **(9a)** potencializar a geração de renda pelo fato de **(9b)** produzirem alimentos em grande diversidade, o que também contribui para a segurança financeira dos produtores urbanos, diminuindo os riscos de perda mesmo numa eventual queda de produção ou preço de algum dos itens produzidos¹⁴.

SAFs podem servir como trampolins ecológicos **(11a)**, fornecendo **(11b)** habitats e nichos para a fauna e a flora silvestres, quando se constituem como

¹³ TAYLOR e LOVELL, 2021; BRITO e BORELLI, 2020; LOVELL *et al.*, 2017; CLARK e NICHOLAS, 2013.

¹⁴ MONTAGNINI e METZEL, 2017.

“ilhas” de biodiversidade em meio aos “desertos” urbanos¹⁵. Por outro lado podem funcionar como **(8a)** corredores ecológicos para humanos e animais quando interconectados ou implementados em extensões contínuas, aumentando **(8b)** as áreas de sombra e a umidade relativa do ar dentro do sistema, **(6b)** diminuindo as “ilhas de calor” urbanas, **(10a)** aumentando as áreas de captação e infiltração das águas de chuvas, possibilitando assim a recarga dos lençóis freáticos e **(10b)** auxiliando na regulação hídrica (o que diminui os extremos – especialmente as enchentes – em áreas urbanas)¹⁶.

Nesse contexto, através das técnicas específicas de manejos, em especial as podas das árvores, os sistemas agroflorestais produzem uma grande quantidade de biomassa vegetal e lignificada, que serve como cobertura do solo, potencializando a capacidade de absorção e retenção de água no sistema, o que reforça o papel dos SAFs como um potencial regulador da água na paisagem; além disso, essa mesma característica (o processo de produção acelerada de biomassa intensificado pelas podas constantes), estimula também o aumento da capacidade fotossintética do sistema **(2b)**, uma vez que induz à rebrota vigorosa das plantas, aumentando a sua capacidade de sequestro de carbono e gases de efeito estufa, o que contribui tanto para a **(6b)** regulação climática (diminuindo as ilhas de calor), quanto atmosférica **(12b)** (melhorando a qualidade do ar urbano)¹⁷.

Devido à sua capacidade sistêmica de “melhoria das condições ambientais da paisagem urbana” **(12a)**, e seu potencial de **(6a)** conectar infraestruturas cinzas (paisagem construída), **(2a)** áreas verdes e infraestruturas azuis (as águas da paisagem), os SAFs melhoram todas as características estéticas e funcionais da paisagem urbana, criando ambientes mais acolhedores **(7b)**, promovendo a saúde mental e redução do estresse da vida moderna **(5b)**, criando espaços de convívio e lazer **(3a)**, permitindo o **(4a)** contato e **(5a)** a contemplação direta da

¹⁵ ROCKWELL *et al.*, 2022; TAYLOR e LOVELL, 2021; UTHAPPA *et al.*, 2017; FAO, 2016; JOSE, 2009.

¹⁶ MARTINI, BIONDI e BATISTA, 2018; ROELAND *et al.*, 2019; STOLTZ e SCHAFFER, 2018; FAO, 2016; JOSE, 2009.

¹⁷ ANDRADE, PASINI e SCARANO, 2020; YOUNG, 2017.

natureza, promovendo a beleza cênica na paisagem **(7a)**, e fornecendo uma função social, ambiental e lúdica para **(3b)** espaços urbanos antes abandonados, ociosos ou mal aproveitados¹⁸.

Conectando os fragmentos das distintas tipologias de áreas verdes na cidade **(2a)**, também **(4b)** promovem e favorecem uma maior atração da fauna silvestre.

Desse modo, conforme o esquema metodológico proposto no item 3.1 (ver Quadro 1), o Quadro 3 apresenta as características das CPULs e UFFs contempladas pelos SAFs. É possível observar que os Sistemas Agroflorestais podem suprir, direta ou indiretamente, todas as necessidades tanto das CPULs quanto das UFFs. Mas existem ainda características dos SAFs que não estão contidas em nenhum dos conceitos-chave, e que podem potencializar ainda mais os efeitos benéficos pretendidos por ambos, como a aceleração da produção de biomassa vegetal e matéria orgânica para a cobertura do solo, geradas por práticas e técnicas específicas de manejo agroecológico do solo e das plantas no sistema agroflorestal.

Quadro 3 - Características das CPULs e UFFs contempladas pelos SAFs.

	CPULs	SAFs		UFFs	
1	Produção de Alimentos	V	V	Aumento da Segurança Alimentar	1
2	Conexão entre Fragmentos de Áreas Verdes	V	V	Aumento de Capacidade Fotossintética e Mitigação das Emissões de GEE	2
3	Espaços de Convívio ou Áreas de Lazer	V	V	Uso de Espaços Ociosos ou Mal Aproveitados	3
4	Contato com a Natureza	V	V	Atração de Fauna Silvestre	4
5	Contemplação da Natureza	V	V	Redução do Estresse e Promoção da Saúde Mental	5
6	Conexão com Infraestruturas Cinzas e Azuis	V	V	Diminuição das Ilhas de Calor	6

¹⁸ TAYLOR e LOVELL, 2021; STOLTZ e SCHAFFER, 2018; FAO, 2016.

7	Beleza Cênica	V	V	Melhoria da Paisagem Urbana, com Ambientes mais acolhedores	7
8	Corredores Ecológicos para Humanos	V	V	Sombra e Aumento da Umidade Relativa do Ar	8
9	Geração de Renda	V	V	Diversidade de Produtos	9
10	Aumento de Áreas de Infiltração de Água	V	V	Regulação Hídrica (menos enchentes e secas)	10
11	Trampolins Ecológicos	V	V	Criação de Habitats e Nichos para Fauna e Flora Silvestres	11
12	Melhoria das Condições Ambientais da Paisagem Urbana	V	V	Melhoria da Qualidade do Ar	12

Fonte: elaborado pelo autor.

2.4.3 - Os Sistemas Agroflorestais como estratégia para a criação de Paisagens Urbanas Produtivas Contínuas

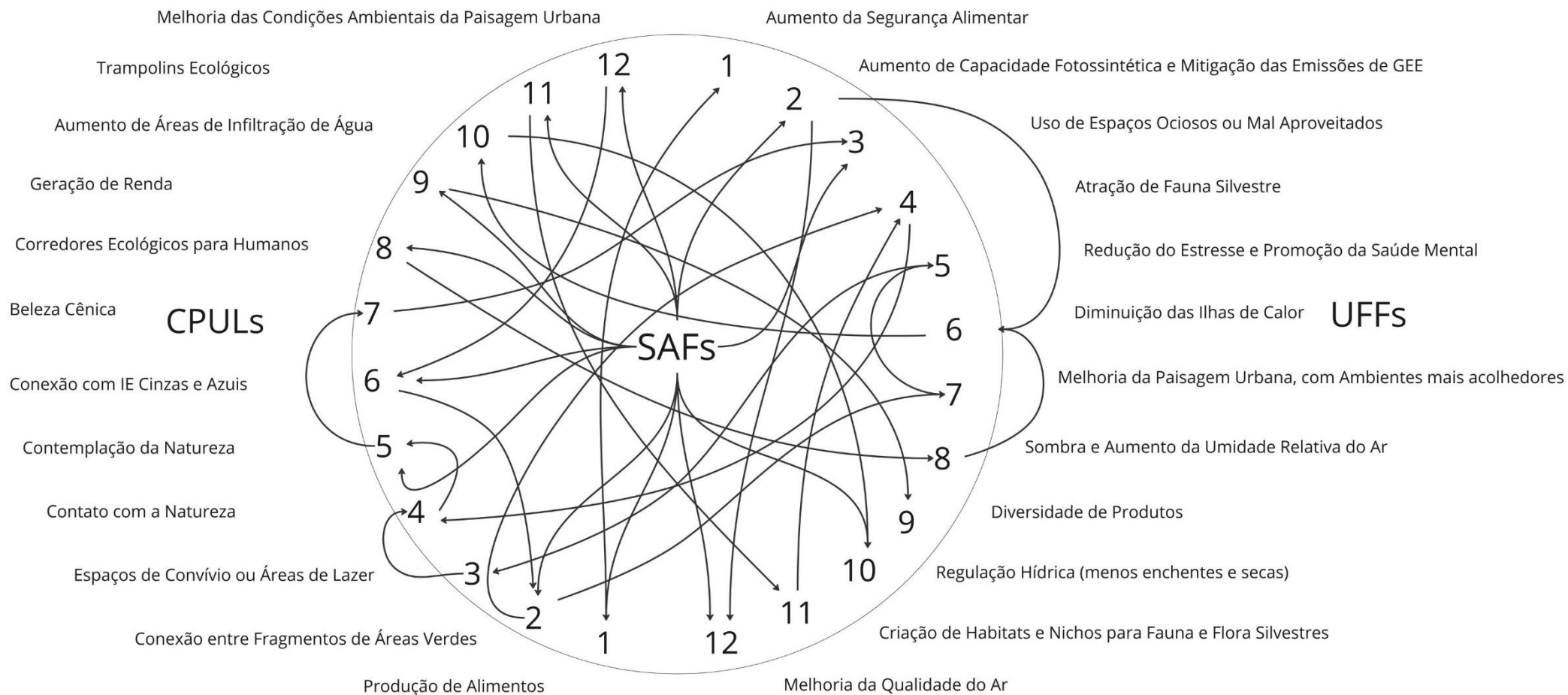
Sistemas Agroflorestais Sucessionais (multiestratificados e biodiversos) são sistemas de cultivo que buscam imitar o funcionamento de sistemas naturais complexos (como uma floresta tropical) e aplicar seus princípios às necessidades humanas, particularmente à agricultura (ANDRADE, PASINI & SCARANO, 2020). Como *soluções baseadas na natureza* (NBSs)¹⁹, as agroflorestas mimetizam florestas naturais para produzir mais alimentos e recursos úteis ao ser humano (YOUNG, 2017). Assim, tal como em sistemas naturais complexos, os SAFs tendem a apresentar características ecológicas de recursividade, redundância e retroalimentação, as quais fortalecem a sua resiliência e a sua capacidade de fornecer serviços ecossistêmicos.

O diagrama apresentado na Figura 1 (a seguir) é uma representação gráfica das relações e dinâmicas descritas no texto (item 4.2), entre as características dos SAFs, CPULs e UFFs. Neste diagrama, as setas partem sempre do centro da imagem, ou seja, de alguma característica intrínseca ou potencial dos Sistemas Agroflorestais, indo em direção a uma das 12 características das UFFs ou

¹⁹ Ver STEWART *et al.* (2022) e PLIENINGER *et al.* (2020).

das CPULs, com a qual se pode estabelecer uma correlação direta. A partir daí, estabelece-se uma nova relação diretamente vinculada a outra característica das UFFs ou CPULs, a qual também é contemplada pelos SAFs, e assim sucessivamente. Dessa forma criam-se “trilhas” de conexões entre características das *Florestas Urbanas* e ou das *Paisagens Contínuas* que são abarcadas ou diretamente conectadas a características dos *Sistemas Agroflorestais*.

FIGURA 1 - Diagrama com representação das relações dinâmicas entre SAFs, CPULs e UFFs



FONTE: elaboração do autor

Uma das características mais interessantes dos Sistemas Agroflorestais, tal como o entendemos no âmbito desta pesquisa, e que é evidenciada pela FIGURA 1, é justamente seu princípio de retroalimentação, e o quanto essa característica pode ser benéfica e útil em ambientes urbanos, potencializando tanto os benefícios fornecidos pelas Florestas Urbanas de Alimento quanto os sugeridos pela integração das Paisagens Produtivas de forma contínua e interconectada dentro das Paisagens Urbanas (conforme proposto pelas CPULs). Além disso, a Figura 1 sugere também a possibilidade de características emergentes e sinérgicas que podem ser oferecidas à ecologia das paisagens urbanas por uma proposta como essa, em que a produção de alimentos orgânicos e agroecológicos possa fortalecer de maneira sistêmica a saúde e qualidade de vida da população local, agregando inúmeros benefícios e serviços ecossistêmicos e criando novos “nichos” e ambientes de convívio e contato constante com a natureza, integrados (e não em conflito) com o espaço urbano.

Dentro dessa mesma proposta (de integração dos SAFs com CPULs e UFFs), muitas características específicas poderiam ainda ser exploradas em relação ao planejamento e manejo dos recursos e “resíduos” florestais urbanos, como por exemplo as podas das árvores. Ao invés de ser um “problema” para as cidades e para os gestores urbanos, gastando dinheiro com a manutenção das vias públicas (o que alguns autores consideram como “desserviços ambientais” – ver, por exemplo, ESCOBEDO *et al.*, 2011), as podas poderiam ser um recurso extremamente lucrativo para as cidades sob diversos pontos de vista.

Em primeiro lugar, se as prefeituras realizassem constantemente as podas e trituração do material podado no próprio local da intervenção (ou próximo a ele) economizariam grandes quantidades de combustível e de trabalho com o transporte desse material podado até os pátios onde costumam ser tratados esses resíduos, para posterior transporte de volta a vários pontos da cidade; também economizariam o espaço de acumulação do material, simplificando a logística urbana de manutenção destas áreas. Além disso – e muito mais importante –, a deposição imediata do material triturado sobre o solo de onde ele saiu, garante não apenas que o sistema não perca a energia acumulada por tanto tempo, como

possa se beneficiar diretamente da biomassa e nutrientes produzidos e acumulados localmente, aumentando significativamente a qualidade e saúde do solo e acelerando a produção de matéria orgânica de alta qualidade (baseada em madeira/lignina); aumentando também a capacidade de armazenamento, infiltração, recarga e drenagem de água do solo, o que é um dos maiores problemas da infraestrutura urbana, com solos excessivamente impermeabilizados, gerando riscos à saúde e à vida da população, altos custos de manutenção e gastos com a reparação de danos - a esse respeito pode-se consultar o artigo de [VEIGA D'ANGELIS \(2023\)](#) sobre a experiência da *primeira Agrofloresta Urbana pública de São Paulo*.

Todas essas características emergentes e sinérgicas (entre muitas outras) estão altamente interconectadas e apontam para a grande capacidade dos sistemas agroflorestais urbanos em fornecer, de maneira sistêmica e consistente, uma enorme gama de serviços ecossistêmicos e ambientais que são retroalimentadores e, portanto, podem fortalecer a resiliência dos ecossistemas urbanos de várias formas: ajudando a mitigar uma vasta quantidade de impactos e riscos ambientais; a frear ou até mesmo reverter (localmente) as mudanças climáticas; e a enfrentar um dos maiores problemas sociais do nosso tempo, que é a fome causada pelo monopólio das cadeias agroalimentares globais, produzindo alimentos localmente e fortalecendo as cadeias curtas de produção, comercialização e consumo (o que também agrega inúmeros valores sociais e ambientais e economiza custos de produção, transporte e logística para as cidades).

2.5 CONCLUSÕES

Por meio da matriz construída e apresentada neste capítulo (QUADRO 2), bem como das análises feitas a partir dela (sintetizadas na FIGURA 1), pode-se concluir que de fato os Sistemas Agroflorestais Urbanos possuem um grande potencial para servir como uma estratégia e um meio para a construção de *Paisagens Urbanas Produtivas Contínuas* conectadas à *Florestas Urbanas de Alimento*. Dito de outra forma, os SAFs urbanos demonstram ser uma tipologia

de Infraestrutura Verde capaz de ser utilizada como um método eficaz para conectar as propostas das UFFs com as CPULs.

Contudo, os resultados aqui apresentados são entendidos como um ponto de partida para essa reflexão e, nesse sentido, podem servir, futuramente, para o aprofundamento de outros temas de grande relevância no campo dos Sistemas Agroflorestais, como os Serviços Ecossistêmicos fornecidos por Agroflorestas Urbanas (conforme apresentado e desenvolvido no Capítulo 2 desta dissertação), bem como de seus indicadores, à luz deste quadro de referência acerca das características e potencialidades dos SAFs Urbanos, conforme apresentado e sugerido no presente capítulo.

2.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, D.; PASINI, F.; SCARANO, F. R. [Syntropy and innovation in agriculture](#). **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 45, p. 20–24, 1 ago. 2020.

ARTMANN, M.; SARTISON, K. [The Role of Urban Agriculture as a Nature-Based Solution: A Review for Developing a Systemic Assessment Framework. Sustainability \(Switzerland\)](#), v. 10, n. 6, 2018.

BARRON, S.; SHEPPARD, S. R. J.; CONDON, P. M. [Urban Forest Indicators for Planning and Designing Future Forests](#). **Forests**, v. 7, n. 208, 2016.

BOHN, K.; VILJOEN, A. More space with less space: An urban design strategy. In: [Continuous Productive Urban Landscapes: Designing Urban Agriculture for Sustainable Cities | Andre Viljoen, Katrin Bohn and Joe Howe \(Editors\)](#). Londres: **Routledge**, 2005, p. 10–16.

BOHN, K.; VILJOEN, A. [The Edible City: Envisioning the Continuous Productive Urban Landscape \(CPUL\)](#). **Field: a Free Journal for Architecture**, v. 4, n. 1, p. 149–161, 2011.

BRITO, V. V.; BORELLI, S. [Urban food forestry and its role to increase food security: A Brazilian overview and its potentialities](#). **Urban Forestry and Urban Greening**, v. 56, n. June, 2020.

CLARK, K. H.; NICHOLAS, K. A. [Introducing Urban Food Forestry: A Multifunctional Approach to Increase Food Security and Provide Ecosystem Services](#). **Landscape Ecology**, v. 28, n. 9, p. 1649–1669, 2013.

DEH-TOR, C. M. [TORNAGHI, C. & DEHAENE, M.]. [Da agricultura urbana para um urbanismo agroecológico: a via transformadora da agroecologia urbana \(política\)](#). In: Tornaghi, C. & Hoekstra, F. (Eds.). **Revista de Agricultura Urbana**, n. 33. RUAF: novembro de 2017.

DOBBS, C.; ESCOBEDO, F. J.; ZIPPERER, W. C. A. [A framework for developing urban forest ecosystem services and goods indicators](#). **Landscape and Urban Planning**, v. 99, p. 196–206, 2011.

ESCOBEDO, F. J.; KROEGER, T.; WAGNER, J. E. [Urban forests and pollution mitigation: Analyzing ecosystem services and disservices](#). **Environmental Pollution**, v. 159, p. 2078-2087, 2011.

EVANS, D. L.; FALAGÁN, N.; HARDMAN, C. A.; KOURMPETLI, S.; LIU, L.; MEAD, B. R.; DAVIES, J. A. C. [Ecosystem service delivery by urban agriculture and green infrastructure – a systematic review](#). **Ecosystem Services**, v. 54, 2022.

EXANTUS, J-M.; BEAUNE, D.; CÉZILLY, F. [The relevance of Urban Agroforestry and urban remnant forest for avian diversity in a densely-populated developing country: The case of Port-au-Prince, Haiti](#). **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 63, 1 ago. 2021.

FAO. 2016. Guidelines on Urban and Peri-Urban Forestry, by F. Salbitano; S. Borelli; M. Conigliaro & Y. Chen. **FAO Forestry Paper No. 178**. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations.

JOSE, S. [Agroforestry for Ecosystem Services and Environmental Benefits: an overview](#). **Agroforestry Systems**, v. 76, n. 1, p. 1–10, 2009.

KABASHIMA, Y.; ANDRADE, M. L. F.; GANDARA, F. B.; TOMAS, F. L. [Sistemas Agroflorestais em Áreas Urbanas](#). **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 4, n. 3, p. 01–20, 2009.

KONIJNENDIJK, C. & GAUTHIER, M. Urban Forestry for Multifunctional Urban Land Use. In: VEENHUIZEN, R. V. (ed.). **Cities Farming for the Future**. Publisher: RUAF, IDRC, IIRR, 2006, cap. 14. pp. 414-431.

LONSDORF, E. V.; NOOTENBOOM, C.; JANKE, B.; HORGAN, B. P. [Assessing Urban Ecosystem Services Provided by Green Infrastructure: Golf courses in the Minneapolis-St.Paul metro area](#). **Landscape and Urban Planning**, v. 208, 2021.

LOVELL, S. T.; DUPRAZ, C.; GOLD, M.; JOSE, S.; REVORD, R.; STANEK, E.; WOLZ, K. J. [Temperate agroforestry research: considering multifunctional woody polycultures and the design of long-term field trials](#). **Agroforestry Systems**, v. 92, n. 5, p. 1-19, 2017.

MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A. [A Influência das Diferentes Tipologias de Floresta Urbana no Microclima do Entorno Imediato](#). **Ciência Florestal**, v. 28, n. 3, p. 997-1007, 2018.

MONTAGNINI, F.; METZEL, R. The Contribution of Agroforestry to Sustainable Development Goal 2 (Chapter 2). In: [Integrating Landscapes: Agroforestry for Biodiversity Conservation and Food Sovereignty - Florencia Montagnini \(Editor\) | Advances in Agroforestry \(vol. 12\)](#). Switzerland: **Springer International Publishing AG**, 2017.

PLIENINGER, T.; MUÑOZ-ROJAS, J.; BUCK, L. E.; SCHERR, S. J. [Agroforestry for sustainable landscape management](#). **Sustainability Science**, v. 15, p. 1255–1266, 2020.

ROCKWELL, C. A.; CROW, A.; GUIMARÃES, E. R.; RECINOS, E.; LA BELLE, D. [Species Richness, Stem Density, and Canopy in Food Forests: Contributions to Ecosystem Services in an Urban Environment](#). **Urban Planning**, v. 7, n. 2, p. 139–154, 2022.

ROELAND, S.; MORETTI, M.; AMORIM, J. H.; BRANQUINHO, C.; FARES, S.; MORELLI, F. *et al.* [Towards an integrative approach to evaluate the environmental ecosystem services provided by urban forest](#). **Journal of Forestry Research**, v. 30, n. 6, p. 1981–1996, 2019.

STEWART, S. B.; O'GRADY, A. P.; MENDHAM, D. S.; SMITH, G. S.; *et al.* [Digital Tools for Quantifying the Natural Capital Benefits of Agroforestry: A Review](#). **Land**, v. 11, n. 10, 1 out. 2022.

STOLTZ, J.; SCHAFFER, C. [Salutogenic Affordances and Sustainability: Multiple Benefits With Edible Forest Gardens in Urban Green Spaces](#). **Frontiers in Psychology**, v. 9, 4 dec. 2018.

TAYLOR, J.; LOVELL, S. [Designing multifunctional urban agroforestry with people in mind](#). **Urban Agriculture and Regional Food Systems**, v. 6, n.1, p. 1-22, jan. 2021.

UTHAPPA, A. R.; CHAVAN, S. B.; HANDA, A. K.; NEWAJ, R.; KUMAR, D.; SRIDHAR, K. B.; CHATURVEDI, O. P. [Agroforestry - A Sustainable Solution to Address Climate Change Challenges](#). pp. 1 - 22. *In*: GUPTA *et al.* (Eds), **Agroforestry for Increased Production and Livelihood Security**, New India Publishing Agency. New Delhi, 2017.

VEIGA D'ANGELIS, G. M. [A Primeira Agrofloresta Pública de São Paulo](#). **Perma**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. e11202301, 2023. Disponível em: <http://redepermacultura.ufsc.br/perma/index.php/revista/article/view/10>. Acesso em: set. 2023.

VILJOEN, A.; BOHN, K. & HOWE, J. (Eds.). [Continuous Productive Urban Landscapes: Designing Urban Agriculture for Sustainable Cities.](#) Londres: **Routledge**, 2005. 319p.

VILJOEN, A.; BOHN, K. [Continuous Productive Urban Landscape \(CPUL\): Essential Infrastructure and Edible Ornament.](#) **Open House International**, v. 34, n. 2, p. 50–60, 2009.

YOUNG, K. J. *Mimicking Nature: A Review of Successional Agroforestry Systems as an Analogue to Natural Regeneration of Secondary Forest Stands* (Chapter 8). In: [Integrating Landscapes: Agroforestry for Biodiversity Conservation and Food Sovereignty - Florencia Montagnini \(Editor\) | Advances in Agroforestry \(vol. 12\).](#) Switzerland: **Springer International Publishing AG**, 2017.

3. CAPÍTULO 2 – SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS AGROFLORESTAIS URBANOS

3.1 RESUMO

Serviços Ecosistêmicos (SEs) podem ser definidos como os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas. O conceito, desenvolvido ao longo de décadas por inúmeros pesquisadores alinhados com a abordagem da economia ecológica, a fim de tornar mais evidente às pessoas o valor (tangível e intangível) que os ecossistemas têm para o ser humano, tornou-se a principal referência para a realização de avaliações de “custo-benefício” em relação aos investimentos humanos, principalmente quanto às suas intervenções na paisagem *versus* os benefícios potenciais que se pode obter ou perder a partir delas. Florestas e Agroflorestas possuem um enorme potencial para mitigação de impactos nos ecossistemas urbanos, e podem ser consideradas como uma infraestrutura básica para a regulação do ecossistema urbano, fornecendo inúmeros SEs e melhorando consideravelmente a paisagem das cidades. Entretanto, para avaliar o seu real potencial na prestação de tais *serviços* necessita-se de bons *indicadores*. Assim, através de revisão e análise bibliográfica, o objetivo deste capítulo foi levantar o mais completo conjunto de indicadores para avaliação de florestas e agroflorestas urbanas. A partir desse levantamento a pesquisa desenvolveu uma metodologia própria para a “parametrização dos dados”, a fim de torná-los diretamente comparáveis. Tal metodologia é descrita e discutida detalhadamente ao longo do capítulo. Os principais resultados podem ser resumidos no quadro síntese comparativo final, contendo um conjunto de 86 indicadores sobre 17 serviços ecosistêmicos fornecidos por florestas ou agroflorestas urbanas, além da própria metodologia aqui desenvolvida.

Palavras-chave: *Serviços Ecosistêmicos* (SEs); *Indicadores*; Florestas Urbanas; Agroflorestas Urbanas.

3.2 INTRODUÇÃO

3.2.1 - O Valor da Biosfera Terrestre

Em 1997, um conjunto de 13 cientistas publicou um artigo na revista *Nature* sobre o *valor dos serviços ecossistêmicos e do capital natural do mundo* (COSTANZA *et al.*, 1997). Embora diversos outros estudos tivessem sido conduzidos nos anos anteriores visando estimar os valores de distintos serviços, os dados estavam dispersos na literatura, o que motivou os autores a reunir esforços e juntar essa grande quantidade de dados para, segundo eles, torná-los úteis tanto a outros pesquisadores quanto para a sociedade em geral (*ibid.*). Sobre a motivação para a pesquisa os autores afirmam:

Embora reconheçamos que existem muitos problemas conceituais e empíricos inerentes à produção de tal estimativa, pensamos que esse exercício é essencial para: **(1)** tornar mais aparente a gama de valores potenciais dos serviços dos ecossistemas; **(2)** estabelecer pelo menos uma primeira aproximação da magnitude relativa de serviços ecossistêmicos globais; **(3)** estabelecer uma estrutura para futuras análises; **(4)** apontar as áreas que mais precisam de pesquisa; e **(5)** estimular pesquisas e debates adicionais (COSTANZA *et al.*, 1997).

Dessa forma, esse trabalho representou a primeira tentativa de avaliação e valoração (estimativa) de quanto custariam monetariamente o conjunto de serviços ecossistêmicos de toda a biosfera. O valor global dos serviços ecossistêmicos (SEs) foi então estimado como sendo da ordem de 33 trilhões de dólares por ano em média²⁰ (com base nos valores da moeda americana de 1995), o que representava praticamente o dobro de todo o PIB global na mesma época (COSTANZA *et al.*, 1997).

Em 2014, Costanza e outros colaboradores publicaram uma “atualização” dessa proposta, na qual estimaram o valor global dos SEs

²⁰ Os autores salientam que essa **média** deve ser considerada um valor mínimo, devido às dificuldades em realizar tais estimativas com precisão, frente a um número grande de variáveis. Afirmam, portanto, que os valores apontados são certamente subestimados em relação à realidade. Embora apresentem esse valor como média, a variação estimada apresentou valores de até **54 trilhões** para o conjunto dos SEs, o que seria equivalente a três vezes o valor do PIB global de então (US\$ 18 trilhões, segundo COSTANZA *et al.*, 1997).

(considerando dados atualizados apenas até 2011, com base nos valores do dólar americano de 2007) entre \$125²¹ a \$145 trilhões de dólares (COSTANZA *et al.*, 2014). Para se ter uma ideia da magnitude desses valores, somente em 2022 o PIB global atingiu a casa dos [\\$100 trilhões](#) de dólares pela primeira vez na história econômica mundial, conforme Cameron (2021). Ou seja, o valor dos SEs globais de 2011 chega a ser quase 50% maior do que o PIB global de 2022.

Entretanto, os autores também avaliaram os dados sobre a redução de áreas naturais e sua consequente diminuição ou perda da capacidade em fornecer *serviços ecossistêmicos* devido às mudanças no uso do solo ocorridas entre os anos de 1997 e 2011 (último ano de dados considerados nessa pesquisa). Assim, segundo eles, a perda dos SEs nesse período foi estimada como sendo da ordem de \$ 4,3 a \$ 20,2 trilhões de dólares ao ano (COSTANZA *et al.* 2014). Embora todas as estimativas apontem consistentemente para valores dos SEs da ordem de no mínimo 2 vezes o valor do PIB global, é evidente que as pressões sobre os ecossistemas em relação ao fornecimento de serviços e principalmente de “recursos” naturais têm aumentado continuamente, à medida em que há um aumento cada vez maior da população mundial, concomitantemente a um aumento sistemático da exploração predatória desses mesmos recursos (como mineração, pesca marinha, água mineral, petróleo, recursos florestais etc.), conforme demonstram inequivocamente os dados coligidos por Steffen *et al.* (2015) e Lewis e Maslin (2015).

Por outro lado, em que pesem todas as dificuldades de se realizar estimativas razoavelmente aceitáveis sobre os valores tangíveis dos Serviços Ecossistêmicos (como as aqui apresentadas), verifica-se não apenas a contribuição essencial dos ecossistemas naturais para a nossa sobrevivência (ou seja, nossa dependência absoluta destes sistemas), mas também o fato de que todo e qualquer valor produzido pelas sociedades humanas provém diretamente de recursos naturais e serviços que obtemos continuamente dos

²¹ Valor considerando as perdas de área total de ecossistemas naturais, devido a mudanças no uso do solo (degradação ambiental) entre os anos de 1997 e 2011 e, portanto, demonstrando já uma perda de 20 trilhões de dólares ao ano em sua capacidade de fornecer SEs, comparado ao cenário e sua capacidade potencial anterior ao ano de 1997.

ecossistemas (como água limpa, ar puro, madeira, frutas, remédios, animais, matérias-primas em geral etc.)²². Assim, em sentido mais estrito (e mais próximo a uma compreensão realista dos processos econômicos, i.e., de que esses são necessariamente dependentes dos limites e capacidades dos sistemas ecológicos), a despeito dos valores “estimáveis” monetariamente, o valor total dos *Serviços Ecossistêmicos* para a economia global é virtualmente **infinito**, uma vez que “se perdêssemos todos os serviços ecossistêmicos a vida humana terminaria” (CHAISSON, 2002; COSTANZA *et al.*, 2014).

A esse respeito, a seguinte passagem de Costanza *et al.* (1997) resume bem este debate:

Na verdade, uma maneira adicional de pensar sobre o valor dos serviços ecossistêmicos **é determinar o que custaria replicá-los em uma biosfera artificial produzida tecnologicamente**. Experiências com missões espaciais tripuladas e com [o projeto] Biosfera II no Arizona indicam que essa é uma proposta extremamente cara e complexa. A Biosfera I (a Terra) é um prestador de serviços de suporte à vida humana muito eficiente e de baixo custo. Assim, podemos considerar a **classe geral de capital natural como essenciais ao bem-estar humano**. Zero capital natural implica em zero bem-estar humano, pois não é possível substituir, na totalidade, o capital natural por capital puramente 'não-natural'. Capital humano [serviços] e manufaturado requerem capital natural para sua construção. Portanto, não é muito significativo perguntar o valor total do capital natural para o bem-estar humano (...). Não tem sentido perguntar qual é o valor da atmosfera para a humanidade, ou qual é o valor das rochas e da infraestrutura do solo como sistemas de apoio. **Seu valor total é infinito**. (COSTANZA *et al.*, 1997)

3.2.2 - Bens, Serviços, Benefícios e Funções Ecossistêmicas

Os *Serviços Ecossistêmicos* costumam ser definidos, de uma forma geral, como “os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas” (MEA - Millennium Ecosystem Assessment, 2005), quer sejam percebidos ou não pelos seres humanos (e pela sociedade em geral), e derivados direta ou indiretamente do funcionamento dos ecossistemas naturais. De acordo com Costanza (2008),

²² A única exceção, digna de nota, por sinal, seriam os **serviços** produzidos pelas pessoas, incluindo aí toda e qualquer manufatura e outros serviços de manejo direto ou indireto de recursos (*bens*) ou de *serviços da natureza*. Mas, mesmo aí, “nada se cria” pelo ser humano a partir “do nada”, mas sim de transformações de matéria, energia e outros serviços originados pelo sistema Terra.

essa é uma boa definição justamente por ser “apropriadamente ampla e apropriadamente vaga”, uma vez que:

A abordagem econômica convencional para “benefícios” é muito restrita a esse respeito e tende a limitar benefícios apenas para aqueles que as pessoas percebem e estão “dispostas a pagar” em algum sentido real ou contingente. (COSTANZA, 2008)

Dessa forma, embora não haja um consenso em relação ao conceito e sua definição, e existam diferentes tipologias e propostas de classificação, os SEs são largamente aceitos e utilizados na comunidade científica internacional, nas mais diversas áreas do conhecimento, especialmente hoje em dia (e cada vez mais), no contexto das discussões globais acerca da pauta da **emergência climática** e do aquecimento global, causados principalmente pelo aumento das emissões de gases de efeito estufa, e de maneira mais ampla pela destruição dos ecossistemas e sistemas de regulação natural de toda a biosfera terrestre. Assim, a utilização desse conceito é bastante útil ao propiciar um diálogo inteligível com as mais diversas áreas e campos do conhecimento humano sobre a biosfera, sendo, portanto, relevante e necessário à discussão aqui proposta, i.e., ao debate sobre o uso de Sistemas Agroflorestais como Infraestruturas Verdes capazes de mitigar os impactos negativos da ocupação e uso atual dos solos urbanos.

Nesse sentido, o uso dos SEs como parâmetro para avaliação de indicadores sobre os benefícios gerados por Florestas Urbanas foi unânime em todos os trabalhos e autores pesquisados na presente dissertação. Os *serviços ecossistêmicos* são a referência-padrão para esse tipo de análise, por uma série de razões, parcialmente explicadas acima, e sua importância é corroborada pela existência de uma vasta e robusta literatura científica internacional de pelo menos 25 anos sobre o tema (produção essa que se intensificou ao longo do tempo, na mesma medida em que os eventos climáticos negativos se tornaram cada vez mais frequentes).

No entanto, observou-se na literatura que muitos trabalhos que se utilizam das categorias e do conceito de SE, o fazem de maneira parcial e, por vezes, de forma arbitrária, escolhendo um ou outro serviço para análise, sem um olhar mais criterioso para a abordagem conceitual/teórica da qual está partindo.

Isso traz fragilidade e inconsistência para as análises em questão e, entre outros problemas, dificultam a comparação com outros estudos ou pesquisas na área.

Partindo de tal constatação, na presente pesquisa buscou-se encontrar autores e trabalhos que apresentassem propostas já sistematizadas sobre o conceito de Serviços Ecossistêmicos (inclusive com discussões explícitas sobre isso, quando possível), assim como, em especial, aqueles que, eventualmente, propusessem quaisquer conjuntos de indicadores de benefícios ou serviços ecossistêmicos oferecidos por florestas urbanas. Dentro de tais critérios, os principais trabalhos encontrados e considerados para essa etapa da pesquisa foram: Costanza *et al.* (1997; 2017), Jose (2009); Dobbs *et al.* (2011); Escobedo *et al.* (2011); Barron *et al.* (2016); Lovell *et al.* (2017); e Hirschfeld e Van Acker (2021).

Porém, algumas divergências importantes e complexas entre esses autores, no que se refere ao escopo conceitual, precisam ser consideradas com certa atenção. À medida que o tema foi se tornando cada vez mais debatido ao longo dos anos, diversos autores sentiram a necessidade de buscar uma sistematização e uniformização do campo (e de fato, ocorreram diversas tentativas)²³. Porém, devido à natureza inerentemente complexa do tema, e à característica essencialmente dinâmica que é intrínseca a qualquer sistema vivo e aos ecossistemas naturais, todas as tentativas de criar uma classificação definitiva ou absoluta falharam necessariamente. A esse respeito, um debate importante, em uma troca de artigos na revista *Biological Conservation*, aconteceu entre Wallace (2007), Wallace (2008) e Costanza (2008), no qual os dois autores argumentaram sobre as categorias e necessidades de definir um único sistema de classificação ou não. Embora o debate seja rico em si mesmo, e ambos os autores apresentem bons argumentos, a falha do primeiro se deve justamente ao fato de desejar criar um único sistema “válido”, e não perceber a natureza inevitavelmente plural e mutável dos processos ecossistêmicos (por um lado) e humanos (socioculturais e econômicos, por outro).

²³ COSTANZA *et al.*, 1997; DE GROOT *et al.*, 2002; MEA, 2005; WALLACE, 2007; TEEB, 2010; CICES, 2013; COSTANZA *et al.*, 2017.

Um dado importante é que, de fato, há muitas confusões entre os conceitos. Autores diferentes possuem visões diferentes sobre o escopo de cada termo, i.e., até onde se estende o seu significado e, ainda, com que nuances. Como todas as palavras, os termos “técnicos” que não possuam uma definição rigorosa e consensual em seu próprio campo (como é o caso aqui), estão também suscetíveis a variações em suas acepções e interpretações. Assim, termos como *bens*, *serviços*, *valores*, *funções*, *processos* e *benefícios* ecossistêmicos (entre outros), estão ainda em constante “negociação” entre os pesquisadores da área.

Indo além, pode-se dizer que as razões principais dessa divergência repousam sobre duas questões: uma primeira questão diz respeito à abordagem ou enfoque teórico principal adotado - se mais “ecológico” ou mais “econômico” (e dentro deste, pode-se dizer ainda, se a partir de um paradigma econômico mais “neoclássico” ou mais “ecológico”); a segunda questão, já mencionada, diz respeito ao que se pode chamar de “campo semântico”, ou seja, a percepção do valor relativo de cada conceito dentro de um campo teórico mais amplo. Isto quer dizer que o valor - ou melhor, o **significado** - do conceito de “bem” ou “serviço” ecossistêmico irá variar de acordo com as concepções mais amplas de cada autor, inclusive enquanto indivíduo, ou seja, dentro não apenas de uma perspectiva teórica e técnica, mas também dentro de sua perspectiva “subjéctiva” ou “cosmológica” particular (i.e., sua “visão de mundo” individual).

Assim, no cruzamento dessas duas questões encontra-se um longo e complexo debate a respeito da “valoração” desses serviços da natureza, estritamente relacionados com os “significados” a eles atribuídos (e vice e versa), que vão desde: o que tem valor para o ser humano; o que pode ou deve (ou não) ser valorado/mensurado; quais os métodos possíveis e mais adequados para esse fim; se a valoração da natureza deve ser realizada em termos monetários ou não-monetizáveis (e se existe ou não alguma implicação ética nisso); até a questão de se existem diferenças relevantes entre *bens*, *serviços* e *funções* e se vale a pena ou faz sentido procurar diferenciá-las.

Em seu artigo de revisão intitulado “[*Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go?*](#)”, Costanza *et al.* (2017) apresentam uma discussão pertinente sobre o tema, defendendo a ideia

de que, apesar de tudo, tais diferenças, quase “idiossincráticas”, não são essenciais para o debate e que, portanto, não devem ocupar o centro da discussão (COSTANZA *et al.*, 2017).

Segundo eles, alguns autores argumentam que existe uma ‘cascata’ indo das *funções* ecossistêmicas para os *serviços*, depois para os *benefícios*, e então para os *valores*. Mas tal perspectiva hierárquica é criticada justamente por ser excessivamente linear e ter uma lógica muito similar à dos processos econômicos da economia neoclássica. Dessa forma, enxergam essa abordagem como sendo “*ao mesmo tempo uma super simplificação de uma realidade complexa e uma complicação desnecessária*” de uma definição que pode ser mais simples e direta (COSTANZA *et al.*, 2017). Crítica essa, aliás, bastante parecida com a realizada por Costanza em seu debate com Wallace, ainda em 2008 (ver COSTANZA, 2008).

De maneira geral, entretanto, pode-se compreender que todo e qualquer **bem** ou **serviço** ecossistêmico (independente da abordagem teórica e da classificação utilizada) está, por definição, direta ou indiretamente conectado a uma ou mais **funções** do ecossistema. Mais do que isso, na imensa maioria dos casos (admitindo poucas ou raríssimas exceções) todo serviço ecossistêmico é, em si mesmo, também uma função natural de um ecossistema. Assim, como regra, se poderia dizer que todo serviço ecossistêmico representa uma função do ecossistema, mas nem toda função ecossistêmica se expressa como um bem ou serviço para os seres humanos.

Outra questão conceitual relevante diz respeito aos “indicadores” de serviços ecossistêmicos, os quais, muitas vezes, se confundem com os próprios SEs. Isso porque, de fato, a rigor, o que define um *indicador* não é uma qualidade intrínseca de um elemento, mas a sua capacidade de servir como mediador para aferir a qualidade (quantitativa ou qualitativa) de um terceiro elemento qualquer. Assim, a escolha do que pode ou não servir como indicador (seja ele eficaz ou não) é um tópico em aberto. Alguns autores, por exemplo, podem considerar o “sequestro de carbono” atmosférico como um importante *serviço ecossistêmico* prestado pelas florestas e árvores, como

é o caso de Jose (2009) e Lovell *et al.* (2017); por outro lado, há autores que propõem essa mesma característica funcional das florestas e árvores (a capacidade de sequestrar carbono) como um *indicador* tanto para a **Regulação Atmosférica** (seguindo a lógica de que “quanto mais carbono sequestrado, melhor é a qualidade do ar”) quanto para a **Regulação Climática** (seguindo a lógica de que “quanto maior a quantidade de carbono sequestrado, maior será a redução dos gases de efeito estufa na atmosfera e, portanto, maior a redução das ilhas de calor e do aquecimento global como um todo”). Neste contexto, podem ser citados os autores Dobbs *et al.* (2011) e Barron *et al.* (2016).

Note-se que, independentemente da escolha de considerar tal característica como um **serviço** ou como um **indicador**, ambas as leituras permanecem válidas e não são mutuamente excludentes. Entretanto, o SE “sequestro de carbono” só pode ser considerado útil como um **serviço** na medida em que ele é capaz de denotar (como **indicador**) uma melhoria nas condições atmosféricas e climáticas, como no exemplo acima. Dessa forma, nota-se que as escolhas conceituais implicam em diferenças de percepção ou escopo de análise e, conseqüentemente, resultam em interpretações e compreensões distintas (em algum grau) sobre um mesmo fenômeno. Assim, tais escolhas devem ser sempre observadas e consideradas para que se possa realizar uma interpretação mais adequada e coerente com o escopo de análise pretendido.

Diversos outros casos, semelhantes a esse exemplo, ocorrem com frequência na literatura, e isso será abordado com mais detalhes na seção de Discussão e Resultados da pesquisa.

3.2.3 - Objetivo

O objetivo desta etapa da pesquisa foi levantar um conjunto de indicadores a partir das categorias de Serviços Ecosistêmicos para avaliação de florestas e agroflorestas urbanas.

3.3 MATERIAL E MÉTODOS

3.3.1 - Levantamento de Dados

Dadas as necessidades e objetivos a que a presente pesquisa se propôs nesta etapa, a principal abordagem metodológica aqui utilizada foi uma revisão crítica da literatura, com a subsequente compilação, organização e sistematização de um grande conjunto de dados (quadros, tabelas, listas etc. - até então dispersos na literatura). Após a seleção e organização primária das informações disponíveis (*corpus*), elaborou-se uma metodologia específica para a “parametrização” dos dados, a partir de alguns princípios básicos, que serão discutidos e apresentados a seguir.

A metodologia desenvolvida pela pesquisa, gerou como resultado uma organização visual padronizada de todos os dados compilados, o que nos permitiu traçar comparações diretas entre as distintas tipologias e classificações.

Dessa forma, tratou-se de tentar reunir “em um só lugar” a maior quantidade possível de informações e propostas já sistematizadas (seguindo as diretrizes apontadas na Introdução do presente capítulo) a respeito de indicadores de serviços ecossistêmicos fornecidos por florestas ou agroflorestas urbanas.

3.3.2 - A Metodologia de Parametrização dos Dados

A principal dificuldade encontrada na literatura ao se buscar estudar o tema dos serviços ecossistêmicos é que, até o presente, não existe consenso sobre o seu escopo conceitual e principalmente sobre a sua classificação²⁴. Embora haja mais semelhanças do que diferenças à primeira vista, as distinções conceituais e classificatórias existentes são suficientes para impedir que se faça equiparações minimamente satisfatórias entre elas.

²⁴ Conforme já demonstrado, e debatido por autores como Wallace (2007), Costanza (2008), e Costanza *et al.* (2017), entre outros.

Se tais comparações já são muito difíceis quando se trata de olhar para duas propostas de classificação dos SEs em geral, torna-se praticamente impossível (ou ao menos impraticável) comparar serviços isoladamente, uma vez que se perde a possibilidade de compreender o contexto e, conseqüentemente, o escopo de análise deste serviço em particular, dentro do leque de serviços possíveis. Por essa razão, na presente pesquisa, optou-se por selecionar apenas abordagens mais abrangentes, ou seja, que apresentassem um conjunto de serviços dentro de uma proposta de classificação geral. Esse foi um dos principais critérios de escolha para exclusão/inclusão ao *corpus* analisado.

Assim, as propostas selecionadas nesta etapa e analisadas diretamente foram as descritas nos trabalhos de COSTANZA *et al.* (1997), JOSE (2009); DOBBS *et al.* (2011); LOVELL *et al.* (2017) e COSTANZA *et al.* (2017); e indiretamente (a partir destes mesmos trabalhos) também as classificações propostas pela MEA (2005), TEEB (2010) e CICES (2013), compreendendo ao menos 7 distintas tipologias e propostas de classificação sistemáticas.

Com o *corpus* selecionado, iniciou-se a construção do processo de parametrização, que envolveu várias etapas consecutivas e interdependentes.

Primeiramente, elaborou-se um quadro de referência principal, elencando 17 serviços ecossistêmicos (partindo de um conjunto de vários trabalhos, mas sobretudo de Costanza *et al.*, 2017), distribuídos nas 4 categorias da Avaliação Ecosistêmica do Milênio (MEA, 2005). Um segundo passo importante, ainda para a construção deste primeiro quadro, foi uma reordenação das 4 categorias do MEA, a partir de um princípio ecológico de causalidade, da seguinte forma: *serviços de suporte, regulação, provisão e culturais*. A partir deste primeiro quadro (**Quadro 1**), o passo seguinte, que envolveu a construção de 8 novos quadros, foi dedicado a comparações e correlações entre este “Quadro de Referência” dos Serviços Ecossistêmicos e os dados sistematizados a partir dos diversos outros autores, com as suas respectivas propostas de Serviços e Indicadores Florestais ou Agroflorestais baseados em SEs. A construção de cada um dos quadros obedeceu rigorosamente aos mesmos

princípios e métodos de organização das informações, o que corresponde justamente ao que chamamos aqui de “parametrização”.

Ao final, um total de 9 quadros comparativos foram criados, cada um dos quais constitui por si só um resultado particular e parcial deste processo. Entretanto, como o objetivo último desta etapa da pesquisa era chegar ao resultado apresentado no **Quadro 9**, esse, portanto, pode ser considerado o seu “produto final”. Mas de um modo um pouco mais abrangente, pode-se dizer que, além desse, também os Quadros 1 e 5 constituem “produtos” específicos e importantes desta etapa da pesquisa. Devido a essa característica de cada um dos quadros ser ao mesmo tempo *produto* e *processo* (etapa intermediária e absolutamente necessária) para se chegar ao resultado final (o Quadro 9), considerações metodológicas específicas de cada caso, bem como seus detalhamentos, serão incluídas nas respectivas subseções da discussão dos resultados, na Seção seguinte (3.4). Isso se deve ao fato de que, parte da compreensão e interpretação dos resultados se dá justamente a partir do entendimento do processo de construção de cada quadro particular.

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.4.1 - Funções e Serviços Ecosistêmicos Associados

O Quadro 1 associa as diversas Funções Ecosistêmicas envolvidas e relacionadas com cada um dos Serviços Ecosistêmicos apresentados.

É importante destacar três pontos: em primeiro lugar que a presente pesquisa adotou 17 Serviços Ecosistêmicos, baseada no trabalho pioneiro de Costanza *et al.* (1997), publicado na revista Nature, ao invés de qualquer outro número, por diversas razões. O motivo principal é justamente por considerar a proposta desses autores a mais completa em relação a diversas outras, como se verá adiante. Também, além do fato dessa classificação ter-se tornado uma referência na literatura internacional sobre o tema, o trabalho de revisão encabeçado pelo mesmo autor, vinte anos depois (COSTANZA *et al.*, 2017),

trouxe uma análise criteriosa e detalhada sobre essas duas décadas de intensas produções e discussões científicas a respeito do conceito de Serviços Ecossistêmicos, na qual, por fim, acabam por reiterar sua lista “original” dos SEs. Os autores comparam sua proposta original de classificação com outras 3 (MEA, TEEB e CICES - segundo eles as principais e mais utilizadas em todo o mundo), e concluem que, embora haja algumas pequenas diferenças – no que consideram detalhes (p.ex.: o número de SEs), no geral não há divergências significativas e todas tendem a uma grande similaridade com relação à lista originalmente proposta em 1997.

Um segundo ponto - já citado na metodologia, é o fato de que, se por um lado foram adotadas aqui as 4 categorias propostas pela Avaliação Ecossistêmica do Milênio para os SEs (MEA, 2005), por outro lado decidiu-se por reordená-las a partir de um princípio ecológico de causalidade, ou seja: **serviços de suporte, regulação, provisão e culturais**. Isso porque, em todos os artigos e fontes pesquisadas sobre o tema, não se verificou nenhum lugar em que essa classificação fosse ordenada de uma forma “eco-lógica” ao invés de uma puramente antropocêntrica. Na imensa maioria dos casos a ordem adotada parte dos serviços de provisão, seguidos dos serviços de regulação, suporte e, finalmente, os culturais (quando não é o caso dos de suporte serem colocados ao final da lista). Não que isso seja um problema em si ou leve a qualquer conclusão equivocada, mas principalmente pelo fato de que a discussão sobre os SEs é por si só bastante complexa e versa sobre um grande número de informações ao mesmo tempo. Por essa razão, tornar tais classificações e listas mais didáticas e lógicas parece algo útil a ser perseguido, unificando um princípio ordenador e simplificando a leitura e compreensão do todo à primeira vista. Assim, nesse mesmo sentido, o Quadro 1 (adiante) está organizado por cores distintas, cada uma das quais referente a uma das 4 categorias, a saber: **suporte (vermelho)**, **regulação (azul)**, **provisão (verde)** e **culturais (lilás)**. Todos os demais 8 quadros que se seguirão, também estarão igualmente ordenados a partir dos mesmos princípios, e assim se tornarão mais claras e evidentes as comparações.

O terceiro ponto diz respeito à descrição das Funções Ecosistêmicas, as quais estão largamente baseadas nas informações coletadas e compiladas das diversas fontes pesquisadas²⁵. No entanto, exceto nos casos em que há trechos entre aspas (indicando que a expressão foi retirada de maneira literal de algum dos artigos citados), todas as demais descrições são formulações próprias da pesquisa. De toda forma, o objetivo principal de tais descrições é apenas destacar (de forma sucinta), o grau de complexidade e o grande número de funções direta ou indiretamente associadas a cada um dos benefícios ou “serviços” ecossistêmicos.

Portanto, o Quadro 1 será sempre a referência básica a partir da qual serão feitas as comparações em todos os demais quadros (seguintes), e servirá também como princípio de classificação e padrão de organização para a sistematização de todos os dados analisados daqui em diante.

²⁵ Para a construção do Quadro 1, foram considerados e cotejados diretamente os seguintes trabalhos: COSTANZA *et al.*, 1997; JOSE, 2009; DOBBS *et al.*, 2011; ESCOBEDO *et al.*, 2011; BARRON *et al.*, 2016; LOVELL *et al.*, 2017; COSTANZA *et al.*, 2017; e HIRSCHFELD e VAN ACKER, 2021.

Quadro 1. Serviços Ecossistêmicos propostos pelo autor e Funções associadas.

SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS		FUNÇÕES ECOSSISTÊMICAS
CATEGORIA	SERVIÇO	FUNÇÃO
SUPORTE	1. Ciclagem de Nutrientes	A ciclagem de nutrientes é um processo que vai desde a Fotossíntese realizada pelas plantas, resultando na Produtividade Primária , até os processos naturais envolvidos na Fixação de nutrientes (pelas plantas, bactérias e fungos) no solo. Assim, diz respeito à produção, armazenagem, fixação, trocas, ciclagem interna e “externa”, e a todo processamento dos ciclos biogeoquímicos da natureza.
	2. Habitat/Refúgios	A função básica aqui envolvida é o fornecimento de locais (nichos) apropriados para a vida e reprodução de cada espécie específica; ou seja, dos Habitats de Vida Selvagem , adaptados a cada ambiente e Ecossistema. Depende, totalmente da existência e manutenção dos Ecossistemas Naturais para a vida selvagem.
	3. Formação de Solo	Processos geológicos de formação do Solo (físicos como o intemperismo) e ciclagem biogeoquímica , reforçados pelo surgimento e desenvolvimento de vegetação (Formação Orgânica do Solo , pela deposição e decomposição da Matéria Orgânica).
REGULAÇÃO	4. Estabilização do Solo / Controle de Erosão	Esta Função é dada e realizada basicamente pelo Sistema Radicular das Plantas , aliado às extensas conexões micorrízicas (fungos), que tornam o conjunto de plantas de um dado local em um Ecossistema de fato, funcionando como um (1) Organismo interconectado. Um exemplo emblemático são as Florestas Tropicais .
	5. Ciclo Hidrológico	Refere-se à Manutenção deste Ciclo completo , funcionando de forma “intacta”, através da recaptação e infiltração da água no solo , e reabastecimento de todos os aquíferos e nascentes para serem evapotranspiradas novamente pelas plantas para a atmosfera .
	6. Tratamento de Resíduos e Purificação da Água	Através da Captação da Água das chuvas pelas plantas-solo-raízes , ela passa por um longo e complexo processo de Filtragem e Purificação , sendo Fitorremediada pelas Plantas e Fungos , e Filtrada pelas Rochas e Solos .
	7. Resiliência ao Distúrbio	Diz respeito à “Integridade das Respostas Ecossistêmicas às Flutuações Ambientais” .
	8. Regulação Climática	“Regulação da temperatura e precipitação global , e outros processos climáticos biologicamente mediados, em escala local ou global”.
	9. Regulação Atmosférica	Regulação dos Gases (<i>composição química da atmosfera</i>), o que é responsável pela manutenção do Equilíbrio e Qualidade constantes do Ar atmosférico para todas as formas de vida do planeta.
	10. Controle Biológico	Diz respeito, de fato , à Regulação e Manutenção do Equilíbrio das Dinâmicas Tróficas entre as Populações Animais e Vegetais .
	11. Polinização	Fornecimento (existência e manutenção) de POLINIZADORES (insetos e outros animais) para a Reprodução das Populações de Plantas (ou seja, o movimento e trocas entre os Gametas Florais).
PROVISÃO	12. Fornecimento de Alimento	Aqui as Funções Básicas envolvidas vão desde: a Produtividade Primária, Ciclagem de Nutrientes, Polinização , entre muitas outras; necessárias à manutenção e equilíbrio dos (agro)ecossistemas como um todo .
	13. Matéria-Prima Utilitária	Basicamente as exatas e mesmas funções do item 12 (acima), por se tratar de questão idêntica, apenas modificando-se o tipo de usufruto do recurso obtido (como medicinais, fibras, madeira etc.).
	14. Recursos Genéticos	Diversidade de “recursos adaptativos” da Natureza , criando/gerando uma multiplicidade de funções, características e estruturas altamente especializadas, adaptadas a contextos e necessidades específicas.
	15. Fornecimento de Água	Retenção (captação), purificação (filtragem + biorremediação), armazenamento (abastecimento de aquíferos) e disponibilização (afloramento em nascentes, fontes e outros corpos d’água).
CULTURAIS	16. Recreação / Contato Físico	A Biodiversidade , a Resiliência ao Distúrbio , e todas as Funções de Regulação e Provisão são as fontes da Função que gera a nossa possibilidade de Recreação e Contato-Experiência Física com a Natureza .
	17. Contato Psíquico	Todas as Funções anteriores (em 16) + as Características Estruturais, Funcionais e Estéticas das Paisagens Naturais .

Fonte: elaboração do autor (2022).

Em uma publicação de 2002, intitulada “[*A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services*](#)”, De Groot compartilha da visão de vários autores (com a qual a presente pesquisa também se alinha) sobre a necessidade de se buscar uma padronização ou no mínimo alguma metodologia de equiparação dos dados sobre o assunto a fim de poder realizar comparações diretas entre eles:

Uma quantidade crescente de informações está sendo coletada sobre o valor ecológico e socioeconômico de bens e serviços prestados por ecossistemas naturais e seminaturais. No entanto, muitas dessas informações aparecem dispersas através de uma literatura acadêmica disciplinar, relatórios inéditos de agências governamentais e em toda a rede mundial de computadores. Além disso, **os dados sobre bens e serviços ecossistêmicos geralmente aparecem em escalas de análise incompatíveis e são classificados de forma diferente por diferentes autores. A fim de tornar possível a análise econômica ecológica comparativa, é necessária uma estrutura padronizada** para a avaliação abrangente das funções, bens e serviços ecossistêmicos. Em resposta a esse desafio, este artigo apresenta uma estrutura conceitual e tipologia para descrever, classificar e valorizar as funções, bens e serviços do ecossistema de forma clara e consistente. Na análise a seguir, uma classificação é dada para a maior gama possível de **23 funções do ecossistema** que fornecem **um número muito maior de bens e serviços**. Na segunda parte do artigo, uma lista de verificação e uma matriz são fornecidas, vinculando essas funções ecossistêmicas aos principais métodos de valoração ecológica, sociocultural e econômica (DE GROOT *et al.*, 2002).

No referido artigo, os autores (explicitamente baseados em Costanza *et al.*, 1997) propõem uma lista com 23 **funções ecossistêmicas** - e não **serviços**, como é importante destacar. Curiosamente, porém, a lista aqui apresentada para as 23 *funções* contém integralmente a lista dos 17 *serviços* apresentados no trabalho de Costanza *et al.* (1997), do qual De Groot é, inclusive, coautor. Aqui novamente, e uma vez mais, aparece a questão das distinções (e confusões) conceituais e uma tentativa de estabelecer um critério unificador. Importante observar que esse trabalho é anterior à maioria de outros esforços do gênero, como os projetos encampados pela Agência Ambiental da ONU, com as publicações do M.E.A (2005) e do T.E.E.B. (2010), os quais se basearam também nessa proposta; e anterior também à polêmica sobre o tema entre Costanza e Wallace, ocorrida entre 2007 e 2008.

Vale pontuar que na lista de De Groot e colaboradores (2002) algumas *funções/serviços* foram importantes acréscimos à lista de Costanza *et al.* (1997), dos quais destacamos aqui particularmente os “Recursos Medicinais”, funções “Espirituais e Históricas”, “Estéticas” e “Científicas e Educacionais” da natureza. Essas *funções* (que poderiam se encaixar e ser agregadas como Serviços Culturais ao Quadro 1²⁶), embora possam estar “subentendidas” dentro do nosso quadro conceitual, são suficientemente relevantes para possuir seu próprio lugar de destaque como “serviços” autônomos. Dessa forma, uma atualização deste quadro poderia incluir ao menos mais 3 ou 4 novos serviços, embora isso não trouxesse alterações significativas para a construção aqui proposta.

Em particular, os *Recursos Medicinais* obtidos da natureza são um dos serviços mais importantes, impactantes e fundamentais para a nossa saúde, sobrevivência e mesmo para a economia, e são praticamente ignorados. Para se ter uma ideia, o mercado farmacêutico global movimentou, em 2018, US\$ 1,2 trilhões de dólares, com previsão de alcançar US\$ 1,5 trilhões até o ano de 2023, um crescimento de 25% do mercado global em 5 anos (IQVIA INSTITUTE, 2019)²⁷. Apesar dos enormes avanços tecnológicos e altíssimos investimentos em desenvolvimento e pesquisa, menos da metade dos medicamentos utilizados no mundo são de origem 100% sintética (ou seja, produzidos totalmente em laboratório), e mais de 40% ainda são de origem totalmente natural (vegetal,

²⁶ À exceção dos *Recursos Medicinais*, que poderiam ser subdivididos em ao menos 2 distintos serviços associados, como “**Recursos Medicinais**”, agregados aos Serviços de Provisão; e “**Saberes Medicinais**”, que poderiam ser agregados aos Serviços Culturais, e que destacam a importância dos conhecimentos tradicionais sobre ervas e plantas medicinais de todos os biomas coabitados por humanos no planeta - o que em termos técnicos ocidentais modernos é conhecido como “**Etnobotânica**” (portanto poderia também ser chamado “**Conhecimento Etnobotânico**”). Deste campo do saber fazem parte ainda os chamados “*conhecimentos tradicionais associados*”, ligados ao plantio, preparo e manejo destes recursos vegetais, animais e outros elementos da natureza, inclusive espirituais. Nesse sentido, também se poderia falar aqui em “*Conhecimento Cosmológico*”.

²⁷ Informações do **Relatório *The Global Use of Medicine in 2019 and Outlook to 2023***, disponível em: <https://www.iqvia.com/insights/the-iqvia-institute/reports-and-publications/reports/the-global-use-of-medicine-in-2019-and-outlook-to-2023>. Acesso em: 13 out. de 2022.

animal, mineral, microbiológica e outras)²⁸. Ainda assim, mesmo os compostos que hoje são sintetizados em laboratório, originalmente foram obtidos e extraídos de fontes naturais, isolados, estudados, identificados e só então foi possível realizar a sua síntese. Portanto, praticamente não existem compostos bioquímicos ou farmacêuticos que não sejam, direta ou indiretamente, dependentes de fontes naturais.

Entretanto, tão importantes quanto (ou até muito mais do que) o impacto econômico (positivo ou negativo) que os fármacos possuem para a sociedade contemporânea global, são os impactos destes recursos para a saúde e sobrevivência das populações humanas em todo o mundo. São recursos de evidente valor essencial, seja em sociedades tradicionais ou modernas, rurais ou urbanas. Importante destacar que o conhecimento tradicional associado a estas espécies (vegetais, animais, microbiológicas etc.) e a seus habitats, bem como ao manejo apropriado dos mesmos para a sua manutenção, é de valor inestimável e incalculável para a sobrevivência da espécie humana (tanto no passado quanto, principalmente, no futuro).

Com relação ao *Conhecimento Espiritual*, normalmente associado pelo meio científico como algo relacionado a crenças pessoais e religiosas (mas que não teriam “fundamentação”), é importante mencionar que inúmeras plantas consideradas por povos indígenas como “sagradas” (às vezes referidas como “medicinas sagradas”), têm recebido constante e crescente atenção de diversos grupos de pesquisa em neurociência, psicologia, psiquiatria e áreas afins, e o potencial dessas plantas para fins terapêuticos, em especial para tratamento de doenças psicoemocionais graves, têm se mostrado bastante promissores²⁹.

²⁸ Dados extraídos de palestra proferida em julho de 2022, na Unicamp, pelo [Prof. Dr. João Ernesto de Carvalho](#), professor livre-docente e ex-diretor da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Unicamp, especialista em Farmacologia de plantas medicinais.

²⁹ A esse respeito, ver artigo na revista eletrônica de divulgação científica *ComCiência*, do Laboratório de Estudos Avançados em Jornalismo, da Unicamp: ***Ayahuasca: perspectivas terapêuticas em estudo***. Disponível em: <https://www.comciencia.br/ayahuasca-perspectivas-terapeuticas-em-estudo/>. Acesso em 10 set. 2022.

Ainda com relação aos Serviços Culturais, vale destacar também que seriam muito bem-vindas as inclusões de outros “serviços”, normalmente invisibilizados e não considerados, como por exemplo a diversidade de cultivos, espécies e variedades dos agroecossistemas cultivados e desenvolvidos por milhares de anos pelas diversas populações tradicionais, e de uma forma mais geral, a *sociobiodiversidade* como um todo. Dessa forma, um conceito como o de “**Memória Biocultural**”³⁰, desenvolvido por Victor Toledo e Narciso Barrera-Bassols (2015), poderia compor - de maneira autônoma - um dos mais importantes Serviços Ecossistêmicos a ser considerados, com implicações diretas para a mitigação da crise climática e do colapso dos ciclos ecológicos globais. Indicadores para aferir o nível de manutenção desse serviço poderiam ser: “*Diversidade de Cultivos*” (números de espécies e de variedades de plantas cultivadas em um mesmo agroecossistema); Porcentagem de “*plantas nativas cultivadas*”; “*Plantas cultivadas pelo seu valor simbólico, espiritual, ritual ou religioso*”; existência ou não de plantas consideradas “*Sagradas*” ou de grande “*Valor Medicinal*” para as culturas locais; “*Participação em Redes de Coletores de Sementes ou Feiras de Trocas de Sementes Crioulas*”; entre outros.

3.4.2 - Serviços Ecossistêmicos segundo JOSE, DOBBS e LOVELL

Com o Quadro 1 construído, foram elaborados 3 novos quadros comparativos entre a versão dos SEs sistematizada e proposta pela pesquisa, e cada uma dentre 3 outras propostas distintas, respectivamente por Jose (2009), Dobbs *et al.* (2011) e Lovell *et al.* (2017). Dentre os trabalhos

³⁰ Em sua obra homônima, na qual apresentam e desenvolvem o conceito, os autores sublinham a importância fundamental para os sistemas ecológicos em resgatar as sabedorias tradicionais, as quais se contrapõem à “erosão da memória biocultural”, produzida pelo avanço global das monoculturas, tanto no campo agrícola quanto social. Assim, os autores defendem que a agroecologia pode ser um **antídoto** para essa “amnésia biocultural”, e nossa melhor ferramenta enquanto espécie para refrear a erosão genética e sociocultural em curso e, assim, termos alguma chance de garantir a manutenção e regeneração dos ecossistemas em geral (TOLEDO e BARRERA-BASSOLS, 2015).

supramencionados, dois deles apresentaram também propostas de **indicadores** específicos para avaliar florestas urbanas (DOBBS et al., 2011) e agroflorestas urbanas (LOVELL et al., 2017), a partir da categoria dos Serviços Ecossistêmicos. Os Quadros 2, 3 e 4 estão agrupados nesta subseção - e não separados - por se tratar de etapas para a construção da primeira síntese parcial (o **Quadro 5**, que é a Síntese Comparativa dos Serviços Ecossistêmicos reunindo os dados dos 3 Quadros anteriores).

O primeiro trabalho realizado a partir daqui, com todos os autores, seguiu um mesmo padrão: **1.** enumerar os SEs na ordem original em que apareciam nos artigos; **2.** separar cada um dos SEs nas 4 categorias do M.E.A. (2005); e **3.** finalmente, reordenar todos os SEs na mesma ordem em que aparecem no Quadro 1, procurando estabelecer uma equivalência entre os SEs apresentados por cada autor com relação aos do quadro de referência. Evidentemente essa “correlação” não é perfeita, no sentido de ser necessariamente aproximativa, por uma série de razões, que vão desde os termos (nomes) utilizados para se referir a cada tipo de SE, até o escopo dos SEs destacados por cada autor, passando ainda pelas distintas interpretações – ou seja, escolhas (muitas vezes não diretamente compatíveis) – sobre quais são os SEs “dignos de nota”.

Os fatos e procedimentos acima descritos fazem com que nem sempre haja uma correspondência “1 pra 1” para todos os dezessete SEs do Quadro de referência. Muitas vezes algum dos SEs não será “coberto” por um equivalente dos autores mencionados, restando linhas em branco devido justamente às questões já mencionadas, em relação ao escopo, conceito ou recorte de cada autor. Curiosamente, no entanto, de maneira talvez um tanto contraintuitiva, nem sempre “menos SEs” implicará em linhas em branco. Em diversas situações um mesmo SE pode ocupar mais de uma linha simultaneamente, dependendo - novamente (e justamente) - do escopo conceitual de cada proposta.

Jose (2009), por exemplo, apresenta 11 SEs fornecidos por Sistemas Agroflorestais, e não apenas consegue preencher as 17 linhas de SEs do Quadro 1 como ainda, em vários casos, apresenta mais de 1 SE por linha (ver **Quadro 2**). Isso demonstra que, de uma maneira geral, os conceitos apresentados e elencados por Jose (2009) possuem um escopo conceitual mais amplo do que os seus "equivalentes" do Quadro 1 (o que faz com que cada 1 deles possa estar em mais de um lugar ao mesmo tempo, como no exemplo "Produtividade Primária Líquida" ao invés de "Fornecimento de Alimento" e "Matéria-Prima"); e, por outro lado (em outros casos), possuem também uma maior especificidade (permitindo que mais de um SE esteja associado a um mesmo e único **serviço** do Quadro de referência, como no exemplo "Ar Limpo" e "Sequestro de Carbono" para o equivalente "Regulação Atmosférica").

Quadro 2. Correlação entre os Serviços Ecosistêmicos adaptados pelo autor *versus* Serviços Ecosistêmicos propostos por JOSE (2009).

SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS		JOSE (2009)
CATEGORIA	SERVIÇO	S.E.s AGROFLORESTAIS
SUPORTE	1. Ciclagem de Nutrientes	4. Enriquecimento do Solo 9. Sequestro de Carbono
	2. Habitat/Refúgios	10. Biodiversidade
	3. Formação de Solo	4. Enriquecimento do Solo
REGULAÇÃO	4. Estabilização do Solo / Controle de Erosão	5. Estabilização do Solo / Controle de Erosão 7. Mitigação de Enchentes
	5. Ciclo Hidrológico	7. Mitigação de Enchentes
	6. Tratamento de Resíduos e Purificação da Água	6. Água Limpa
	7. Resiliência ao Distúrbio	7. Mitigação de Enchentes
	8. Regulação Climática	7. Mitigação de Enchentes 9. Sequestro de Carbono
	9. Regulação Atmosférica	8. Ar Limpo 9. Sequestro de Carbono
	10. Controle Biológico	2. Controle de Pragas (“pestes”)
	11. Polinização	3. Polinização / Dispersão de Sementes
PROVISÃO	12. Fornecimento de Alimento	1. Produção Primária Líquida
	13. Matéria-Prima Utilitária	1. Produção Primária Líquida
	14. Recursos Genéticos	10. Biodiversidade
	15. Fornecimento de Água	6. Água Limpa
CULTURAIS	16. Recreação / Contato Físico	11. Estético / Cultural
	17. Contato Psíquico	11. Estético / Cultural

Fonte: elaboração do autor (2022).

Com relação a Dobbs *et al.* (2011), no artigo intitulado “[A framework for developing urban forest ecosystem services and goods indicators](#)”, os autores apresentam uma classificação com 12 SEs, indicadores específicos para cada um deles, e métodos para quantificá-los. No **Quadro 3** pode-se notar que, apesar de serem apenas 5 SEs a menos do que os da coluna de referência (coluna 2 do quadro), 6 linhas ficam totalmente “descobertas”, ou seja, sem nenhum tipo de equivalência. Por outro lado, foi necessária a criação de 1 linha extra na coluna de referência dos Serviços Ecossistêmicos (coluna 2) para comportar o item “Produtividade (*biomassa foliar de árvores*)”, que não encontra paralelo com os demais 17 SEs da matriz.

É oportuno destacar que a interpretação com relação à equivalência ou não entre os SEs comparados é dada a partir da leitura e interpretação dos artigos, tabelas e indicadores propostos pelos autores para avaliar cada SE. Ou seja, os Serviços são equiparados não apenas pelo nome/termo pelo qual são designados, mas pelo escopo e recorte dado a eles pelos próprios autores dentro do contexto de cada trabalho (i.e. de acordo com a interpretação presumida dos autores). Assim, por exemplo, é justamente por isso que no caso de Dobbs *et al.* (2011), o item 10 (“Produtividade”) não pode ser equiparado com os itens 12 e 13 da matriz (respectivamente “Fornecimento de Alimento” e “Matéria-Prima Utilitária”) como feito em Jose (2009), interpretando-o como “Produtividade Primária Líquida”, porque em Dobbs a intenção dos autores era avaliar (e quantificar especificamente) o volume de biomassa fresca foliar (o que em termos de “bem-estar humano” é, em princípio, desprezível). Portanto seria inadequado e/ou incorreto equiparar esse conceito de “Produtividade” com a produção de bens diretamente utilizáveis ou consumíveis pelo ser humano, embora os termos sejam “parecidos”.

Quadro 3. Correlação entre os Serviços Ecosistêmicos adaptados pelo autor *versus* Serviços Ecosistêmicos propostos por DOBBS et al. (2011).

SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS		DOBBS et al. (2011)
CATEGORIA	SERVIÇO	SERVIÇO EQUIVALENTE
SUPORTE	1. Ciclagem de Nutrientes	5. Manutenção da Qualidade do Solo 6. Manutenção da Saúde do Solo
	2. Habitat/Refúgios	
	3. Formação de Solo	
REGULAÇÃO	4. Estabilização do Solo / Controle de Erosão	4. Drenagem 5. Manutenção da Qualidade do Solo
	5. Ciclo Hidrológico	4. Drenagem
	6. Tratamento de Resíduos e Purificação da Água	6. Manutenção da Saúde do Solo
	7. Resiliência ao Distúrbio	3. Proteção contra Tempestades 8. Redução de Ruído (barulho)
	8. Regulação Climática	2. Manutenção de Clima Favorável
	9. Regulação Atmosférica	1. Manutenção da Qualidade do Ar 7. Filtragem de Partículas de Poeira
	10. Controle Biológico	
	11. Polinização	
PROVISÃO	12. Fornecimento de Alimento	
	13. Matéria-Prima Utilitária	
	14. Recursos Genéticos	9. Manutenção da Diversidade Biológica e Genética
	15. Fornecimento de Água	4. Drenagem
CULTURAIS	16. Recreação / Contato Físico	11. Recreação
	17. Contato Psíquico	12. Estético
OUTROS		10. Produtividade (biomassa de árvores)

Fonte: elaboração do autor (2022).

Lovell *et al.* (2017) apresentam 8 SEs como “*Exemplos de Serviços Ecosistêmicos Agroflorestais que podem ser avaliados em ensaios de campo, e potenciais métodos para a sua quantificação*”. Os destaques aqui são para o fato de que os SEs listados são fornecidos por Sistemas Agroflorestais e podem, segundo os autores, ser facilmente medidos sem a necessidade de grandes recursos ou equipamentos. Vale destacar uma observação dos próprios autores de que:

A tabela [apresentada no artigo com os 8 SEs] não pretende ser abrangente, nem em termos dos Serviços Ecosistêmicos, nem com relação às técnicas de mensuração, mas sobretudo fornecer exemplos que não dependem de grande investimento em equipamentos especializados. (LOVELL *et al.*, 2017)

Isso é importante porque, mais uma vez, demonstra que mesmo as propostas mais sistematizadas de classificação ou apresentação de Serviços Ecosistêmicos serão sempre um recorte bastante específico das possibilidades do mundo real, definidas em função dos objetivos e necessidades de cada autor em cada pesquisa específica. A rigor, obviamente, nenhuma proposta pode pretender abranger todos os SEs virtualmente existentes, além do fato – já comentado – de que as escolhas sempre serão, em alguma medida, arbitrárias e subjetivas.

O **Quadro 4** apresenta a correlação entre os serviços ecosistêmicos adaptados pela presente pesquisa versus os Serviços Ecosistêmicos Agroflorestais, propostos por Lovell *et al.* (2017). Além disso, em comparação com a matriz, há 2 pontos interessantes a se notar. Primeiro é o fato de que, mesmo tendo apenas 8 SEs, a proposta cobre 13 dos 17 itens. Nesse ponto, a dinâmica é bastante parecida com o que se observou no **Quadro 2**, com os dados de Jose (2009). Não por acaso, os SEs daquele autor também são fornecidos por Sistemas Agroflorestais, embora haja muitas diferenças entre aqueles e esses. Também é possível observar o fenômeno de mais de 1 conceito por linha, assim como alguns conceitos capazes de satisfazer mais de um SE da matriz. Do primeiro caso temos coisas como “*Dinâmica do Uso da Água*” + “*Infiltração de Água no Solo*” para “Ciclo Hidrológico”; o segundo caso (e este é o

segundo ponto interessante) trata-se de um conceito que, embora seja muito abrangente, é também bastante específico, e foi o único caso em que um mesmo SE foi capaz de encontrar equivalência em 3 das 4 categorias de Serviços do M.E.A. (2005). O termo “Biodiversidade de Plantas” pode ser equiparado ao Serviço de Suporte **“Habitat/Refúgios”**, ao Serviço de Regulação **“Controle Biológico”**, e ao Serviço de Provisão de **“Recursos Genéticos”**, porque: no primeiro caso as comunidades de plantas de diversas espécies podem fornecer habitat e refúgios para diversas espécies animais; no segundo, devido à grande diversidade de espécies e estabilidade ecológica por elas produzidas, há uma tendência natural à regulação e manutenção do equilíbrio das dinâmicas tróficas entre as populações animais e vegetais, o que promove, em última análise, o controle biológico; e por fim, a biodiversidade de plantas contém em si mesma, por definição, um estoque amplo e variado de recursos genéticos.

Quadro 4. Correlação entre os Serviços Ecosistêmicos adaptados pelo autor *versus* Serviços Ecosistêmicos Agroflorestais, propostos por LOVELL et al. (2017).

SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS		LOVELL et al. (2017)
CATEGORIA	SERVIÇO	S.E.s AGROFLORESTAIS
SUPOORTE	1. Ciclagem de Nutrientes	4. Dinâmica de Uso dos Nutrientes
	2. Habitat/Refúgios	2. Biodiversidade de Plantas
	3. Formação de Solo	
REGULAÇÃO	4. Estabilização do Solo / Controle de Erosão	3. Dinâmica do Uso da Água 6. Infiltração [de água] no Solo
	5. Ciclo Hidrológico	3. Dinâmica do Uso da Água 6. Infiltração [de água] no Solo
	6. Tratamento de Resíduos e Purificação da Água	
	7. Resiliência ao Distúrbio	5. Controle Microclimático
	8. Regulação Climática	5. Controle Microclimático 7. Sequestro de Carbono
	9. Regulação Atmosférica	7. Sequestro de Carbono
	10. Controle Biológico	2. Biodiversidade de Plantas
	11. Polinização	8. Polinização
PROVISÃO	12. Fornecimento de Alimento	1. Produção 4. Dinâmica de Uso dos Nutrientes
	13. Matéria-Prima Utilitária	1. Produção 4. Dinâmica de Uso dos Nutrientes
	14. Recursos Genéticos	2. Biodiversidade de Plantas
	15. Fornecimento de Água	3. Dinâmica do Uso da Água
CULTURAIS	16. Recreação / Contato Físico	
	17. Contato Psíquico	

Fonte: elaboração do autor (2022).

3.4.3 - Síntese Comparativa dos Serviços Ecossistêmicos

Após a sistematização e padronização dos dados dos diversos autores estudados na literatura, a partir da construção dos 4 primeiros quadros, é possível construir um quadro síntese para uma comparação direta entre as várias abordagens propostas sobre os Serviços Ecossistêmicos, à luz dos mesmos parâmetros. Dessa forma, foi elaborado o **Quadro 5**, o qual apresenta uma síntese comparativa dos serviços ecossistêmicos propostos por Jose (2009), Dobbs *et al.* (2011) e Lovell *et al.* (2017). Importante destacar que alguns dados comparativos e algumas conclusões só são possíveis de se identificar após a construção destes 5 primeiros quadros, seja pelo grande volume de dados compilados e sua natural dispersão na literatura, ou pela total falta de critérios e parâmetros unificadores que permitissem uma análise direta entre conceituações distintas.

Assim, a construção do Quadro 5 constitui-se como uma compilação de propostas já previamente sistematizadas por outros autores, mas aqui ressystematizadas sob critérios unificados.

Quadro 5. Síntese Comparativa dos Serviços Ecosistêmicos propostos por JOSE (2009), DOBBS *et al.* (2011) e LOVELL *et al.* (2017).

SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS		JOSE (2009)	DOBBS <i>et al.</i> (2011)	LOVELL <i>et al.</i> (2017)
CATEGORIA	SERVIÇO	S.E.s AGROFLORESTAIS	SERVIÇO EQUIVALENTE	S.E.s AGROFLORESTAIS
SUPORTE	1. Ciclagem de Nutrientes	4. Enriquecimento do Solo 9. Sequestro de Carbono	5. Manutenção da Qualidade do Solo 6. Manutenção da Saúde do Solo	4. Dinâmica de Uso dos Nutrientes
	2. Habitat / Refúgios	10. Biodiversidade		2. Biodiversidade de Plantas
	3. Formação de Solo	4. Enriquecimento do Solo		
REGULAÇÃO	4. Estabilização do Solo /Controle de Erosão	5. Estabilização do Solo / Controle de Erosão 7. Mitigação de Enchentes	4. Drenagem 5. Manutenção da Qualidade do Solo	3. Dinâmica do Uso da Água 6. Infiltração [de água] no Solo
	5. Ciclo Hidrológico	7. Mitigação de Enchentes	4. Drenagem	3. Dinâmica do Uso da Água 6. Infiltração [de água] no Solo
	6. Tratamento de Resíduos e Purificação da Água	6. Água Limpa	6. Manutenção da Saúde do Solo	
	7. Resiliência ao Distúrbio	7. Mitigação de Enchentes	3. Proteção contra Tempestades 8. Redução de Ruído (barulho)	5. Controle Microclimático
	8. Regulação Climática	7. Mitigação de Enchentes 9. Sequestro de Carbono	2. Manutenção de Clima Favorável	5. Controle Microclimático 7. Sequestro de Carbono
	9. Regulação Atmosférica	8. Ar Limpo 9. Sequestro de Carbono	1. Manutenção da Qualidade do Ar 7. Filtragem de Partículas de Poeira	7. Sequestro de Carbono
	10. Controle Biológico	2. Controle de Pragas ("pestes")		2. Biodiversidade de Plantas
	11. Polinização	3. Polinização / Dispersão de Sementes		8. Polinização
PROVISÃO	12. Fornecimento de Alimento	1. Produção Primária Líquida		1. Produção 4. Dinâmica de Uso dos Nutrientes
	13. Matéria-Prima Utilitária	1. Produção Primária Líquida		1. Produção 4. Dinâmica de Uso dos Nutrientes
	14. Recursos Genéticos	10. Biodiversidade	9. Manutenção da Diversidade Biológica e Genética	2. Biodiversidade de Plantas
	15. Fornecimento de Água	6. Água Limpa		3. Dinâmica do Uso da Água
CULTURAIS	16. Recreação / Contato Físico	11. Estético / Cultural	11. Recreação	
	17. Contato Psíquico	11. Estético / Cultural	12. Estético	
OUTROS			10. Produtividade	

Fonte: elaboração do autor (2022).

Um primeiro dado relevante no **Quadro 5** é que, de todos os 17 Serviços, Jose (2009) é o único autor que apresenta uma equivalência para o Serviço de Suporte número 3, **“Formação de Solo”**, na sua versão como “Enriquecimento do Solo”. Ao mesmo tempo, dentre os 3 autores comparados, ele é o único que não apresenta uma proposta de **indicadores** para os SEs, pelo fato de que essa não era a intenção do seu trabalho. Esse dado é importante porque aponta para algo que pode ser uma lacuna relevante na pesquisa sobre indicadores de serviços ecossistêmicos. Isso parece sugerir que, muito provavelmente, exista uma escassez de indicadores de SEs para avaliar a Formação de Solo, uma vez que não se identificou entre os trabalhos compilados qualquer proposta equivalente.

Outro dado verificado é que 6 dentre todos os 17 Serviços, sendo: 1 entre os Serviços de Suporte (**2. Habitat/Refúgios**); 2 entre os Serviços de Regulação (os números **10. Controle Biológico** e **11. Polinização**); e 3 dos Serviços de Provisão (**12. Fornecimento de Alimento**, **13. Matéria-Prima** e **15. Fornecimento de Água**) são abarcados apenas por Jose (2009) e Lovell *et al.* (2017), mas não por Dobbs *et al.* (2011). O fato interessante nesse ponto é que os dois primeiros trabalhos têm suas listas alicerçadas em SEs fornecidos por Sistemas Agroflorestais, o que pode ajudar a sublinhar a importância destes sistemas para um conjunto particular e relevante de SEs, que talvez não estejam no foco de atenção de autores com outras abordagens.

3.4.4 – Indicadores de Serviços Ecossistêmicos Florestais e Agroflorestais

Conforme discutido no item anterior (**3.4.3**), após a sistematização dos dados para a construção do **Quadro 5** (a síntese comparativa dos SEs), um segundo conjunto de outros três quadros comparativos (6, 7 e 8) foi elaborado para avaliar a correlação de cada conjunto de indicadores com os seus “respectivos” serviços ecossistêmicos, em comparação com o **Quadro 1**. Para tanto, foi excluído o trabalho de JOSE (2009), que não continha uma proposta de indicadores, e inserido um novo trabalho, além dos já citados, que trazia

especificamente uma lista de *Indicadores Florestais Urbanos*, elaborados a partir da validação por dois grupos de especialistas, sendo: um deles acadêmicos (especialistas em pesquisas), e um segundo grupo, de praticantes (especialistas em campo). Desse modo, os trabalhos comparando Indicadores Florestais ou Agroflorestais com os Serviços Ecosistêmicos do **Quadro 1** foram: DOBBS *et al.* (2011), BARRON *et al.* (2016) e LOVELL *et al.* (2017).

A partir daqui, os três Quadros seguintes (6, 7 e 8) visam estabelecer uma parametrização dos indicadores em relação ao Quadro-Referência, exatamente como foi feito com os SEs anteriormente (ver mais adiante). No caso de Dobbs *et al.* (2011) e Lovell *et al.* (2017), é inserida uma coluna extra à direita do quadro original de Serviços Ecosistêmicos de cada um desses autores (respectivamente aos Quadros 3 e 4). Dessa forma, os indicadores de cada um dos SEs originalmente propostos por cada autor, se mantêm alinhados aos seus respectivos SEs e são incorporados ao modelo de padronização dos dados proposto pelo presente trabalho. Note-se aqui (e esse é um detalhe importante) que nem sempre quando se repetir um Serviço Ecosistêmico em mais de uma linha do Quadro-Referência, todos os seus indicadores se repetirão. Isso ocorre justamente porque, conforme supramencionado, as correlações entre os SEs não são precisas e unívocas, mas ao contrário há distinções de sentido entre elas. Assim, em algumas linhas um Serviço pode aparecer associado a todos os seus indicadores (quando a compatibilidade com o “Quadro de Referência” for muito grande) ou a apenas um ou outro deles (quando houver uma compatibilidade menor ou muito específica conceitualmente).

No **Quadro 6** tem-se um exemplo muito claro das distintas correlações possíveis entre indicadores e serviços. Dobbs *et al.* (2011) propuseram dois indicadores para o seu Serviço número 5, que eles chamaram de “Manutenção da Qualidade do Solo”: um deles (5.1) chamado “Fertilidade do Solo” e outro (5.2) “Densidade do Solo”. Assim, como seus dois indicadores avaliam parâmetros muito distintos de “Qualidade do Solo”, o Serviço Ecosistêmico número 5 de Dobbs pode ser relacionado diretamente a dois Serviços distintos no “Quadro-Referência”: o Serviço de Suporte número 1. **“Ciclagem de Nutrientes”**

(associado ao indicador 5.1 “Fertilidade do Solo”); e o Serviço de Regulação número 4. **“Estabilização do Solo / Controle de Erosão”** (associado ao indicador 5.2 “Densidade do Solo”).

Quadro 6. Correlação entre *Serviços Ecosistêmicos* e seus *Indicadores*, retirados de DOBBS *et al.* (2011) e adaptados pelo autor (2022).

SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS		DOBBS et al. (2011)	DOBBS et al. (2011)
CATEGORIA	SERVIÇO	SERVIÇO EQUIVALENTE	INDICADORES
SUPORTE	1. Ciclagem de Nutrientes	5. Manutenção da Qualidade do Solo 6. Manutenção da Saúde do Solo	5.1. Fertilidade do Solo 6.1. Nutrientes do Solo
	2. Habitat/Refúgios		
	3. Formação de Solo		
REGULAÇÃO	4. Estabilização do Solo / Controle de Erosão	4. Drenagem 5. Manutenção da Qualidade do Solo	4.1. Número de Curva 4.2. Infiltração no Solo 5.2. Densidade do Solo
	5. Ciclo Hidrológico	4. Drenagem	4.2. Infiltração no Solo
	6. Tratamento de Resíduos e Purificação da Água	6. Manutenção da Saúde do Solo	6.2. Metais Pesados
	7. Resiliência ao Distúrbio	3. Proteção contra Tempestades 8. Redução de Ruído (barulho)	3.1. Estrutura das Árvores 3.2. Morte de Copas das Árvores 8.1. Área Foliar e Distância das Ruas 8.2. Tipo de Folhagem
	8. Regulação Climática	2. Manutenção de Clima Favorável	2.1. Redução de Temperatura
	9. Regulação Atmosférica	1. Manutenção da Qualidade do Ar 7. Filtragem de Partículas de Poeira	1.1. Sequestro de CO ₂ pelas Árvores 1.2. Remoção dos Poluentes do Ar 7.1. Remoção de Pm10
	10. Controle Biológico		
PROVISÃO	11. Polinização		
	12. Fornecimento de Alimento		
	13. Matéria-Prima Utilitária		
	14. Recursos Genéticos	9. Manutenção da Diversidade Biológica e Genética	9.1. Índice de Diversidade e Uniformidade de Shannon 9.2. Taxa de Árvores Nativas
15. Fornecimento de Água	4. Drenagem	4.2. Infiltração no Solo	
CULTURAIS	16. Recreação / Contato Físico	11. Recreação	11.1. Cobertura de copa e área gramada e usos recreativos e residenciais de acordo com a literatura citada pelos autores
	17. Contato Psíquico	12. Estético	11.2. Aumento do valor da propriedade (3 a 5%) pela presença de árvores, conforme literatura citada pelos autores
OUTROS		10. Produtividade (biomassa de árvores)	10.1. Biomassa das Árvores (Foliar)

Fonte: elaboração do autor (2022).

Outro exemplo análogo (ou idêntico) no mesmo Quadro 6 é o caso do Serviço número 6 de Dobbs, chamado “Manutenção da Saúde do Solo”, para o qual também são propostos dois indicadores: 6.1 “Nutrientes do Solo” e 6.2 “Metais Pesados”. Assim, o Serviço número 6 de Dobbs (“Manutenção da Saúde do Solo”) pode ser diretamente relacionado ao Serviço de Suporte número 1. “**Ciclagem de Nutrientes**” (quando associado ao indicador 6.1 “Nutrientes do Solo”) e ao mesmo tempo ao Serviço de Regulação número 6. “**Tratamento de Resíduos e Purificação da Água**” (quando associado ao indicador 6.2 “Metais Pesados”).

O caso do **Quadro 7** é diferente e peculiar, por tratar-se de uma comparação “direta” entre os *Indicadores Florestais Urbanos* propostos por Barron e colaboradores (2016), e a sistematização dos Serviços Ecosistêmicos apresentada no **Quadro 1**. Os autores propuseram uma lista com 12 indicadores, posteriormente avaliados e validados por dois grupos de especialistas, conforme já explicado anteriormente. Além disso, é oportuno mencionar neste ponto que os autores também construíram uma tabela que eles próprios chamaram de “*Listas de Indicadores Florestais Urbanos Existentes*”, na qual comparam a sua proposta com seis outras distintas abordagens, algumas das quais também sendo fontes diretas importantes da presente pesquisa. A referida tabela também foi uma das fontes de comparação de dados durante a fase preliminar da pesquisa (de revisão bibliográfica e levantamento dos dados), a qual foi cuidadosamente avaliada para incluir quaisquer eventuais trabalhos que pudessem ser úteis ao propósito da pesquisa.

Quadro 7. Correlação entre *Serviços Ecossistêmicos e Indicadores Florestais Urbanos*, retirados de BARRON et al. (2016), e adaptados pelo autor (2022).

SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS		BARRON et al (2016)
CATEGORIA	SERVIÇO	INDICADORES
SUPOORTE	1. Ciclagem de Nutrientes	
	2. Habitat/Refúgios	1. Diversidade de Árvores Urbanas 5. Provisão/Fornecimento de Habitat 8. Espaço de Crescimento Disponível
	3. Formação de Solo	
REGULAÇÃO	4. Estabilização do Solo / Controle de Erosão	4. Controle de Águas das Chuvas
	5. Ciclo Hidrológico	4. Controle de Águas das Chuvas
	6. Tratamento de Resíduos e Purificação da Água	
	7. Resiliência ao Distúrbio	3. Cobertura de Copa 4. Controle de Águas das Chuvas 10. Conservação da Energia 11. Risco de Árvores (quedas/resistência a eventos de distúrbios)
	8. Regulação Climática	3. Cobertura de Copa 9. Sequestro e Armazenamento de Gases de Efeito Estufa 10. Conservação da Energia
	9. Regulação Atmosférica	3. Cobertura de Copa 6. Melhoria da Qualidade do Ar 9. Sequestro e Armazenamento de Gases de Efeito Estufa
	10. Controle Biológico	11. Risco de Árvores (pragas e doenças)
	11. Polinização	
PROVISÃO	12. Fornecimento de Alimento	12. Benefícios que Valorizam a Propriedade
	13. Matéria-Prima Utilitária	12. Benefícios que Valorizam a Propriedade
	14. Recursos Genéticos	1. Diversidade de Árvores Urbanas
	15. Fornecimento de Água	
CULTURAIS	16. Recreação / Contato Físico	2. Acesso Físico à Natureza 12. Benefícios que Valorizam a Propriedade
	17. Contato Psíquico	7. Acesso Visual à Natureza 12. Benefícios que Valorizam a Propriedade

Fonte: elaboração do autor (2022).

Os indicadores propostos por Barron *et al.* (2016) são bastante distintos dos demais por não estarem atrelados diretamente à ideia de Serviços Ecossistêmicos, mas terem um foco claro e pragmático sobre os efeitos diretos e indiretos de fragmentos florestais para o meio urbano, o que quer dizer também, um olhar mais específico para a relação Floresta-Cidade. Por outro lado, é bastante claro, conforme o **Quadro 7**, que há diversas correlações possíveis e totalmente compatíveis entre essa abordagem (e os indicadores propostos por ela) e os Serviços Ecossistêmicos de referência. Coincidentemente os 12 indicadores dão conta de preencher substancialmente 12 dos 17 SEs. Por outro lado, alguns serviços importantes não são considerados nessa abordagem: “**Fornecimento de Água**” e “**Polinização**”, por exemplo, que são dois dos Serviços destacados por Jose (2009) e Lovell *et al.* (2017) como sendo fornecidos por Sistemas Agroflorestais, o que pode, novamente, corroborar para a importância da abordagem sobre Agroflorestas Urbanas. Outro serviço importante não contemplado é o da “**Formação do Solo**”, e aqui também, como nos demais casos, não se observou nenhum indicador proposto, o que mais uma vez reforça essa lacuna.

O **Quadro 8**, por sua vez, é o mais detalhado e completo em relação aos quadros anteriores analisados. Do ponto de vista dos Serviços Ecossistêmicos apenas 4 entre os 17 não estão contemplados, sendo 2 deles os **Culturais**, o que pode ser facilmente explicado pelo fato de que o objetivo deste trabalho de Lovell e seus colaboradores era o de realizar avaliações (medições) técnicas em campo e, portanto, focados muito mais nos aspectos ambientais do que sociais dos Sistemas Agroflorestais. Outro ponto de destaque evidenciado pelo Quadro 8 é a grande quantidade de indicadores “disponíveis” para realizar as avaliações dos SEs oferecidos. Relembrando a nota dos próprios autores do artigo, a lista de SEs apresentados por eles (e, portanto, também os seus indicadores) não pretende ser exaustiva dos serviços oferecidos por Sistemas Agroflorestais, nem tampouco dos indicadores possíveis de serem utilizados, mas apenas focar em alguns dos que eles avaliaram serem os mais facilmente verificáveis e mensuráveis em campo com baixo custo.

Quadro 8. Correlação entre *SEs* e *Indicadores Agroflorestais*, retirados de LOVELL et al. (2017), e adaptados pelo autor (2022).

SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS		LOVELL et al. (2017)	LOVELL et al. (2017)
CATEGORIA	SERVIÇO	S.E.s AGROFLORESTAIS	INDICADORES
SUORTE	1. Ciclagem de Nutrientes	4. Dinâmica de Uso dos Nutrientes	4.1. Eficiência no uso de nutrientes (NUE) como recuperação aparente para culturas individuais 4.2. Retenção de Nutrientes (NR) 4.3. Lixiviação de Nutrientes (NL)
	2. Habitat/Refúgios	2. Biodiversidade de Plantas	2.1. Riqueza de Espécies ou Número Total de Táxons 2.2. Índices de Diversidade de Plantas (responsável pela abundância de espécies)
	3. Formação de Solo		
REGULAÇÃO	4. Estabilização do Solo / Controle de Erosão	3. Dinâmica do Uso da Água 6. Infiltração [de água] no Solo	3.2. Eficiência na Captação e Uso da Água pelas Plantas. 6.1. Capacidade de Infiltração no Solo (<i>in situ</i>) 6.2. Densidade Aparente do Solo Amostrado
	5. Ciclo Hidrológico	3. Dinâmica do Uso da Água 6. Infiltração [de água] no Solo	3.1. Teor de Água do Solo (SWC), comparando diferentes tratamentos. 3.2. Eficiência na Captação e Uso da Água pelas Plantas. 3.3. Balanço de Massa da Evapotranspiração (ET). 6.1. Capacidade de Infiltração no Solo (<i>in situ</i>)
	6. Tratamento de Resíduos e Purificação da Água		
	7. Resiliência ao Distúrbio	5. Controle Microclimático	5.1. Condições Atmosféricas e do Solo na Área de Tratamento
	8. Regulação Climática	5. Controle Microclimático 7. Sequestro de Carbono	SOMATÓRIA dos Indicadores dos Serviços 7 e 9 (cf. Coluna 2 da Tabela)

REGULAÇÃO	9. Regulação Atmosférica	7. Sequestro de Carbono	7.1. Biomassa Acima do Solo (AGB) 7.2. Biomassa Abaixo do Solo (BGB) 7.3. Conteúdo de C Orgânico no Solo (SOC)
	10. Controle Biológico	2. Biodiversidade de Plantas	2.1. Riqueza de Espécies ou Número Total de Táxons 2.2. Índices de Diversidade de Plantas (responsável pela abundância de espécies)
	11. Polinização	8. Polinização	8.1. Comunidade de Polinizadores através de Armadilhas 8.2. Observação de Visitação Espontânea 8.3. Estudos de exclusão para Polinização Direta
PROVISÃO	12. Fornecimento de Alimento	1. Produção 4. Dinâmica de Uso dos Nutrientes	1.1. Rendimentos de Culturas Individuais por Área 1.2. Taxa de Terras Equivalentes (LER), comparando Policultura versus Monoculturas 1.3. Retorno Sobre o Investimento (ROI) 4.1. Eficiência no uso de nutrientes (NUE) como recuperação aparente para culturas individuais 4.2. Retenção de Nutrientes (NR) 4.3. Lixiviação de Nutrientes (NL)
	13. Matéria-Prima Utilitária	1. Produção 4. Dinâmica de Uso dos Nutrientes	IDEM ao Item anterior (Serviço nº 12)
	14. Recursos Genéticos	2. Biodiversidade de Plantas	IDEM aos Itens 2 e 10 (Coluna 2)
	15. Fornecimento de Água	3. Dinâmica do Uso da Água	3.1. Teor de Água do Solo (SWC), comparando diferentes tratamentos. 3.2. Eficiência na Captação e Uso da Água pelas Plantas. 3.3. Balanço de Massa da Evapotranspiração (ET).
CULTURAIS	16. Recreação / Contato Físico		
	17. Contato Psíquico		

Fonte: elaboração do autor (2022).

3.4.5 - Síntese dos Indicadores de Serviços Ecosistêmicos Florestais e Agroflorestais

Como corolário dos oito quadros anteriores, elaborou-se um quadro comparativo final (**Quadro 9**, através da fusão dos quadros 6, 7 e 8), o qual pode ser considerado a síntese geral da análise de correlação entre as propostas de Serviços Ecosistêmicos apresentadas e os Indicadores Florestais ou Agroflorestais para esses serviços.

Importante destacar que o objetivo do presente capítulo, como explicitado no ponto **3.2.3 (Objetivo)**, foi apenas o de levantar um conjunto de indicadores na literatura que pudesse nos apoiar na avaliação de serviços ecosistêmicos fornecidos por agroflorestas urbanas. Nesse sentido, não era a intenção (e não estava no escopo da presente proposta), realizar uma discussão aprofundada sobre a pertinência, qualidade ou eficácia dos indicadores encontrados na literatura e sugeridos pelos diversos autores para esse fim.

Dessa forma, o Quadro 9 pode gerar dificuldade no entendimento de alguns dos indicadores. Conforme comentado, não se teve a finalidade de discutir ou avaliar aqui se tais indicadores são pertinentes ou não. Porém, a fim de minimizar algum possível estranhamento, e facilitar a compreensão e interpretação dos dados apresentados, foram incluídos no Glossário, ao final desta dissertação, alguns destes indicadores (em particular os expressos por siglas em inglês no Quadro 9).

Quadro 9. Síntese dos **Indicadores de Serviços Ecosistêmicos (Agro)Florestais**, retirados de DOBBS et al. (2011), BARRON et al. (2016) e LOVELL et al. (2017).

SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS		DOBBS et al. (2011)	LOVELL et al. (2017)	BARRON et al. (2016)
CATEGORIA	SERVIÇOS	INDICADORES	INDICADORES	INDICADORES
SUPORTE	1. Ciclagem de Nutrientes	5.1. Fertilidade do Solo 6.1. Nutrientes do Solo	4.1. Eficiência no uso de nutrientes (NUE) como recuperação aparente para culturas individuais 4.2. Retenção de Nutrientes (NR) 4.3. Lixiviação de Nutrientes (NL)	
	2. Habitat / Refúgios		2.1. Riqueza de Espécies ou Número Total de Táxons 2.2. Índices de Diversidade de Plantas (responsável pela abundância de espécies)	1. Diversidade de Árvores Urbanas 5. Provisão/Fornecimento de Habitat 8. Espaço de Crescimento Disponível
	3. Formação de Solo			
REGULAÇÃO	4. Estabilização do Solo / Controle de Erosão	4.1. Número de Curva 4.2. Infiltração no Solo 5.2. Densidade do Solo	3.2. Eficiência na Captação e Uso da Água pelas Plantas. 6.1. Capacidade de Infiltração no Solo (<i>in situ</i>) 6.2. Densidade Aparente do Solo Amostrado	4. Controle de Águas das Chuvas
	5. Ciclo Hidrológico	4.2. Infiltração no Solo	3.1. Teor de Água do Solo (SWC), comparando diferentes tratamentos. 3.2. Eficiência na Captação e Uso da Água pelas Plantas. 3.3. Balanço de Massa da Evapotranspiração 6.1 Capacidade de Infiltração no Solo (<i>in situ</i>)	4. Controle de Águas das Chuvas
	6. Tratamento de Resíduos e Purificação da Água	6.2. Metais Pesados		

SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS		DOBBS et al. (2011)	LOVELL et al. (2017)	BARRON et al. (2016)
REGULAÇÃO	7. Resiliência ao Distúrbio	<p>3.1. Estrutura das Árvores</p> <p>3.2. Morte de Copas das Árvores</p> <p>8.1. Área Foliar e Distância das Ruas</p> <p>8.2. Tipo de Folhagem</p>	5.1. Condições Atmosféricas e do Solo na Área de Tratamento	<p>3. Cobertura de Copa</p> <p>4. Controle de Águas das Chuvas</p> <p>10. Conservação da Energia</p> <p>11. Risco de Árvores (quedas / resistência a eventos de distúrbios)</p>
	8. Regulação Climática	<p>1.1. Sequestro de CO₂ pelas Árvores</p> <p>2.1. Redução de Temperatura</p>	<p>5.1. Condições Atmosféricas e do Solo na Área de Tratamento</p> <p>7.1. Biomassa Acima do Solo (AGB)</p> <p>7.2. Biomassa Abaixo do Solo (BGB)</p> <p>7.3. Conteúdo de C Orgânico no Solo (SOC)</p>	<p>3. Cobertura de Copa</p> <p>9. Sequestro e Armazenamento de Gases de Efeito Estufa</p> <p>10. Conservação da Energia</p>
	9. Regulação Atmosférica	<p>1.1. Sequestro de CO₂ pelas Árvores</p> <p>1.2. Remoção dos Poluentes do Ar</p> <p>7.1. Remoção de Pm10</p>	<p>7.1. Biomassa Acima do Solo (AGB)</p> <p>7.2. Biomassa Abaixo do Solo (BGB)</p> <p>7.3. Conteúdo de C Orgânico no Solo (SOC)</p>	<p>3. Cobertura de Copa</p> <p>6. Melhoria da Qualidade do Ar</p> <p>9. Sequestro e Armazenamento de Gases de Efeito Estufa</p>
	10. Controle Biológico		<p>2.1. Riqueza de Espécies ou Número Total de Táxons</p> <p>2.2. Índices de Diversidade de Plantas (responsável pela abundância de espécies)</p>	11. Risco de Árvores (pragas e doenças)
	11. Polinização		<p>8.1. [Aferição de] Comunidade de Polinizadores através de Armadilhas</p> <p>8.2. Observação de Visitação Espontânea</p> <p>8.3. Estudos de exclusão para Polinização Direta</p>	

SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS		DOBBS et al. (2011)	LOVELL et al. (2017)	BARRON et al. (2016)
PROVISÃO	12. Fornecimento de Alimento		1.1. Rendimentos de Culturas Individuais por Área 1.2. Taxa de Terras Equivalentes (LER), comparando Policultura vs Monoculturas 1.3. Retorno Sobre o Investimento (ROI) 4.1. Eficiência no uso de nutrientes (NUE) como recuperação aparente para culturas individuais 4.2. Retenção de Nutrientes (NR) 4.3. Lixiviação de Nutrientes (NL)	12. Benefícios que Valorizam a Propriedade
	13. Matéria-Prima Utilitária		IDEM ao Item anterior (Serviço nº 12)	12. Benefícios que Valorizam a Propriedade
	14. Recursos Genéticos	9.1. Índice de Diversidade e Uniformidade de Shannon 9.2. Taxa de Árvores Nativas	2.1. Riqueza de Espécies ou Número Total de Táxons 2.2. Índices de Diversidade de Plantas (responsável pela abundância de espécies)	1. Diversidade de Árvores Urbanas
	15. Fornecimento de Água	4.2. Infiltração no Solo	3.1. Teor de Água do Solo (SWC), comparando diferentes tratamentos. 3.2. Eficiência na Captação e Uso da Água pelas Plantas. 3.3. Balanço de Massa da Evapotranspiração	
CULTURAIS	16. Recreação / Contato Físico	11.1. Cobertura de copa (% de árvores) e área gramada mantida, e usos recreativos e residenciais da terra		2. Acesso Físico à Natureza 12. Benefícios que Valorizam a Propriedade
	17. Contato Psíquico	11.2. Aumento da valorização estética e do valor da propriedade (de 3 a 5%) pela presença de árvores		7. Acesso Visual à Natureza 12. Benefícios que Valorizam a Propriedade
OUTROS		10.1. Biomassa das Árvores		

Fonte: elaboração do autor (2022).

Quantitativamente pode-se constatar, à luz dos dados aqui apresentados, que foi possível reunir: **10 distintos indicadores** para os **Serviços de Suporte**; **47 indicadores** distribuídos entre os **Serviços de Regulação**; **23 indicadores** para os **Serviços de Provisão**; e **6 indicadores** para os **Serviços Culturais**; totalizando 86 indicadores para os 17 Serviços Ecosistêmicos.

Qualitativamente, por outro lado, o interessante de unir todos esses trabalhos sob uma única e mesma perspectiva (ou seja, sob parâmetros equiparáveis) é o fato de ser possível somar esforços, agregando diferentes propostas para complementar ou atingir um mesmo objetivo. Assim tornam-se evidentes tanto os pontos de grande cobertura quanto os de maior fragilidade. Como já supramencionado, e conforme pode-se constatar pelo **Quadro 9**, tem-se a confirmação de que, de fato, há uma lacuna com relação ao Serviço de Suporte número **3. Formação de Solo**, uma vez que nenhum indicador específico é apresentado para avaliá-lo dentre todas as propostas analisadas³¹; enquanto há apenas 1 indicador (o de “Metais Pesados”, proposto por DOBBS) para avaliar o Serviço de Regulação número **6. Tratamento de Resíduos e Purificação da Água**.

Por outro lado, também pode ser observado que, à exceção desses dois Serviços já mencionados, todos os demais passam a ter (pela somatória de todos os trabalhos) no mínimo 3 indicadores específicos para avaliar cada um deles (como os Serviços números **10, 11, 16 e 17**); outros tantos têm entre 4 e 7 indicadores (como os números **1, 2, 4, 5, 12, 13, 14 e 15**); e alguns chegam até mesmo a ter 9 distintos indicadores para avaliar um mesmo Serviço Ecosistêmico (como os números **7, 8 e 9**).

³¹ Na realidade, um trabalho de revisão sobre SEs fornecidos por *Infraestruturas Verdes Comestíveis* em ambientes urbanos, realizado por Russo *et al.* (2017), apresenta o **indicador** “% de matéria orgânica da camada superficial do solo” especificamente para o Serviço de “Formação do Solo”. O problema é que: **1.** não fica claro qual autor sugere este indicador, uma vez que o artigo aglutina diversos trabalhos que apresentam um determinado grupo de Serviços e Indicadores; e **2.** dentre esses conjuntos de autores, somente Dobbs *et al.* (2011) o menciona, mas como um **método (e não como um indicador em si mesmo)** para aferir os *indicadores* sugeridos para os Serviços de Qualidade e Saúde do Solo.

Algumas observações interessantes emergem quando se analisa o Quadro 9. Assim, por exemplo, tomando-se como base o Serviço número **1. Ciclagem de Nutrientes** no **Quadro 5**, é possível aceitar que o Serviço Ecosistêmico “Sequestro de Carbono” (JOSE, 2009; e outros equivalentes) seja diretamente relacionado nesta linha porque é um processo natural e que faz parte do ciclo de vários nutrientes, como o próprio C, N ou O. Entretanto, dificilmente seriam aceitos como bons **indicadores** para avaliar a *ciclagem de nutrientes*, coisas como “Sequestro de CO² pelas Árvores” (DOBBS *et al.*, 2011) ou “Sequestro e Armazenamento de Gases de Efeito Estufa” (BARRON *et al.*, 2016), que são indicadores presentes no **Quadro 9**, porém relacionados a outros serviços, como **8. Regulação Climática** e **9. Regulação Atmosférica**. Tal fato evidencia a importância de uma parametrização dos dados e de interpretarmos as informações à luz de suas específicas perspectivas teóricas e objetivos particulares. Como mencionado, *serviços* e *indicadores* não são categorias mutuamente excludentes, mas isso não faz com que sejam indistintas.

Com relação aos *Serviços de Provisão*, 17 dos 23 indicadores são relacionados exclusivamente por Lovell *et al.* (2017), baseados em Sistemas Agroflorestais. Considerando apenas o fornecimento de água, alimentos e matéria-prima utilitária, essa proporção sobe para 15 em 18 indicadores totais. Este é um dado bastante expressivo sobre a diferença de enfoque e benefícios promovidos pelos Sistemas Agroflorestais em relação aos somente Florestais. Isso parece evidenciar o quanto o pensamento sobre as Florestas Urbanas ainda desconsidera largamente a sua potencial contribuição para a “provisão” de água, alimentos e outros materiais (como medicinais, madeira para lenha ou construção etc.) de importância vital para as pessoas. Enquanto as Agroflorestas Urbanas, por outro lado, parecem justamente evidenciar o quanto é possível entregar às pessoas serviços, bens e outros benefícios tão básicos, que podem estar disponíveis e acessíveis a poucas quadras e de forma “gratuita” para a população em geral.

A esse respeito, Costanza (2008) apresenta um ponto de vista pouco abordado, mas de grande importância para o debate público sobre o tema:

Outra forma de classificar os serviços ecossistêmicos é de acordo com seu status de “exclusão e rivalidade”. (...) **Bens e serviços são “excluíveis” na medida em que os indivíduos podem ser excluídos de se beneficiar deles.** A maioria dos bens e serviços comercializados de propriedade privada são relativamente facilmente excluíveis. Posso evitar que outras pessoas comam os tomates que plantei, ou a madeira que colhi ou o peixe que pesquei, a menos que eles me paguem. Mas é difícil ou impossível excluir outros de se beneficiar de muitos bens públicos, como um clima bem regulado, pescar em mar aberto ou os benefícios estéticos de uma floresta. Bens e serviços são “rivais” na medida em que o benefício de uma pessoa interfere ou é rival do benefício de outra pessoa. Se eu comer o tomate ou o peixe, você não pode comê-lo também. Mas se eu me beneficiar de um clima bem regulado, você também pode fazer o mesmo. **A exclusão é em grande parte uma função da oferta (até que ponto os produtores podem excluir usuários) e está relacionada aos mecanismos culturais e institucionais disponíveis para impor a exclusão,** enquanto a rivalidade é uma função da demanda (...) e é mais uma característica do próprio bem ou serviço. (COSTANZA, 2008)

Tomando essa outra perspectiva de classificação, pode-se sugerir um “novo” Serviço Ecossistêmico (até o momento não encontrado nas revisões bibliográficas), como “**Segurança Alimentar**”, que poderia medir a quantidade, diversidade e disponibilidade de alimento acessível (de forma pública) às pessoas de uma dada região. Indicadores poderiam ser, por exemplo, o número de espécies (diversidade) e de indivíduos (quantidade) com potencial comestível (especialmente árvores de frutas, nozes e castanhas) em um determinado raio de distância (500m, 1km); distribuição sazonal das espécies alimentícias (época em que os frutos estão disponíveis); e disponibilidade geográfica e social (porcentagem de plantas comestíveis em áreas públicas e de acesso aberto, com permissão para colheita: por exemplo em parques, ruas e “florestas urbanas”, matas ciliares, corredores ecológicos, parques lineares etc.).

Embora as discussões apresentadas sobre os dados expostos no Quadro 9 possam e devam ser ainda muito mais desenvolvidas, um dos pontos que se torna mais claro é que os Serviços menos abordados em toda a literatura (e de enorme importância para a vida humana diária) são os aqui classificados como **Culturais**. Tal categoria, na realidade, agrupa todo o campo das questões *socioeconômicas*, e, por isso mesmo - de certa forma - acaba por gerar um certo “apagamento” de sua importância, frente a tantas considerações “técnicas” e “ambientais”, igualmente relevantes para o planeta como um todo. Mas é bem

verdade, e este é um trabalho fundamental que alguns autores como Steffen *et al.* (2015) reconheceram e buscaram corrigir, que nas discussões acerca da emergência climática colocam-se todos “no mesmo barco”, esquecendo-se que, apesar disso, não há “coletes salva-vidas” para todos, e que, portanto, esse enfrentamento nunca será igualitário. Por essa razão é tão importante que questões socioeconômicas tenham cada vez mais visibilidade na “agenda ambiental” e possam ser apresentadas em pé de igualdade com as demais demandas “urgentes” da humanidade.

Assim, uma revisão (atualização) desses quadros, em particular os números 1 e 9, deveria dar não apenas maior atenção aos Serviços Ecossistêmicos de natureza “cultural/socioeconômica”, como também pautar “novos” serviços como os de **“Segurança Alimentar”**, **“Sociobiodiversidade Agroecológica”** e **“Memória Biocultural”** já sugeridos aqui; e outros como **“Potencial Bioeconômico”** (que poderia “medir” o potencial de recursos específicos ou de ecossistemas como um todo em fornecer rendimentos econômicos constantes ou crescentes à medida em que os sistemas ecológicos em questão são mantidos ou fortalecidos - um exemplo mais simples e evidente seriam os “recursos hídricos”, que aumentam a sua disponibilidade - e conseqüentemente seu “rendimento” para os humanos - quanto mais estáveis e restaurados estão os ecossistemas dos quais os retiramos). Com relação ao “produto final” apresentado, não se deve considerar como os únicos indicadores existentes ou possíveis para cada um desses serviços, mas até o presente momento não foi possível encontrar na literatura um conjunto de indicadores mais completo e sistematicamente organizados do que os apresentados no **Quadro 9**. Assim, espera-se que tais resultados possam contribuir para as discussões e debates acerca dos Serviços Ecossistêmicos Agroflorestais e seus Indicadores, por conterem uma grande quantidade de dados unificados e diretamente comparáveis num mesmo lugar; mas, além disso, por fornecer uma proposta de metodologia reprodutível e recursiva, capaz de agregar constantemente as novas informações e mesmo novas propostas de classificação que, certamente, virão a ser desenvolvidas.

3.5 CONCLUSÕES

Os resultados apresentados no presente capítulo não pretendem esgotar o “estado da arte” sobre o tema, uma vez que inúmeros outros trabalhos vêm sendo apresentados constantemente nesse campo. Nesse sentido, o QUADRO 9, “produto final” desta etapa da pesquisa, apresenta-se, na verdade, como mais um resultado parcial de um projeto mais amplo, complexo e de longo prazo, qual seja: construir um conhecimento mais sólido acerca dos *Serviços Ecosystemáticos* e possíveis *Indicadores de SEs Florestais e Agroflorestais Urbanos*.

Além disso, o objetivo da metodologia desenvolvida foi criar um processo replicável de “parametrização”, ou seja, de equiparação entre os autores, e não uma equivalência absoluta. Diferentemente de algumas propostas encontradas na literatura, o intento da presente pesquisa não foi o de construir uma “nova” proposta que pudesse ser colocada como “substitutiva” das demais. Nesse sentido, a proposta deste trabalho alinhou-se às visões defendidas por outros autores aqui debatidos, em que não se busca uma solução universal para problemas e questões particulares, mas antes uma solução satisfatória e genérica o suficiente para contemplar e servir de base a um vasto leque de situações possíveis.

Um aspecto importante a ser melhor desenvolvido dentro da discussão pública sobre os *Bens e Serviços Ecosystemáticos* é relativo à sua disponibilidade e distribuição de maneira equitativa (ou não) entre a população: a diferença entre bens e serviços “exclusivos” e “não-exclusivos”. Em geral, os primeiros estão mais ligados a “bens” de consumo e, como o próprio nome sugere, são aqueles que excluem a maior parte da população de seu acesso por razões socioeconômicas, tendo o seu acesso determinado pelo poder aquisitivo da população. Os segundos, mais ligados aos “serviços”, como regulação atmosférica (*ar puro*), regulação climática (*clima estável*), *água limpa*, *ecossistemas saudáveis*, *biodiversidade* entre outros, são aqueles que atingem a todos de forma mais ou menos igualitária, beneficiando a todas as pessoas em geral (ou causando prejuízos e malefícios a todos, quando os ecossistemas estão em franco processo de degradação sistêmica).

Assim, a natureza “pública” desses serviços deve ser cada vez mais enfatizada como um *direito* das pessoas a um meio ambiente equilibrado e saudável. No que tange à esfera pública urbana (o ambiente por excelência da sociedade moderna para a vida humana), o “direito à cidade” deve prever direito de acesso público e não-exclusivo a todos os bens, serviços e benefícios ecossistêmicos disponíveis para a cidade. Nesse sentido, é dever dos gestores, planejadores e tomadores de decisão urbanos (e estratégia número 1 para a mitigação da pobreza urbana) investir, fomentar e acelerar prioritariamente os *serviços ecossistêmicos* não-excludentes, como o aumento de áreas verdes em toda a cidade (especialmente em bairros periféricos e de baixa renda), priorizando o plantio de espécies comestíveis, de preferência através de Sistemas Agroflorestais Urbanos (que reúnem ao mesmo tempo os aspectos produtivos/alimentares com os benefícios ecossistêmicos ambientais).

3.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRON, S.; SHEPPARD, S. R. J.; CONDON, P. M. [Urban Forest Indicators for Planning and Designing Future Forests](#). **Forests**, v. 7, n. 208, 2016.

CAMERON, G. PIB mundial pode ultrapassar US\$ 100 trilhões pela primeira vez em 2022: Consultoria britânica prevê que a China deve liderar a economia global em 2030, superando os Estados Unidos. **Revista Exame**, 2021. Disponível em: <https://exame.com/economia/pib-mundial-pode-ultrapassar-us-100-trilhoes-pela-primeira-vez-em-2022>. Acesso em: 20 ago. 2023.

CHAISSON, E. J. *Cosmic Evolution: The Rise of Complexity in Nature*. Harvard University Press, Cambridge, MA, 2002.

CICES [HAINES-YOUNG, R. & POTSCHIN, M.]. [Common International Classification of Ecosystem Services \(CICES\): Consultation on Version 4, August-December 2012](#). **European Environment Agency**, Copenhagen, 2013.

COSTANZA, R.; DARGE, R.; DE GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B. *et al.* [The value of the world's ecosystem services and natural capital](#). **Nature**, v. 387, n. 6630, p. 253–260, 1997.

COSTANZA, R. [Ecosystem services: Multiple classification systems are needed](#). **Biological Conservation**, v. 141, n. 2, p. 350–352, 2008.

COSTANZA, R.; DE GROOT, R.; SUTTON, P. C.; VAN DER PLOEG, S.; ANDERSON, S.; KUBISZEWSKI, I. *et al.* [Changes in the global value of ecosystem services](#). **Global Environmental Change**, v. 26, p. 152–158, 2014.

COSTANZA, R.; DE GROOT, R.; BRAAT, L.; KUBISZEWSKI, I.; FIORAMONTI, L.; SUTTON, P. *et al.* [Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go?](#) **Ecosystem Services**, v. 28, p. 1-16, 2017.

DE GROOT, R. S.; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. [A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services](#). **Ecological Economics**, v. 41, p. 393–408, 2002.

DOBBS, C.; ESCOBEDO, F. J.; ZIPPERER, W. C. A. [A framework for developing urban forest ecosystem services and goods indicators](#). **Landscape and Urban Planning**, v. 99, p. 196–206, 2011.

ESCOBEDO, F. J.; KROEGER, T.; WAGNER, J. E. [Urban forests and pollution mitigation: Analyzing ecosystem services and disservices](#). **Environmental Pollution**, v. 159, p. 2078-2087, 2011.

HIRSCHFELD, S.; VAN ACKER, R. [Review: Ecosystem Services in Permaculture Systems](#). **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 45, n. 6, p. 794-816, 2021.

JOSE, S. [Agroforestry for Ecosystem Services and Environmental Benefits: an overview](#). **Agroforestry Systems**, v. 76, p. 1–10, 2009.

LEWIS, S.; MASLIN, M. [Defining the Anthropocene](#). **Nature**, v. 519, p. 171-180, 2015.

LOVELL, S. T.; DUPRAZ, C.; GOLD, M.; JOSE, S.; REVORD, R.; STANEK, E.; WOLZ, K. J. [Temperate agroforestry research: considering multifunctional woody polycultures and the design of long-term field trials](#). **Agroforestry Systems**, v. 92, n. 5, p. 1-19, 2017.

M.E.A. A Report of the Millennium Ecosystem Assessment. **Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis**. Washington, DC. Island Press, 137p, 2005.

RUSSO, A.; ESCOBEDO, F. J.; CIRELLA, G. T.; ZERBE, S. [Edible green infrastructure: An approach and review of provisioning ecosystem services and disservices in urban environments](#). **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 242, p. 53–66, 2017.

STEFFEN W.; BROADGATE, W.; DEUTSCH, L.; GAFFNEY, O.; LUDWIG, C. [The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration](#). **The Anthropocene Review**, v. 2, n. 1, p. 81–98, 2015.

TEEB. [Mainstreaming the Economics of Nature: A Synthesis of the Approach, Conclusions and Recommendations of TEEB](#). **Earthscan**, London and Washington, 2010.

TOLEDO, V.; BARRERA-BASSOLS, N. **A memória biocultural: a importância ecológica das sabedorias tradicionais**. Tradução: Rosa L. Peralta. São Paulo: Expressão Popular, 2015. 272 p.

WALLACE, K. J. [Classification of ecosystem services: problems and solutions](#). **Biological Conservation**, v. 139, p. 235–246, out. 2007.

WALLACE, K. J. [Ecosystem services: Multiple classifications or confusion?](#). **Biological Conservation**, v. 141, p. 353–354, fev. 2008.

4. CAPÍTULO 3 – A CONTRIBUIÇÃO DAS AGROFLORESTAS URBANAS PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA ONU

4.1 RESUMO

Segundo o IPCC, as mudanças climáticas atuais, modificadas e aceleradas a um nível sem precedentes, são uma realidade incontestável, e sua causa está condicionada à ação humana degradante dos ecossistemas globais. Para fazer frente a isso, a Organização das Nações Unidas tem promovido grandes plataformas políticas, como o Acordo de Paris e a Agenda 2030, com os seus 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) para o enfrentamento da “crise climática”. Apesar de todos os discursos e compromissos assumidos pelos países-membro da ONU, ainda se observa a necessidade de estratégias de políticas e ações para se alcançar as metas propostas nestes objetivos. Assim, em busca de ações mais efetivas, o presente capítulo discute e procura apresentar a contribuição das agroflorestas urbanas para o cumprimento de metas dos ODSs da ONU. Cruzando os dados apresentados nos capítulos 1 e 2 da presente dissertação, este terceiro e último capítulo relaciona o potencial dos Sistemas Agroflorestais aos Serviços Ecossistêmicos por eles prestados, apresentando uma visão abrangente sobre o seu papel na escala da cidade. Os resultados apontam que os SAFS urbanos podem ser uma ferramenta útil e efetiva tanto para a mitigação quanto para a adaptação às mudanças climáticas em escala local, consistindo ainda em uma das estratégias de mais baixo custo e alto benefício ambiental e social.

Palavras-chave: Mudanças Climáticas; Agroflorestas Urbanas; Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS); Serviços Ecossistêmicos (SE).

4.2 INTRODUÇÃO

No ano de 2015, a Organização das Nações Unidas (ONU), através da sua 21ª sessão da Conferência das Partes sobre as Mudanças Climáticas (COP 21), aprovou o chamado “Acordo de Paris sobre o Clima”³², cujo objetivo principal é exposto em seu Artigo 2 da seguinte forma:

O presente Acordo (...) **visa fortalecer a resposta global à ameaça das mudanças climáticas**, no contexto do desenvolvimento sustentável e os **esforços para erradicar a pobreza**, incluindo: **(a)** Manter o aumento da temperatura média global **bem abaixo dos 2 °C** acima dos níveis pré-industriais e buscar esforços para limitar o aumento da temperatura a 1,5 °C acima dos níveis pré-industriais, reconhecendo que isso reduziria significativamente os riscos e impactos das mudanças climáticas; **(b)** Aumentar a capacidade de adaptar-se aos impactos adversos das mudanças climáticas e fomentar a resiliência ao clima e o desenvolvimento de baixas emissões de gases de efeito estufa, **de uma forma que não ameace a produção de alimentos** (ONU, 2015a).

No mesmo ano a ONU lançou também a plataforma política “*Transformando o mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*”, mais conhecida simplesmente como **Agenda 2030**³³, na qual constam os seus **17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)**, distribuídos em 169 metas. O objetivo geral desta “Agenda” está explícito logo nos primeiros parágrafos do texto, como segue:

Esta Agenda é um plano de ação para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade. Ela também busca fortalecer a paz universal com mais liberdade. **Reconhecemos que a erradicação da pobreza** em todas as suas formas e dimensões, incluindo a pobreza extrema, **é o maior desafio global e um requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável**. Todos os países e todas as partes interessadas, atuando em parceria colaborativa, implementarão este plano. Estamos decididos a **libertar a raça humana da tiraniada pobreza e da penúria e a curar e proteger o nosso planeta**. Estamos determinados a tomar as **medidas ousadas e transformadoras que são urgentemente necessárias** para direcionar o mundo para um caminho sustentável e resiliente. Ao embarcarmos nesta jornada coletiva, comprometemo-nos que ninguém seja deixado para trás. Os 17

³² Consultar página oficial da ONU no Brasil. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/88191-acordo-de-paris-sobre-o-clima>>. Acesso em: 20 abr. 2023.

³³ Consultar página das Nações Unidas no Brasil. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel>>. Acesso em: 20 abr. 2023.

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e 169 metas que estamos anunciando hoje demonstram a escala e ambição desta nova Agenda universal. (...) **Eles** [os objetivos] **são integrados e indivisíveis**, e equilibram as **três dimensões do desenvolvimento sustentável: a econômica, a social e a ambiental**. (ONU, 2015b)

Segundo a própria ONU, o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável básico que o **Acordo de Paris** visa enfrentar é a Mudança Global do Clima (ODS 13). Porém, como pode-se perceber, tanto a Agenda 2030 quanto o Acordo de Paris focam clara e explicitamente em dois pontos considerados por eles como sendo, ambos, fundamentais para que o mundo encontre um caminho verdadeiramente sustentável e resiliente: a erradicação da pobreza (ODS nº 1) e “curar e proteger o planeta”. Na linguagem da Permacultura³⁴ estes 2 pontos, que englobam praticamente todos os 17 ODS, poderiam ser resumidos mais ou menos nos 3 princípios (e pilares) éticos desta filosofia, que são: **1. Cuidar das Pessoas; 2. Cuidar do Planeta; e 3. Realizar a partilha justa dos excedentes**.

Ainda em 2015, Will Steffen e colaboradores publicaram um artigo de enorme importância para a compreensão do momento histórico atual com relação aos impactos ambientais que a humanidade vem experimentando e, em grandes medidas, protagonizando. O artigo, intitulado “[The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration](#)” (STEFFEN *et al.*, 2015) traz uma compilação e análise de um conjunto de dados críticos, relacionando o desenvolvimento das sociedades humanas (o que eles chamam de “*tendências socioeconômicas*”, como crescimento populacional, PIB global, consumo de fertilizantes, etc.) com a evolução das transformações da biosfera (denominada “*tendências dos sistemas terrestres*”).

A pesquisa dos autores supracitados, compreendendo o período de 1750 até 2010, leva à conclusão inescapável de que o grau das transformações

³⁴ Permacultura é um sistema de planejamento (*design*), criado por Bill Mollison e David Holmgren na década de 1970, para projetar assentamentos humanos sustentáveis. É baseada em saberes e filosofias de povos tradicionais (aborígenes) assim como em diversas disciplinas científicas modernas, e em suas origens buscava encontrar formas de estabelecer sistemas de **agricultura permanente**, que não esgotassem os recursos dos ecossistemas naturais nos quais se estabeleciam. Para uma discussão aprofundada sobre a relação da Permacultura com a Agroecologia e o debate científico/acadêmico sobre esta “disciplina” ver FERGUSSON & LOVELL (2014).

ocorridas nos sistemas terrestres desde os anos 1950 em diante não tem qualquer precedente na história. Embora o conceito de Antropoceno tenha sido proposto no início deste século por Paul Crutzen (CRUTZEN & STOERMER, 2000; CRUTZEN, 2002) e posteriormente debatido por muitos outros autores, havia ainda um debate em aberto sobre a data mais adequada para registrar o seu início, uma vez que a humanidade vem impactando progressivamente a biosfera há muito tempo. Diversos autores, entre eles Crutzen e o próprio Steffen, acreditavam inicialmente que a Revolução Industrial deveria (provavelmente) ser o grande ponto de virada nas relações dos impactos humanos nos sistemas naturais. De fato, tal relação foi observada (por isso a escolha de olhar para os dados a partir de 1750). Entretanto, as mudanças abruptas apontadas por Steffen *et al.* (2015) a partir de 1950, levaram à denominação deste período como “a grande aceleração do Antropoceno”. Devido a isso, os autores sustentam que:

De todos os candidatos à data de início do Antropoceno, o início da Grande Aceleração é de longe o mais convincente de uma perspectiva científica do Sistema Terrestre. É apenas depois de meados do século 20 que há evidências claras de mudanças fundamentais no estado e funcionamento do Sistema Terrestre que estão (1) além da faixa de variabilidade do Holoceno e (2) impulsionados por atividades humanas e não pela variabilidade natural. (...) [Além disso] definir a data de início do Antropoceno no início da Grande Aceleração torna possível especificar o início do Antropoceno com um alto grau de precisão. Na segunda-feira, 16 de julho de 1945, na época em que a Grande Aceleração começou, **a primeira bomba atômica foi detonada no deserto do Novo México**. Isótopos radioativos desta detonação foram emitidos para a atmosfera e se espalharam pelo mundo **entrando no registro sedimentar para fornecer um sinal único do início da Grande Aceleração**; um sinal que é inequivocamente atribuível a atividades humanas. (STEFFEN *et al.*, 2015)

Os autores argumentam ainda, que definir a data de início do Antropoceno em meados do século XX tem uma importante implicação política e socioeconômica, uma vez que, ao tentar “datar” o início do Antropoceno em períodos muito anteriores (como o início ou mesmo meados do Holoceno, milhares de anos atrás), isso tenderia a mascarar as profundas diferenças e o abismo socioeconômico entre as grandes potências globais, as economias emergentes e os demais países menos desenvolvidos socioeconomicamente, não reconhecendo o peso relativo de cada economia para os impactos decisivos

no meio ambiente em escala global. Assim, a ideia de “humanidade como um todo” não refletiria de maneira justa e adequada os diferentes impactos gerados por cada parcela da humanidade na biosfera como um todo.

Segundo dados compilados pela [Climate Watch](#)³⁵ até o ano de 2019, apenas os quatro maiores emissores de gases de efeito estufa juntos (na ordem: China, Estados Unidos, Índia e União Europeia considerada como um bloco emissor), são responsáveis por mais de 50% de todas as emissões globais. Enquanto os 100 últimos países da lista, juntos, não representam nem 3% das emissões (FRIEDRICH, GE e PICKENS, 2023)³⁶.

Considerando os Relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), criado em 1988 pela ONU, por meio do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e da Organização Meteorológica Mundial (OMM), como subsídio teórico, técnico e científico para criar políticas efetivas e eficazes de mitigação e adaptação, em especial em relação às metas necessárias de redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE), os países-membro fracassaram no cumprimento de suas metas, conforme declarou o Secretário Geral das Nações Unidas, António Guterres, por ocasião do lançamento do mais recente Relatório do IPCC. Segundo ele, **“as atuais promessas climáticas significariam um aumento [e não redução] de 14% nas emissões”**, o que equivale a dizer que não estão apenas “cruzando os braços” ou “fechando os olhos” para o problema, mas, muito pior, “eles estão adicionando combustível às chamas” (ONU, 2022).

Segundo pesquisa do Global Carbon Project, publicada pela BBC News Brasil (2021), mais da metade de todo o CO₂ lançado na atmosfera pela humanidade em toda a sua história, foi emitido apenas nos últimos 30 anos. Mais precisamente, cerca de 52,74% da emissão de CO₂ em todo o mundo ocorreu a

³⁵ Disponível em: < <https://www.climatewatchdata.org> >. Acesso em 10 abr. 2023.

³⁶ Para maiores informações sobre o tema, consultar artigo do World Resource Institute (WRI), intitulado: **“A trajetória dos 10 maiores emissores de carbono desde o Acordo de Paris, em gráficos interativos”**. Disponível em: <<https://www.wribrasil.org.br/noticias/trajetoria-dos-10-maiores-emissores-de-carbono-desde-o-acordo-de-paris-em-graficos>>. Acesso em 10 abr. 2023.

partir de 1990, percentual este que necessariamente aumentará ano após ano, mesmo que, no melhor dos casos, a humanidade venha a reduzir drasticamente as suas emissões.

Contudo, como também apontam os relatórios do IPCC, nós temos, de fato (como sociedade), o conhecimento e as tecnologias necessárias para não apenas reverter o quadro sistêmico da crise climática global, como até mesmo ir além e regenerar todos os ecossistemas da Terra, restabelecendo o equilíbrio ecológico e o balanço energético do sistema biosférico.

Nesse sentido, o próprio Secretário-Geral da ONU, ainda no discurso sobre o último relatório do IPCC, afirma que devemos **“proteger as florestas e ecossistemas como poderosas soluções climáticas”**, uma vez que elas são o principal mecanismo global de sequestro e armazenamento de carbono – uma “tecnologia” de regulação climática e atmosférica desenvolvida pela natureza ao longo de milhões de anos – estável, resiliente e funcional, e totalmente disponível para uso humano imediato. Desse modo, estudos, pesquisas e propostas que visem ampliar áreas florestais em todo o mundo (seja para regeneração dos ecossistemas degradados, seja para ocupação por sistemas agroflorestais para produção de alimentos e outros benefícios) são iniciativas fundamentais para a efetivação destas soluções.

Considerando que mais da metade da população mundial hoje vive em áreas urbanas (e a expectativa é de que por volta de 2050 sejam quase 70% de uma população de cerca de 9 bilhões de habitantes no planeta); e que as áreas urbanas são responsáveis pela maior parte das emissões de GEE (conforme a FAO (2016), as cidades consomem 75% dos recursos naturais do mundo), implementar florestas urbanas ou ampliar as suas áreas nas cidades parece constituir uma das medidas mais importantes para a mitigação destes impactos em escala local e global. Nesse contexto, Salbitano *et al.* (FAO, 2016) apresentam um Guia para Florestação em Áreas Urbanas e Periurbanas, no qual enumeram as “contribuições das Florestas Urbanas” para 9 dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU.

Diante desse cenário, a presente pesquisa tem como finalidade discutir possíveis soluções e caminhos para a crise climática, baseados no uso intensivo de sistemas agroflorestais em meio urbano. Conforme os resultados do capítulo 1 da presente dissertação, os sistemas agroflorestais podem funcionar como um mecanismo para a criação de paisagens urbanas multifuncionais (integrando produção de alimentos com serviços ecossistêmicos); e tomando como base também os resultados obtidos pela sistematização da literatura disponível sobre os Serviços Ecossistêmicos Agroflorestais Urbanos e seus indicadores, apresentados e discutidos no capítulo 2, o presente e último capítulo desta dissertação apresenta uma análise sobre as potenciais contribuições das Agroflorestas Urbanas para fomentar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, procurando fornecer subsídios para o enfrentamento da crise climática em seu principal *locus* causador – os grandes centros urbanos.

4.2.1 - Objetivo

Apresentar e analisar o potencial dos Sistemas Agroflorestais como estratégia para o enfrentamento das mudanças climáticas (adaptação e mitigação), através das suas contribuições potenciais e específicas para atender aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU.

4.3 MATERIAL E MÉTODOS

Visando atingir o objetivo proposto, o presente capítulo desenvolve uma abordagem analítica, a partir do cruzamento de dados e resultados dos dois primeiros capítulos desta dissertação, bem como de seu confronto com a bibliografia especializada no tema, à luz de uma revisão crítica da literatura. Assim, partindo das informações apresentadas nos **Quadros 2 e 3 do Capítulo 1**, e da síntese das relações entre os SAFs, CPULs e UFFs, conforme apresentado no diagrama da **Figura 1** do mesmo capítulo; e tomando como base a lista dos Serviços Ecossistêmicos apresentados no **Capítulo 2 (Quadro 1)**, os

Indicadores dos Serviços Ecosistêmicos fornecidos por Florestas e Agroflorestas Urbanas (**Quadro 9**) do mesmo capítulo; e ainda as informações apresentadas pela FAO (2016) sobre as Contribuições das Florestas Urbanas para as metas e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU (**ver Figura 1, a seguir**); este terceiro capítulo do trabalho discute e analisa as razões pelas quais os Sistemas Agroflorestais podem ser considerados uma estratégia e método efetivo para o enfrentamento da crise climática.

Em particular, procura-se apresentar e enfatizar a contribuição das Agroflorestas Urbanas para responder, em especial, aos seguintes pontos dos ODSs: **Erradicação da Pobreza (ODS 1)**; **Fome Zero e Agricultura Sustentável (ODS 2)**; e **Ação Contra as Mudanças Climáticas Globais (ODS 13)**.

Figura 1 - A Contribuição das Florestas Urbanas aos ODSs

Objetivos e Metas de Desenvolvimento Sustentável da ONU

METAS	nº	O Papel das Florestas Urbanas
	1.5	As florestas urbanas criam empregos, fornecem um recurso para empreendedores, reduzem o custo da infraestrutura urbana, fornecem serviços ecossistêmicos para todos os cidadãos, melhoram o ambiente de vida e aumentam valores de propriedade, impulsionando assim as economias "verdes" locais.
	2.1 2.2 2.3 2.4	As florestas urbanas são fontes diretas de alimentos (por exemplo, frutas, sementes, folhas, cogumelos, bagas, extratos de casca, seiva e raízes, ervas, carne selvagem e insetos comestíveis). Indiretamente, elas apoiam uma alimentação saudável, fornecendo lenha acessível, água de alta qualidade e um solo melhorado para a produção agrícola sustentável.
	3.4 3.9	Florestas e outros espaços verdes dentro e ao redor das cidades fornecem configurações ideais para muitas recreações ao ar livre e atividades de relaxamento, contribuindo assim para a prevenção e tratamento de doenças não transmissíveis e a manutenção da saúde mental. Florestas urbanas filtram e removem de forma eficiente poluentes e particulados, o que também ajuda a reduzir a incidência de doenças não transmissíveis.
	6.3 6.6	Florestas urbanas são reguladores eficientes dos ciclos hidrológicos. Elas filtram a água potável reduzindo poluentes biológicos e químicos, reduzem o risco de inundações e erosão, e reduzem a perda de água, minimizando extremos mesoclimáticos por meio de processos de evapotranspiração.
	7.1	O manejo sustentável de florestas urbanas pode produzir energia renovável para uso das comunidades urbanas. Esta é uma função vital para bilhões de moradores urbanos e periurbanos em todo o mundo, particularmente em países de baixa renda, onde a lenha é frequentemente a mais acessível - e às vezes a única - fonte de energia disponível.
	8.4 8.9	Investimentos em florestas urbanas e outras infraestruturas verdes incrementam significativamente o crescimento da economia verde, proporcionando um ambiente atraente para turismo e negócios, melhorando o valor das casas e taxas de aluguel, criando oportunidades de emprego, fornecendo materiais para habitação, e gerando economia nos custos associados à energia e à manutenção da saúde humana.
	11	Florestas urbanas bem projetadas e gerenciadas contribuem significativamente para a sustentabilidade ambiental, viabilidade econômica e habitabilidade das cidades. Elas ajudam a mitigar as mudanças climáticas e desastres naturais, reduzir custos de energia, pobreza e desnutrição, e fornecer serviços ecossistêmicos e benefícios públicos.
	13.1 13.2 13.3	Árvores e florestas dentro e ao redor das cidades contribuem diretamente para a mitigação das mudanças climáticas através do sequestro de carbono e redução das emissões de gases de efeito estufa e, indiretamente, economizando energia, reduzindo o efeito das "ilhas de calor" urbanas, e mitigação de inundações.
	15.2 15.3 15.9	As florestas urbanas ajudam a criar e melhorar habitats, constituem um reservatório de biodiversidade, melhoram significativamente a qualidade do solo, e contribuem para a restauração da terra e paisagens naturais.

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Partindo do pressuposto (conforme apresentado e discutido no Capítulo 1 da dissertação) de que as agroflorestas urbanas podem fornecer qualidades semelhantes à das florestas urbanas em geral, e em particular das *Florestas Urbanas de Alimento*, pode-se supor que as Agroflorestas Urbanas também possam contribuir satisfatoriamente para atender aos ODS, assim como as Florestas Urbanas, conforme sugerido pela FAO (2016). Em alguns casos (como o ODS 2 - Fome Zero e Agricultura Sustentável), até mesmo de forma muito mais efetiva. Na **Figura 1**, podem ser observadas as Contribuições das Florestas Urbanas para 9 dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, de acordo com o material produzido pela FAO (2016).

À luz das informações levantadas, discute-se a seguir as principais contribuições das Agroflorestas Urbanas para os ODS da ONU, em particular sua relação com os ODSs 1, 2 e 13 (itens 4.4.1, 4.4.2 e 4.4.3, respectivamente).

4.4.1 - ERRADICAÇÃO DA POBREZA (ODS 1)

Segundo a FAO (2016), a contribuição das Florestas Urbanas para o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável nº 1 (em sua meta 1.5) podem ser resumidas da seguinte forma:

As florestas urbanas criam empregos; fornecem recursos para empreendedores; reduzem o custo da infraestrutura urbana; fornecem serviços ecossistêmicos para todos os cidadãos; melhoram o ambiente de vida e aumentam valores de propriedade, impulsionando assim as economias "verdes" locais.
(FAO, 2016)

Dessa forma, as Florestas Urbanas podem auxiliar na redução da pobreza (incluindo a extrema) de diversas maneiras, mas, principalmente, associadas à distribuição da riqueza, benefícios e oportunidades gerados na cidade, bem como acesso a serviços, recursos e necessidades básicas, como alimentação e água limpa. Assim, uma rede de *infraestruturas socioeconômicas*

pode ser criada e sustentada por um planejamento e implementação/manejo eficiente de florestas urbanas na escala da cidade.

Florestas urbanas em áreas periféricas da cidade (distantes do centro), trazem diretamente diversos benefícios às pessoas, a começar por uma maior qualidade de vida e opções de lazer e contato com a natureza (impactando direta e positivamente na sua saúde e renda - uma vez que diminui a necessidade de deslocamentos para regiões distantes a fim de acessar esse tipo de infraestrutura). Além da economia em transporte (evitando também maiores emissões de GEE desnecessárias em toda a cidade), economiza-se também com a saúde pública, uma vez que melhores condições ambientais e qualidade de vida em geral (incluindo o acesso a parques e outros tipos de áreas verdes para a prática de esportes, lazer e contato com a natureza), trazem impactos positivos diretos na saúde individual e coletiva com relação a doenças respiratórias e cardiovasculares, e outras relacionadas ao estresse da vida urbana como ansiedade, depressão, transtornos de humor, etc., entre muitos outros distúrbios psicoemocionais (STOLTZ & SCHAFFER, 2018).

Além disso, através de uma implementação criteriosa e planejada de *Florestas Urbanas de Alimento* (ou agroflorestas), é possível aumentar o acesso público a fontes importantes de nutrientes, vitaminas e minerais (especialmente através de frutas e frutos comestíveis da flora nativa), diminuindo custos importantes com alimentação³⁷, especialmente para famílias de baixa renda, e aumentando o nível de qualidade da alimentação dessas famílias. Nas palavras de Clark e Nicholas (2013):

A UFF aumenta a economia e o acesso físico a alimentos, **fornecendo alimentos gratuitos ou de baixo custo** de fontes locais, muitas vezes à distância de uma caminhada no bairro. Alguns projetos de árvores alimentícias urbanas também oferecem aos participantes a **oportunidade de ganhar dinheiro com a venda dos produtos**. (CLARK e NICHOLAS, 2013)

³⁷ Segundo o professor Valter Palmieri Jr., Doutor em Desenvolvimento Econômico pela Unicamp, as **frutas são os alimentos mais caros no Brasil**. Nos últimos 16 anos (desde 2006), enquanto a inflação geral do país acumulou uma alta de 149%, os alimentos tiveram uma elevação de 256%. Entretanto, as frutas sofreram um aumento ainda maior, chegando a 408% de inflação dos preços na mesma época. Dados retirados do Relatório "**Dinâmica e Diferenças dos Preços dos Alimentos no Brasil**" (2021), disponível em: https://evidencias.tributosaudavel.org.br/wp-content/themes/act-theme/LO_ACT_diferenca-e-dinamica_REV01.pdf

Apesar de todos estes ganhos na busca pela erradicação da pobreza, proporcionados por Florestas Urbanas, para algumas pessoas (especialmente planejadores e gestores urbanos - ou “investidores” dos grandes centros urbanos) muitas vezes apenas valores monetários ou “de mercado” são argumentos considerados como relevantes para as tomadas de decisão sobre tais investimentos. Assim, alguns dados podem ser úteis para demonstrar o valor, também econômico, das florestas urbanas. Segundo a FAO (2016):

Estudos mostraram que **uma árvore individual pode fornecer benefícios líquidos de até US\$ 50 por ano** (com base na economia de energia e na redução do dióxido de carbono e escoamento de águas pluviais, e ignorando outros benefícios potenciais); **para cada dólar investido em gestão, o retorno anual estimado está na faixa de US\$ 1,4 a US\$ 3,0** (FAO, 2016).

Com relação à economia monetária potencial gerada pelas florestas urbanas para os municípios, Konijnendijk e Gauthier (2006), tomando como exemplo o caso da capital de Washington, nos EUA, afirmam que:

A *Análise do Ecossistema Urbano* da área metropolitana de Washington, D.C., concluiu que a cobertura arbórea reduziu os custos de armazenamento de águas pluviais em **US\$ 4,7 bilhões** e gerou uma **economia anual de US\$ 49,8 milhões** na qualidade do ar. (KONIJNENDIJK & GAUTHIER, 2006)

Nesse mesmo sentido, ressaltando o papel fundamental que as Florestas Urbanas desempenham no manejo das águas, dentro e ao redor das paisagens urbanas (especialmente frente à demanda crescente por água potável), Salbitano *et al.* (FAO, 2016) relatam que:

A cidade de Nova York gastou entre US\$ 1,4 bilhão e US\$ 1,5 bilhão em projetos de proteção de bacias hidrográficas (**incluindo melhor gestão florestal**), em vez de construir uma estação de tratamento estimada em US\$ 6 bilhões para construir, e mais US\$ 250 milhões por ano para manter. **Ao ajudar a armazenar água nos perfis do solo, as florestas aumentam a resiliência à seca, cuja incidência e severidade são previstas para serem exacerbadas pelas mudanças climáticas.** (FAO, 2016)

Dessa forma, por meio de um planejamento inteligente da gestão das águas na paisagem urbana, que inclui necessariamente um plano de gestão florestal integrado, visando à regeneração das bacias hidrográficas locais, com evidente aumento na capacidade de captação, retenção e infiltração das águas pluviais, a cidade de Nova York economizou 75% do que seria necessário para a instalação de um sistema “convencional” de tratamento, além de evitar gastos de manutenção anuais.

Em geral, como afirmam Salbitano *et al.* (FAO, 2016), o valor de um metro quadrado de terreno tende a parecer muito maior (portanto mais lucrativo) se puder ser utilizado para a construção de infraestruturas “cinzas”. No entanto, tem-se reconhecido cada vez mais “que a infraestrutura verde também tem um alto valor (tangível e intangível)” e que “cada decisão de planejamento urbano deve levar em consideração os benefícios e custos gerais - o triplo resultado final - da escolha de um uso do solo em vez de outro”. Assim, os autores concluem que:

Os administradores públicos devem ver suas **florestas urbanas como uma infraestrutura crucial que fornece benefícios e valores tangíveis** que melhoram a qualidade de vida, a segurança e a saúde pública. Na verdade, **o retorno sobre o investimento em florestas urbanas excede em muito o custo de instalação e manutenção em comparação com a infraestrutura cinza** e deve ser considerado um “negócio inteligente” para tomadores de decisão, administradores e cidadãos. (FAO, 2016)

Associados aos valores monetários que podem ser obtidos com as árvores vivas (através da economia gerada por esse investimento), a floresta urbana “em pé” pode gerar inúmeros outros recursos monetários através da criação de diversos novos tipos de “empregos verdes”, bioeconomia e agricultura ecológica. Tanto a geração de novos empregos urbanos (como o estabelecimento de uma rede de produção e consumo de alimentos orgânicos agroecológicos locais, ou diversos tipos de especialistas em manejo de florestas urbanas para fins ambientais, econômicos e outros) quanto a abertura potencial para a exploração de inúmeros recursos florestais madeireiros e não

madeireiros (bioeconomia), podem ampliar o potencial da economia local de várias formas: diversificando as ofertas de trabalho e geração de renda; fortalecendo a economia local pelo aumento da oferta de produtos e serviços e de uma economia circular; oportunizando o desenvolvimento de novos empreendimentos de base econômica-ecológica; entre outras. Em particular, a exploração bioeconômica dos “novos” recursos locais pode incluir: agricultura agroflorestal agroecológica; produtos para matéria-prima medicinal e cosmética; ampliação das oportunidades de pesquisa científica; desenvolvimento do ecoturismo urbano; valorização imobiliária pela melhoria da paisagem urbana e contato com a natureza e fauna silvestre; entre outros.

Com relação à geração de empregos (e renda) que podem ser ofertados pela agricultura urbana, por exemplo, Clark e Nicholas (2013), citando dados da FAO, afirmam que:

(...) o Programa de Desenvolvimento das Nações Unidas estimou que 800 milhões de pessoas estão envolvidas na agricultura urbana e periurbana em todo o mundo, um quarto das quais são produtores de mercado, **empregando 150 milhões de pessoas em tempo integral e produzindo 15% dos alimentos do mundo** (CLARK e NICHOLAS, 2013).

Diante deste contexto, as *Florestas Urbanas*, e em particular as Florestas Alimentícias ou Agroflorestas, podem contribuir para a redução da pobreza nos grandes centros urbanos. Seja por meio da promoção direta da saúde pelo contato com a natureza; do acesso a alimentos de alto valor nutricional de forma gratuita; pela geração de empregos e renda; ou ainda pela expressiva economia monetária que as florestas e agroflorestas urbanas podem agregar potencialmente às cidades, em diversas frentes e escalas. Dessa maneira, investimentos em infraestruturas verdes urbanas permitem efeitos benéficos para a população em geral, mas também, e principalmente, à parcela da sociedade mais vulnerável socioeconomicamente.

4.4.2 - FOME ZERO E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL (ODS 2)

Segundo a FAO (2016), as metas 2.1, 2.2, 2.3 e 2.4 do ODS 2 podem ser supridas pelas Florestas Urbanas da seguinte maneira:

As florestas urbanas são fontes diretas de alimentos (frutas, sementes, folhas, cogumelos, bagas, extratos de casca, seiva e raízes, ervas, carne selvagem e insetos comestíveis). Indiretamente, elas apoiam uma alimentação saudável, fornecendo lenha acessível, água de alta qualidade, e um solo melhorado para a produção agrícola sustentável (FAO, 2016).

As **agroflorestas urbanas** podem fornecer muito mais recursos e estrutura para apoiar o ODS 2 do que apenas florestas urbanas, entendidas em seu sentido mais convencional. É evidente que melhorar a segurança alimentar e nutricional das comunidades urbanas (especialmente as mais vulneráveis socioeconomicamente) é uma medida de grande impacto, também, para a erradicação da pobreza (ODS 1), conforme comentado no item 4.4.1. Mas, para atingir um grau elevado de segurança alimentar nas cidades como um todo, e produzir uma agricultura verdadeiramente sustentável, não basta implementar algumas áreas de “Florestas de Alimento” dispersas em pontos da cidade ou, o que é ainda menos efetivo, apenas espalhar árvores frutíferas pela cidade.

Nesse sentido, o uso de Sistemas Agroflorestais tem muito a contribuir, uma vez que podem ser implementados em pequenos espaços em qualquer área urbana (terrenos baldios, áreas públicas sem destinação específica, praças públicas com pouca ou nenhuma infraestrutura etc.), aproveitando tais áreas ociosas para a produção de alimento, regeneração e aumento da fertilidade dos solos, e ainda fornecendo diversos outros benefícios e serviços ecossistêmicos, mesmo em pequena escala e de maneira fragmentada (como “trampolins ecológicos”). Porém, podem contribuir ainda mais se utilizados como uma infraestrutura verde para a criação de *Paisagens Urbanas Produtivas Contínuas*, servindo como um meio para conectar as diversas tipologias de áreas verdes nas cidades, ampliando largamente os benefícios e serviços ecossistêmicos ofertados por estas paisagens (como corredores ecológicos para humanos e outros animais), incluindo a vocação produtiva dos ambientes urbanos.

Sobre o potencial de integração de Sistemas Agroflorestais com outras áreas verdes urbanas, Lovell (2020) avalia que:

A implementação de Agroflorestas Urbanas (AFUs) oferece oportunidades interessantes para aumentar a capacidade de produção de frutas e nozes saudáveis que podem ser disponibilizadas às comunidades mais afetadas pela insegurança alimentar. **A AFU pode ser integrada diretamente nos espaços verdes urbanos existentes** com seleções de plantas propositais (LOVELL, 2020).

No contexto da agroecologia urbana, Altieri *et al.* (2017) apontam ainda que “operações agrícolas urbanas bem-organizadas **podem ser até 15 vezes mais produtivas do que suas contrapartes rurais**” (ALTIERI *et al.*, 2017). Sem levar em conta que tais operações a que os autores se referem são basicamente sistemas de policultivos hortícolas, mas não agroflorestais. Como já apresentado no Capítulo 1 da presente dissertação, Sistemas Agroflorestais tendem a ser muito mais produtivos (por área) do que quaisquer sistemas meramente hortícolas, por serem capazes de produzir de maneira estratificada (simultaneamente em diversos “andares”) e também de forma sucessiva contínua (pela sucessão planejada dos cultivos, o que permite que o sistema evolua, sem necessidade de revolvimentos ou manejos intensivos do solo, aumentando continuamente a fertilidade e estruturação do solo - o que aumenta constantemente a sua resposta produtiva).

Conforme Young (2017), “SAFS³⁸ procuram imitar a estrutura dos ecossistemas naturais e tomar vantagem das interações ecológicas entre as espécies para imitar os padrões de regeneração para **fornecer segurança alimentar a longo prazo**”.

Em seu artigo intitulado “[Mimicking Nature: A Review of Successional Agroforestry Systems as an Analogue to Natural Regeneration of Secondary Forest Stands](#)”, Young (2017) aborda especificamente as questões conceituais e teóricas dos Sistemas Agroflorestais Sucessionais (em diálogo com a literatura ecológica e científica), indicando os pontos de convergência e divergência entre

³⁸ A sigla **SAFS**, neste caso, se refere especificamente a **Sistemas Agroflorestais Sucessionais**.

os “princípios ecológicos” defendidos pelos proponentes e praticantes dos SAFS e as teorias científicas sobre os processos de regeneração natural. Além disso, através da discussão sobre o papel das estruturas e funções ecológicas utilizadas pela abordagem dos Sistemas Agroflorestais Sucessionais, também discute os seus resultados e potencial enquanto agroecossistema. Assim, salienta que:

os SAFS foram identificados como uma abordagem de gestão socioecológica adaptativa que tem o potencial de **melhorar o crescimento das árvores, estabilizar a produtividade das colheitas, regenerar paisagens degradadas e compensar os custos de reflorestamento**, fornecendo fontes de sementes (YOUNG, 2017).

A autora aponta ainda que, segundo Chisholm *et al.* (2013), “à medida que a riqueza de espécies aumenta, a produtividade e biomassa do sistema também aumenta” (YOUNG, 2017). Assim, uma vez que os SAFS são sistemas complexos que primam por uma alta diversidade de espécies, a exemplo das florestas tropicais, esta característica também favorece uma mais alta produtividade agrícola e florestal para este tipo de sistema.

Nesse sentido, Taylor e Lovell (2021) sublinham que “paisagens urbanas que combinam árvores e cultivos – sistemas agroflorestais urbanos – podem oferecer maiores benefícios ecológicos e culturais do que os sistemas de cultivo anual”. Também apontam que tais sistemas em ambiente urbano podem se beneficiar de condições específicas das cidades, como “o potencial de fechar circuitos abertos de nutrientes entre consumidores e locais de produção de alimentos” (TAYLOR e LOVELL, 2021), e possuem potencial para superar diversos desafios urbanos enfrentados pela agricultura urbana convencional, como acesso restrito à terra, problemas de contaminação do solo, escassez de água, otimização dos recursos, entre outros (LOVELL, 2020; CLARK & NICHOLAS, 2013).

Clark e Nicholas (2013), a respeito da Floresta Urbana de Alimentos, afirmam que “a disponibilidade sazonal de frutas pode ser estendida através de paisagens comestíveis policulturais, que espalham a colheita de frutos” ao

longo de muitos meses. Novamente aqui, nota-se como o princípio da diversidade de espécies, e em especial aliado ao da sucessão de espécies, favorece uma maior produtividade e segurança alimentar, assim como maior constância na disponibilidade de colheitas ao longo do tempo. Em países tropicais como o Brasil, o uso de SAFS, baseado nesse mesmo tipo de estratégia, permite que se obtenha colheitas diversificadas o ano todo, de maneira ininterrupta, desde que a composição de espécies do sistema seja planejada para isso.

Os mesmos autores atestam ainda que:

O fornecimento de alimentos e outros serviços ecossistêmicos pelas UFFs **podem ser maximizados pelo uso de princípios de design agroecológico**. Técnicas específicas podem incluir o plantio de vários andares, usando espécies fixadoras de nitrogênio para melhorar a fertilidade do solo, cobertura vegetal pesada, construção de valas e bermas para gerenciar a irrigação, e o uso de plantio complementar para promover policulturas simbióticas que maximizam a produção e minimizam pragas e patógenos. **Essas técnicas são amplamente utilizadas em projetos de permacultura** e jardinagem em florestas temperadas e foram descritas em detalhes por Mollison (1979), Jacke e Toensmeier (2005) e Crawford (2010). (CLARK & NICHOLAS, 2013).

Dois pontos merecem destaque. Se por um lado os autores “aditem” e sugerem a possibilidade de combinar a proposta da UFF com estes “princípios de design agroecológico”, otimizando os seus efeitos; por outro lado fica claro que tais princípios não fazem parte intrinsecamente da proposta original. Já o uso de Sistemas Agroflorestais como proposto nesta dissertação, contempla necessariamente a ideia de sistemas multiestratificados e biodiversos. Além disso, é prática corrente no movimento agroflorestal brasileiro o uso corriqueiro de princípios de design tanto agroecológicos quanto permaculturais, de maneira até muitas vezes indistinta (o que mostra o quanto tais princípios são percebidos pelos praticantes no Brasil como parte do “leque” de ferramentas e técnicas agroecológicas em geral).

Do ponto de vista do planejamento urbano que considera a perspectiva da ecologia da paisagem, Clark e Nicholas (2013) afirmam que diversas estratégias que têm sido propostas dialogam e até mesmo se sobrepõem conceitualmente à ideia da UFF. Em particular:

Paisagens Urbanas Produtivas Contínuas (CPULs), ou recursos de paisagem lineares multifuncionais que combinam produção de alimentos, recreação, espaço verde, espaço social e valor estético, compartilham princípios com a UFF (CLARK & NICHOLAS, 2013).

Sobre a perspectiva urbanística de integração dos SAFs como fonte de alimento dentro da dinâmica da cidade, Lovell (2020) propõe que:

O estabelecimento de SAFs Urbanos e a colheita de produtos alimentares das florestas urbanas devem ser normalizados e promovidos como um componente esperado do ambiente urbano. Com um modelo visionário baseado em resultados realistas, podemos reimaginar uma “cidade-jardim” para um futuro variável e incerto (LOVELL, 2020).

Assim, conforme proposto e discutido no Capítulo 1, Agroflorestas Urbanas, na medida em que de fato apresentam características capazes de conectar funcionalmente os conceitos de UFFs e CPULs, e agregam ainda inúmeras outras características funcionais e estruturais que aumentam a sua capacidade de produção e resiliência, mesmo sob as condições mais adversas do ambiente urbano, apresentam-se como uma ferramenta seguramente eficaz para o desenvolvimento de um modelo de agricultura verdadeiramente sustentável para as cidades, com alto potencial para reduzir a fome e a insegurança alimentar, regenerar os solos e fortalecer de maneira sistêmica um amplo leque de serviços ambientais e sociais.

4.4.3 - AÇÃO CONTRA AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS (ODS 13)

Segundo a FAO (2016), no que tange às contribuições das Florestas Urbanas para atingir as metas 13.1, 13.2 e 13.3 do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável nº 13 – adotar medidas urgentes para combater as alterações climáticas e os seus impactos:

Árvores e florestas dentro e ao redor das cidades contribuem diretamente para a mitigação das mudanças climáticas através do sequestro de carbono e redução das emissões de gases de efeito estufa e, indiretamente, economizando energia, reduzindo o efeito das “ilhas de calor” urbanas, e pela mitigação de inundações” (FAO, 2016).

No capítulo intitulado “[Agroforestry - A sustainable solution to address Climate Change challenges](#)”, Uthappa et al. (2017) argumentam que os Sistemas Agroflorestais podem ser “uma solução ganha-ganha para a escolha **aparentemente difícil** entre reflorestamento ou uso da terra agrícola, porque aumentam o armazenamento de carbono **enquanto** melhoram a produtividade agrícola” (UTHAPPA *et al.*, 2017). Segundo os autores, após décadas de discussões sobre a realidade ou não das mudanças climáticas, das “evidências científicas esmagadoras” apresentadas pelo IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas), e do reconhecimento cada vez maior das pesquisas sobre a necessidade de abranger serviços ecossistêmicos além da produção de alimentos:

a agrofloresta voltou a ser o centro das atenções. Reconhecendo a capacidade de sistemas agroflorestais para resolver vários problemas e fornecer benefícios, o Terceiro Relatório de Avaliação do IPCC sobre Mudanças Climáticas [de 2001] declara que “a agrofloresta pode sequestrar carbono e produzir uma variedade de benefícios econômicos, ambientais e socioeconômicos. Por exemplo, árvores em fazendas agroflorestais melhoram a fertilidade do solo através do controle da erosão, manutenção da matéria orgânica e das propriedades físicas do solo, aumento de N, extração de nutrientes dos horizontes profundos do solo e promoção de uma ciclagem de nutrientes mais completa (UTHAPPA *et al.*, 2017).

Em seu Relatório sobre o *Uso do Solo, Mudanças no Uso do Solo e Florestas*, publicado no ano 2000, o IPCC estimou que os Sistemas Agroflorestais possuem **a maior capacidade de sequestro de carbono** entre os vários sistemas de uso da terra, chegando a representar 40% do potencial de estoque total de carbono dentre todos os tipos de sistema avaliados (RIYADH *et al.*, 2021). Segundo Riyadh *et al.* (2021):

O Protocolo de Kyoto sugeriu que a prática agroflorestal é uma importante abordagem potencial para mitigar o CO₂ atmosférico. Globalmente, **há evidências crescentes de que os sistemas agroflorestais são práticas de manejo agrícola promissoras para aumentar os estoques de carbono acima do solo e no solo, para mitigar os GEE e os impactos das mudanças climáticas** (RIYADH *et al.*, 2021).

Embora existam inúmeras publicações importantes relacionando os Sistemas Agroflorestais e o seu potencial para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas (em particular discutindo ou avaliando o seu potencial de sequestro e armazenamento de carbono) ao longo dos últimos 30 anos ou mais³⁹, há praticamente um consenso sobre a dificuldade em realizar esta tarefa de maneira rigorosa e confiável. Nesse sentido, há uma espécie de autocrítica constante ao longo do tempo sobre a falta de dados sistemáticos e metodologias capazes de gerar generalizações sobre eles. Um dos trabalhos de revisão neste sentido (apresentando as críticas e limitações do campo) foi realizado por Nair *et al.* (2009), o qual resume esta problematização.

O principal destaque dado por esses autores a essa problemática é justamente sobre as dificuldades e falhas ou fragilidades metodológicas dos estudos que visam avaliar a capacidade dos SAFs para o sequestro de carbono. Os motivos apresentados são muitos e variados, mas de maneira geral se deve à imensa variação de definições de escopo, amplitude e combinações possíveis do que se possa chamar de Sistema Agroflorestal, problema esse que persiste até o presente na literatura internacional. Além disso, existe uma dificuldade inerente ao trabalho com os Sistemas Agroflorestais, especialmente em relação aos biodiversos e multiestratificados (comuns nas regiões tropicais do planeta), que é a sua enorme e incontornável complexidade (o que traz a necessidade de se avaliar simultaneamente um enorme número de variáveis inter cruzadas em inúmeras combinações possíveis e distintas entre si). Dessa forma é praticamente impossível realizar uma generalização de padrões específicos de “agroflorestas”, como a sua capacidade de absorção e sequestro de carbono, em valores absolutos. Por isso é extremamente comum em qualquer trabalho de revisão sobre o tema, que os autores apresentem uma faixa de variação de enorme amplitude entre os dados encontrados (NAIR *et al.*, 2009).

³⁹ Entre elas podemos destacar diversos trabalhos de revisão da literatura ao longo das décadas, como SCHROEDER (1993); ALBRECHT e KANDJI (2003); STAVI e LAL (2013); LORENZ e LAL (2014); MAYER *et al.* (2022).

Outro ponto destacado no mesmo trabalho, como já mencionado, é o fato de haver pouca ou quase nenhuma metodologia padronizada para esse tipo de estudo e, em muitos casos, os autores criticam especificamente a falta de uso de metodologias mais rigorosas e criteriosas (NAIR *et al.*, 2009).

Por outro lado, a imensa maioria dos autores (como se pode notar, em especial, pelos trabalhos de revisão) são unânimes em reconhecer os benefícios e potencial dos Sistemas Agroflorestais para o combate às mudanças climáticas, e a necessidade de sua adoção urgente e ampliação das práticas e pesquisas sobre o tema para melhor fundamentar as políticas e orientar legisladores e “tomadores de decisão” em todo o mundo. Além disso, embora os dados sobre quantidades absolutas sejam muito variáveis, e padrões bem estabelecidos ainda sejam uma lacuna para as pesquisas (conforme comentado), em praticamente todos os casos de comparação entre Sistemas Agroflorestais (em todas as suas variações) e outros sistemas de uso da terra, os SAFs são os que apresentam os maiores valores médios (e por vezes absolutos) em seu potencial de gerar benefícios e serviços ecossistêmicos, sequestro e armazenamento de carbono, produção de alimentos e rendimento das colheitas, entre outros fatores avaliados. No geral, comparativamente, os Sistemas Agroflorestais apresentam índices superiores em quase todos os quesitos observados, com relação a quaisquer outros sistemas de uso da terra (SCHROEDER, 1993; ALBRECHT e KANDJI, 2003).

A conclusão do artigo intitulado “[Agroforestry for biomass production and carbon sequestration](#)”, de Jose e Bardhan (2012), confirma e resume tais observações:

Resultados de pesquisas em todo o mundo demonstraram claramente que a agrossilvicultura oferece oportunidades únicas para aumentar os estoques de C na biosfera terrestre. A agrofloresta poderia desempenhar um papel substancial na redução da concentração atmosférica de CO₂ por (1) armazenar C na biomassa acima e abaixo do solo e no solo, e (2) cultivar biomassa para bioenergia e biocombustíveis e, assim, substituir o combustível fóssil. A agrossilvicultura também poderia **proteger os estoques de C existentes** se pousios melhorados e práticas agroflorestais semelhantes pudessem fornecer alimentos e lenha, reduzindo assim a taxa de desmatamento. Apesar do amplo reconhecimento do

potencial da agrofloresta para o sequestro de C e produção de biomassa, nossa compreensão desses tópicos é limitada. **Ainda faltam informações quantitativas de sistemas específicos.** (...) Embora existam problemas relacionados a inconsistências nas metodologias, falta de estimativas de C do solo e emissões de GEE do solo, e estimativas confiáveis de C em larga escala para diferentes práticas agroflorestais, é evidente que a comunidade de pesquisa está gerando agressivamente os dados tão necessários em diferentes escalas, [o que] definitivamente ajudará a quantificar o papel da agrofloresta no sequestro de C e na produção de biomassa e contribuir significativamente para os esforços globais de mitigação das mudanças climáticas (JOSE e BARDHAN, 2012).

Não obstante as dificuldades e limitações mencionadas, diversos parâmetros têm sido sugeridos para avaliar tais potencialidades, conforme demonstrado pela sistematização realizada no Capítulo 2 desta dissertação. O Quadro 9 daquele capítulo reúne a mais completa lista de Indicadores de Serviços Ecossistêmicos oferecidos por Florestas e Agroflorestas Urbanas encontrados em toda a literatura disponível até o momento. Apenas para o serviço de **Regulação Climática** (ver Quadro 9, serviço número 8), que é basicamente sobre o que trata o ODS 13, tem-se 9 diferentes indicadores que, quando combinados, podem fornecer um ótimo quadro de referência para a análise. Dessa forma, o indicador **cobertura de copa** apresentado por BARRON *et al.* (2016) é também validado por DOBBS *et al.* (2011) como sendo um dos indicadores de Bens e Serviços Ecossistêmicos mais influentes, por estar diretamente relacionado a vários SEs como: a **Manutenção da Qualidade do Ar**⁴⁰, **Manutenção de Clima Favorável**⁴¹, **Proteção contra Tempestades**⁴², entre outros igualmente importantes (*Manutenção da Qualidade e Saúde do Solo, Capacidade de Drenagem, Remoção de Poluentes do Ar e Filtragem de Partículas, Redução de Ruídos, Recreação, etc.*). De acordo com o estudo conduzido por BARRON *et al.* (2016) utilizando a metodologia *Delphi* (na qual os indicadores foram avaliados por pesquisadores internacionais e profissionais locais), o consenso sobre este indicador foi que “a **cobertura de copa** é uma métrica muito comum usada para avaliar a floresta urbana de

⁴⁰ Através do *Sequestro de CO2 pelas Árvores* - que é também um indicador da **Regulação Climática** apresentado no Quadro 9, relacionado na coluna de DOBBS.

⁴¹ Através de seu efeito na *Redução da Temperatura* - outro indicador da **Regulação Climática** de DOBBS, também presente no Quadro 9.

⁴² Propiciada pela estrutura da Floresta Urbana – *Estrutura das Árvores e Densidade de Copas* (DOBBS *et al.*, 2016).

uma cidade. É relativamente fácil de medir e comunicar com o público em geral e um bom ponto de partida para quantificar a floresta urbana de uma comunidade” (BARRON et al., 2016).

Ao indicador de cobertura de copa, pode-se somar o de **conservação de energia**, que *“mede a contribuição da floresta urbana para reduzir o uso de energia de uma comunidade. Isso pode ser uma redução no uso de energia do prédio por meio do sombreamento durante os verões quentes”*, diretamente (BARRON et al., 2016). Mas também, indiretamente, por meio da **redução da temperatura** geral das cidades (DOBBS et al., 2011), justamente pelo aumento da quantidade de área total coberta por árvores e florestas urbanas, reduzindo o efeito das “ilhas de calor”, e dessa forma os gastos com energia elétrica para refrigeração dos ambientes urbanos. Outro indicador associado, o de **condições atmosféricas** (apresentado por Lovell et al, 2017), pode incluir *“velocidade do vento, temperatura do ar e umidade do ar. Os rendimentos das culturas adjacentes, a umidade do solo e a temperatura do solo [também] podem ser amostrados ao longo de um transecto a várias distâncias de uma fileira de árvores”* (LOVELL et al., 2017).

Nesse sentido, o trabalho realizado por Martini, Biondi e Batista (2018) sobre [“A Influência das Diferentes Tipologias de Floresta Urbana no Microclima do Entorno Imediato”](#), utilizando metodologia idêntica à proposta por Lovell et al. (2017), concluiu que:

[de fato existem] diferenças estatísticas significativas entre o microclima interno e externo às tipologias de floresta urbana. Ao longo do transecto percorrido, **a temperatura foi em média 2,3°C mais elevada do que no interior das tipologias de floresta urbana**, a umidade relativa foi menor em 4,6 unidades e a velocidade do vento 0,2 m/s maior. A maior diferença de temperatura e umidade relativa entre o ambiente interno e externo foi encontrada no Remanescente Florestal e a menor na Arborização de Ruas. Conclui-se que as diferentes tipologias de floresta urbana exercem influência significativa **[e distinta]** no microclima do entorno imediato (MARTINI, BIONDI e BATISTA, 2018).

Na realidade os dados encontrados pelos autores do referido trabalho são ainda mais expressivos (uma vez que a média entre todos os dados nas distintas tipologias acaba por “mascarar” o verdadeiro potencial das Florestas

Urbanas nesse quesito). De fato, a diferença média de temperatura (aferidas tanto no verão quanto no inverno) entre a tipologia de remanescente florestal e o transecto (trajeto de 500 metros em rua mais próxima sem arborização) foi de 3,9°C, chegando a mais de 4°C para menos no interior da Floresta Urbana em relação à rua no verão (MARTINI, BIONDI e BATISTA, 2018). Além disso, a média de umidade relativa do ar no interior do Remanescente Florestal Urbano foi constantemente superior a 10% mais elevada do que fora dela. Os valores para a velocidade do vento também foram significativamente menores dentro da Floresta, chegando a uma total estabilização em 0 m/s durante o inverno, contra 0,8 m/s nas ruas (expondo as pessoas, especialmente as mais vulneráveis e em situação de rua, a condições ainda mais insalubres e sujeitas a risco de vida durante o inverno⁴³).

Outro ponto importante deste trabalho foi mostrar as diferenças significativas entre as distintas tipologias de “florestas urbanas” no que diz respeito ao seu potencial relativo de impacto microclimático. Embora seja notável que todas as tipologias tenham apresentado resultados positivos e vantajosos em relação a ambientes urbanos sem a presença de árvores (inclusive no caso de árvores isoladas ou arborização de ruas e avenidas), o fato deste estudo considerar tais diferenças tipológicas é um importante passo para o avanço da pesquisa sobre “floresta urbana”. Isso porque, conforme discutido no Capítulo 1, até muito recentemente o termo “Floresta Urbana” não distinguia tais tipologias e assim os trabalhos nesse campo tendiam a trazer resultados mais difusos, uma vez que misturavam conceitos e estruturas florestais funcionalmente muito distintas entre si.

Nesse mesmo sentido, o trabalho de Pregitzer *et al.* (2019) buscou justamente esclarecer tais diferenças, *definindo e avaliando florestas urbanas* para melhor subsidiar as políticas e gestão pública sobre o tema. Assim, o trabalho dos autores corrobora os resultados encontrados e discutidos por Martini, Biondi e Batista (2018), bem como reforça a sua relevância:

⁴³ Este estudo foi conduzido na cidade de Curitiba, conhecida por seu inverno rigoroso. Sob estas condições, a velocidade do vento nas ruas pode trazer, entre outros problemas, um agravamento da sensação térmica negativa, doenças respiratórias e até mesmo hipotermia - efeitos esses que, como se vê, são consideravelmente mitigados pela presença de Florestas Urbanas.

O contexto em que as árvores e florestas crescem nas cidades é altamente variável e influencia na provisão de benefícios ecológicos, sociais e econômicos. Compreender a extensão espacial, a estrutura e a composição das florestas, é necessário para orientar a política e o manejo florestal urbano, embora as metodologias atuais de avaliação florestal variem amplamente em escala, intensidade de amostragem e foco. **As definições atuais de floresta urbana incluem todas as árvores que crescem no ambiente urbano**, o que acaba sendo traduzido para os projetos de avaliação de florestas urbanas. No entanto, **avaliações tão amplas [em escopo] podem agregar tipos de floresta urbana que diferem significativamente nas necessidades de uso e manejo**. Por exemplo, as árvores de rua ocorrem em ambientes altamente desenvolvidos e são plantadas e cuidadas individualmente, enquanto as áreas naturais de floresta geralmente ocorrem em parques, são manejadas no nível de população e são mantidas principalmente por processos naturais, como a regeneração. (...) **Descobrimos que as avaliações não estratificadas de toda a floresta urbana são tendenciosas para tipos de dossel abundantes nas cidades (por exemplo, árvores de rua) e subestimam a condição das áreas naturais florestadas devido ao seu arranjo espacial desigual. Essas áreas naturais respondem por um quarto da copa das árvores da cidade, mas representam a maioria das árvores tanto numericamente quanto em termos de biomassa.** [Assim] avaliações não estratificadas do dossel da floresta urbana devem ser modificadas para representar com precisão a verdadeira composição de diferentes tipos de floresta urbana para informar políticas e gerenciamento eficazes (PREGITZER *et al.*, 2019).

Esta diferença entre as avaliações estratificadas e não estratificadas (ou seja, aquelas que consideram de maneira indistinta apenas o parâmetro de cobertura de copa, sem considerar o que está “embaixo”) é importante porque mostra que áreas florestais em sentido estrito (como remanescentes florestais urbanos, por exemplo), mesmo ocupando espaços até 3 vezes menores do que as demais áreas de cobertura vegetal da cidade (como no caso do estudo supracitado), podem apresentar uma contribuição muito mais significativa em termos de armazenamento e sequestro de carbono do que todos os demais componentes arbóreos da cidade juntos (além da sua capacidade indiscutivelmente maior em fornecer diversos outros serviços ecológicos e ecossistêmicos, como os de regulação, suporte, provisão, e até mesmo culturais). Assim, por exemplo, o remanescente florestal analisado por Martini,

Biondi e Batista (2018), o Parque Barigui em Curitiba⁴⁴ (o maior e um dos mais importantes parques da cidade, com 140 ha), oferece não apenas serviços de **controle microclimático, redução da temperatura e conservação da energia**, mas também é, sem dúvida, um dos maiores sumidouros de carbono e outros gases de efeito estufa da cidade, oferecendo inúmeros benefícios para a saúde e bem estar da população, além da mitigação das mudanças climáticas.

Estes aspectos, sublinhados por áreas remanescentes de vegetação florestal em cidades, também podem ajudar a ampliar a percepção do potencial de propostas como as **Paisagens Urbanas Produtivas Contínuas** utilizando Sistemas Agroflorestais multiestratificados, como sugerido no Capítulo 1 da presente dissertação. Características e potencial semelhantes aos de verdadeiras Florestas Urbanas também podem ser observadas e proporcionadas por Agroflorestas Urbanas se projetadas para esse fim (conforme Figura 1, Capítulo 1).

Os problemas metodológicos apontados e criticados por Pregitzer *et al.* (2019) podem ser parcialmente (se não totalmente) contornados por outros indicadores importantes sugeridos por Lovell *et al.* (2017), como a **biomassa acima e abaixo do solo (AGB e BGB)** e o **conteúdo de C orgânico no solo (SOC)**, uma vez que, segundo os próprios autores daquele estudo, a biomassa das áreas florestais estratificadas é nitidamente superior à das demais áreas. Portanto, tais indicadores podem ser bons parâmetros complementares para aferir a contribuição relativa de cada tipologia florestal urbana no que diz respeito à **Regulação Climática**.

⁴⁴ Segundo informações do site Wikiparques (Disponível em: https://www.wikiparques.org/wiki/Parque_Natural_Municipal_Barigui), o **Parque Natural Municipal do Barigui**, “além de refúgio para animais, é também a grande área de preservação natural da região central da cidade. Seus bosques ajudam a regular a qualidade do ar, enquanto o seu imenso lago, com 230.000 m², ajuda a conter as enchentes do Rio Barigui, que antigamente eram tão comuns em alguns trechos da parte mais baixa de Curitiba. O Parque Barigui, assim como os demais parques da cidade, faz parte de uma política municipal de preservação de fundos de vale. O objetivo é evitar o assoreamento e a poluição dos rios através de monitoramento, proteger a mata ciliar, bem como impedir a ocupação irregular das suas margens, tornando estas áreas abertas à população na forma de parques”.

Consoante a isso, o indicador de sequestro e armazenamento de gases de efeito estufa, proposto por Barron et al. (2016), foi descrito pelos autores da seguinte forma:

Sequestro e armazenamento de gases de efeito estufa medem a quantidade de dióxido de carbono absorvida e armazenada pelas árvores e no solo das florestas urbanas. O dióxido de carbono é o gás de efeito estufa mais abundante derivado de combustíveis fósseis. **A quantidade de carbono absorvida e armazenada reflete a contribuição das florestas urbanas para a mitigação das mudanças climáticas.** Este indicador propõe agrupar os dois valores para transmitir o impacto total das árvores na mitigação de carbono (BARRON et al., 2016).

Por fim, o indicador **sequestro de CO₂ pelas árvores**, proposto por Dobbs et al. (2011), se conecta tanto aos indicadores propostos por Lovell et al. (2017), numa perspectiva mais quantitativa de aferição da biomassa efetiva produzida pelas árvores, quanto aos indicadores (mais qualitativos) de Barron et al. (2016), os quais buscam apresentar diretrizes para planejadores urbanos no sentido da mitigação (**sequestro e armazenamento de GEE**) e da adaptação à mudança climática (aumento da **cobertura de copa**) que podem ser oferecidas pelas Florestas Urbanas.

Assim, como se pode verificar (e consoante às explicações de Dobbs et al., 2011), os indicadores são recursos extremamente úteis e valiosos para avaliar e até mesmo valorar *Serviços Ecossistêmicos* ligados às mudanças climáticas, assim como aos demais *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*, uma vez que fornecem uma ampla gama de opções de avaliadores e métricas relativamente simples, que podem ser combinados livremente para avaliar casos e necessidades particulares. Mais do que buscar encontrar valores “universais” ou modelos de extrapolação para o cálculo global de *sequestro de carbono*, bons indicadores, em especial aqueles ligados à presença de indivíduos arbóreos nos Sistemas Agroflorestais, podem fornecer estimativas confiáveis e mensuráveis em pequena escala e de forma local, a partir dos quais, aí sim, é possível estabelecer estimativas globais mais precisas e seguras.

4.5 CONCLUSÕES

Este terceiro e último capítulo buscou apresentar, a partir de uma discussão com a literatura científica internacional mais atualizada sobre o tema, algumas das principais contribuições que os Sistemas Agroflorestais podem efetivamente trazer para o cumprimento das metas e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU.

Assim, visando atingir ao objetivo proposto, o de refletir sobre a contribuição das agroflorestas urbanas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, como uma estratégia de enfrentamento às mudanças climáticas na escala da cidade, foram escolhidos 3 dentre os 17 ODSs que, conforme discutido na introdução do presente capítulo, podem ser considerados os de maior e mais abrangente impacto sobre as populações humanas (perspectiva essa alinhada com as diretrizes do Acordo de Paris, bem como as da própria Agenda 2030 da ONU).

A partir das reflexões desenvolvidas ao longo do capítulo, em particular em relação aos ODSs números 1 (Erradicação da Pobreza), 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável) e 13 (Ação Contra as Mudanças Climáticas Globais), pode-se concluir que as Agroflorestas Urbanas, como florestas urbanas projetadas propositalmente para produzir alimentos de forma local, abundante e agroecológica; além de agregar uma ampla gama de serviços ecossistêmicos para a paisagem e ecologia urbana, atendem aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU de modo geral, suprimindo largamente ao menos os 3 ODSs fundamentais para o enfrentamento dos problemas socioambientais mais graves e urgentes do mundo atual.

Além disso, embora a discussão propriamente dita tenha se atido aos três objetivos destacados e selecionados previamente, nota-se claramente que os atributos e contribuições dos Sistemas Agroflorestais sucessionais ao meio urbano se sobrepõem a inúmeros outros Objetivos da Agenda 2030, como por exemplo os ODSs número 3 (Boa Saúde e Bem-Estar), número 6 (Água Limpa e Saneamento), número 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) etc. Isso pode ser observado nas discussões desenvolvidas sobre os ODSs selecionados (em que se evidenciam inúmeras relações e sobreposições com outros Objetivos, uma vez que são todos – por definição – integrados e indivisíveis), ou até mesmo comparando os ODSs com a lista de Serviços Ecossistêmicos oferecidos por Florestas e Agroflorestas Urbanas, apresentada nos Quadros 1 a 9 do Capítulo 2 da presente dissertação.

As agroflorestas urbanas compartilham com as florestas urbanas (em sentido estrito) quase todas as suas características funcionais e ecológicas, desde que planejadas e projetadas para esse fim. Mas apresentam em relação a elas diversas vantagens adicionais, especialmente em relação à produção de alimentos, apresentando-se como uma das melhores soluções para a produção de uma agricultura verdadeiramente sustentável em meio às cidades. Por outro lado, dado que o sequestro de carbono atmosférico e de outros GEE são um ponto-chave para a mitigação das mudanças climáticas globais, e há um consenso científico de que as Florestas são fundamentais para essa função, a ampliação de áreas de Floresta em todo o mundo, incluindo os ambientes urbanos, é tida como uma das estratégias mais eficazes e urgentes para essa tarefa. Nesse sentido, uma vez que as Agroflorestas são reconhecidas pelo próprio IPCC como a forma de uso do solo com o maior potencial de sequestro de carbono no mundo, é possível concluir que implementar Agroflorestas Urbanas de modo intensivo nas cidades seja seguramente uma das estratégias mais eficazes e bem-sucedidas para sequestrar carbono e combater as mudanças climáticas.

Sob esse prisma, Agroflorestas Urbanas parecem ser capazes de abarcar e atender a uma enorme gama de metas dentre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU. No entanto, seu potencial parece ser particularmente relevante para contribuir com os 3 ODS fundamentais para: a erradicação da pobreza (em especial a extrema); o fornecimento de um novo paradigma de agricultura, verdadeiramente sustentável, para as cidades, acelerando o combate à fome (em especial nas periferias dos grandes centros urbanos); e, por fim, mas não menos importante, a mitigação e o enfrentamento aos desafios da emergência climática, ajudando a reestabilizar e restaurar os ecossistemas, e fornecendo inúmeros serviços ecossistêmicos, sociais e ambientais para as pessoas, assim como para todas as demais espécies.

Dessa maneira, espera-se que as propostas e contribuições oferecidas por SAFS para os ODS 1, 2 e 13, conforme apresentadas e discutidas no presente capítulo, possam servir para dar suporte e estimular um debate ainda mais profundo e urgente sobre o potencial e as limitações dos Sistemas Agroflorestais para contribuir com todos os 17 ODSs, assim como, em especial, gerar materiais úteis e relevantes para “tomadores de decisão” e gestores públicos, a fim de que vejam tais sistemas como opções reais e factíveis para o enfrentamento de problemas igualmente reais e urgentes.

4.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBRECHT, A.; KANDJI, S. T. [Carbon sequestration in tropical agroforestry systems \(Review\)](#). **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 99, p. 15–27, 2003.

BARRON, S.; SHEPPARD, S. R. J.; CONDON, P. M. [Urban Forest Indicators for Planning and Designing Future Forests](#). **Forests**, v. 7, n. 208, p. 1-17, 2016.

BBC NEWS BRASIL (2021). [CO2: os gráficos que mostram que mais da metade das emissões ocorreram nos últimos 30 anos](#). **BBC News Brasil**. 08 nov. 2021. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-59013520>.

CLARK, K. H.; NICHOLAS, K. A. [Introducing Urban Food Forestry: A Multifunctional Approach to Increase Food Security and Provide Ecosystem Services](#). **Landscape Ecology**, v. 28, n. 9, p. 1649–1669, 2013.

CRUTZEN P. J.; STOERMER, E. F. [The ‘Anthropocene’](#). *The International Geosphere–Biosphere Programme (IGBP): A Study of Global Change of the International Council for Science (ICSU)*. **Global Change NewsLetter**, n. 41, p. 17-18, mai. 2000.

CRUTZEN, P.J. [Geology of mankind - The Anthropocene](#). **Nature**, v. 415, p. 23, 3 jan. 2002.

DOBBS, C.; ESCOBEDO, F. J.; ZIPPERER, W. C. A. [A framework for developing urban forest ecosystem services and goods indicators](#). **Landscape and Urban Planning**, v. 99, p. 196–206, 2011.

FAO. 2016. Guidelines on Urban and Peri-Urban Forestry, by Salbitano, F.; Borelli, S.; Conigliaro, M. & Chen, Y. **FAO Forestry Paper n. 178**. Rome, Food and

Agriculture Organization of the United Nations.

FERGUSON, R. S.; LOVELL, S. T. [Permaculture for Agroecology: Design, Movement, Practice and Worldview. A Review](#). **Agronomy for Sustainable Development**, v. 34, p. 251–274, 2014.

FRIEDRICH, J.; GE, M. & PICKENS, A. (2023). [A trajetória dos 10 maiores emissores de carbono desde o Acordo de Paris em gráficos interativos](#). **WRI Brasil**, 09 mar. 2023. Disp. em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/trajetoria-dos-10-maiores-emissores-de-carbono-desde-o-acordo-de-paris-em-graficos>.

JOSE, S.; BARDHAN, S. [Agroforestry for biomass production and carbon sequestration: an overview](#). **Agroforestry Systems**, v. 86, n. 2, p. 105–111, 2012.

LORENZ, K.; LAL, R. [Soil organic carbon sequestration in agroforestry systems. A review](#). **Agronomy for Sustainable Development**, v. 34, n. 2, p. 443–454, 2014.

LOVELL, S. [Urban agroforestry and its potential integration into city planning efforts](#). **Urban Agriculture and Regional Food Systems**, 5 (editorial), 2020.

LOVELL, S. T.; DUPRAZ, C.; GOLD, M.; JOSE, S.; REVORD, R.; STANEK, E.; WOLZ, K. J. [Temperate agroforestry research: considering multifunctional woody polycultures and the design of long-term field trials](#). **Agroforestry Systems**, v. 92, n. 5, p. 1-19, 2017.

MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A. [A Influência Das Diferentes Tipologias De Floresta Urbana No Microclima Do Entorno Imediato](#). **Ciência Florestal**, v. 28, n. 3, p. 997-1007, 2018.

MAYER, S.; WIESMEIER, M.; SAKAMOTO, E.; HÜBNER, R.; CARDINAE, R.; KÜHNEL, A.; KÖGEL-KNABNER, I. [Soil organic carbon sequestration in temperate agroforestry systems – A meta-analysis](#). **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 323, 2022.

MONTAGNINI, F.; METZEL, R. The Contribution of Agroforestry to Sustainable Development Goal 2 (Chapter 2). In: [Integrating Landscapes: Agroforestry for Biodiversity Conservation and Food Sovereignty - Florencia Montagnini \(Editor\) | Advances in Agroforestry \(vol. 12\)](#). Switzerland: **Springer International Publishing AG**, 2017.

NAIR, P. K. R.; KUMAR, B. M.; NAIR, V. D. [Agroforestry as a strategy for carbon sequestration](#). **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 172, p. 10–23, 2009.

ONU (2015a). [Acordo de Paris sobre o Clima](#). **ONU – As Nações Unidas no Brasil**. 11 dez. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/88191-acordo-de-paris-sobre-o-clima>.

ONU (2015b). [Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável](#). **ONU – As Nações Unidas no Brasil**. 15 set. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel>.

ONU (2022). [Novo relatório do IPCC: mensagem do secretário-geral da ONU](#). **ONU – As Nações Unidas no Brasil**. 04 abr. 2022. (Discurso) Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/176750-novo-relat%C3%B3rio-do-ipcc-mensagem-do-secret%C3%A1rio-geral-da-onu>.

ONU (2023). [Objetivos de Desenvolvimento Sustentável](#). **ONU – As Nações Unidas no Brasil**. s/d. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>.

PNUMA (2022a). [Relatório sobre a Lacuna de Emissões 2022](https://www.unep.org/pt-br/resources/relatorio-sobre-lacuna-de-emissoes-2022). **UNEP**. 27 out. 2022. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/resources/relatorio-sobre-lacuna-de-emissoes-2022>.

PNUMA (2022b). [Meias medidas não reduzirão emissões pela metade](https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/discurso/meias-medidas-nao-reduzirao-emissoes-pela-metade). **UNEP**. 04 abr. 2022. (Discurso). Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/discurso/meias-medidas-nao-reduzirao-emissoes-pela-metade>.

PREGITZER, C. C.; ASHTON, M. S.; CHARLOP-POWERS, S.; D'AMATO, A. W.; FREY, B. R.; GUNTHER, B. *et al.* [Defining and assessing urban forests to inform management and policy](#). **Environmental Research Letters**, v. 14, n. 8, 2019.

QUIRINO, Carla (2023). [Redução de emissão de carbono será até 2060, mas “no ritmo” da China](https://agenciabrasil.ebc.com.br/internacional/noticia/2023-07/reducao-de-emissao-de-carbono-sera-ate-2060-mas-no-ritmo-da-china). **Agência Brasil – EBC**. 19 jul. 2023. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/internacional/noticia/2023-07/reducao-de-emissao-de-carbono-sera-ate-2060-mas-no-ritmo-da-china>.

RITCHIE, Hannah; ROSER, Max & ROSADO, Pablo (2020) - "CO₂ and Greenhouse Gas Emissions". Published online at **OurWorldInData.org**. Retrieved from: '<https://ourworldindata.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions>'.

RIYADH, Z. A.; RAHMAN, M. A.; SAHA, S. R.; AHAMED, T.; CURRENT, D. [Adaptation of agroforestry as a climate smart agriculture technology in Bangladesh](#). **International Journal of Agricultural Research, Innovation and Technology**, v. 11, n. 1, p. 49–59, 2021.

SCHROEDER, P. [Agroforestry systems: integrated land use to store and conserve carbon](#). **Climate Research**, v. 3, p. 53–60, 1993.

STAVI, I.; LAL, R. [Agroforestry and biochar to offset climate change: a review](#). **Agronomy for Sustainable Development**, v. 33, p. 81-96, 2013.

STEFFEN, W.; BROADGATE, W.; DEUTSCH, L.; GAFFNEY, O.; LUDWIG, C. [The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration](#). **The Anthropocene Review**, v. 2, n. 1, p. 81–98, 2015.

STOLTZ, J.; SCHAFFER, C. [Salutogenic Affordances and Sustainability: Multiple Benefits With Edible Forest Gardens in Urban Green Spaces](#). **Frontiers in Psychology**, v. 9, n. DEC, 4 dez. 2018.

TAYLOR, J.; LOVELL, S. [Designing multifunctional urban Agroforestry with people in mind](#). **Urban Agriculture and Regional Food Systems**, v. 6, p. 1-22, 2021.

TOENSMEIER, E. Perennial Staple Crops and Agroforestry for Climate Change Mitigation (Chapter 18). In: [Integrating Landscapes: Agroforestry for Biodiversity Conservation and Food Sovereignty - Florencia Montagnini \(Editor\) | Advances in Agroforestry \(vol. 12\)](#). Switzerland: **Springer International Publishing AG**, 2017.

TORNAGHI, C.; HOEKSTRA, F. (Ed.). [Urban Agriculture Magazine no. 33 – Urban Agroecology](#). **RUAF (Resource Centre on Urban Agriculture and FoodSecurity)**, 33. Novembro de 2017. Disponível em: <https://ruaf.org/urban-agriculture-magazine/>.

UTHAPPA, A. R.; CHAVAN, S. B.; HANDA, A. K.; NEWAJ, R.; KUMAR, D.; SRIDHAR, K. B.; CHATURVEDI, O. P. [Agroforestry - A Sustainable Solution to Address Climate Change Challenges](#). pp. 1 - 22. In: GUPTA *et al.* (Eds), **Agroforestry for Increased Production and Livelihood Security**, New India Publishing Agency. New Delhi, 2017.

YOUNG, K. J. *Mimicking Nature: A Review of Successional Agroforestry Systems as an Analogue to Natural Regeneration of Secondary Forest Stands* (Chapter 8). In: [Integrating Landscapes: Agroforestry for Biodiversity Conservation and Food Sovereignty - Florencia Montagnini \(Editor\) | Advances in Agroforestry \(vol. 12\)](#). Switzerland: **Springer International Publishing AG**, 2017.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente dissertação buscou discutir e apresentar os Sistemas Agroflorestais como uma nova tipologia de Infraestrutura Verde para as áreas urbanas, trazendo inúmeros benefícios socioambientais, econômicos e ecossistêmicos. Nesse sentido, buscou-se uma visão abrangente de suas contribuições potenciais, desde o campo especificamente produtivo, do ponto de vista das técnicas agroecológicas, incluindo, em especial, a perspectiva do *design* dos agroecossistemas (e o efeito de seus distintos arranjos possíveis); passando por uma visão urbanística e arquitetônica da produção de alimentos dentro das cidades, na proposta de uma urbanização agroecológica, a qual considera, em particular, uma visão de ecologia da paisagem urbana conectada com sistemas de produção e modos de vida agroecológicos; até uma visão econômica sobre o “valor dos recursos naturais da biosfera global” para a vida e a sobrevivência humana, em especial nas áreas urbanas.

Ao conectar as discussões sobre a necessidade de uma urbanização agroecológica, o valor dos serviços ecossistêmicos para as pessoas (e em especial às pessoas mais vulneráveis das grandes cidades), e as metas urgentes para manter o planeta habitável pela humanidade no próximo século frente às mudanças climáticas, buscou-se verificar como a proposta inicial da presente pesquisa (de criar CPULs com UFFs baseadas em SAFS Urbanos) pode abranger desde a escala local até o nível da paisagem (e além), e fornecer benefícios diretos e indiretos para pessoas e ecossistemas.

A principal contribuição imediata das agroflorestas urbanas (ou florestas urbanas de alimento) é sem dúvida o fornecimento de alimentos produzidos localmente, em abundância, de maneira ecológica e a baixo custo relativo.

Considerando o longo prazo, as florestas e agroflorestas implementadas em grandes áreas promovem a recuperação dos ecossistemas e regeneração dos solos e paisagens degradados, contribuindo fortemente para a mitigação da maioria dos impactos das mudanças climáticas. Além disso, as agroflorestas podem fornecer uma vasta gama de benefícios, bens e serviços ecossistêmicos

e ambientais para as pessoas e comunidades rurais e urbanas, especialmente aquelas em situação de maior vulnerabilidade social e econômica, aumentando a sua qualidade de vida, possibilitando maior autonomia e dignidade, e fortalecendo a soberania alimentar, principalmente nas periferias dos grandes centros e aglomerados urbanos.

Não obstante todo o potencial apresentado e sugerido pela presente pesquisa, é evidente a necessidade de aprofundamento em diversos aspectos teóricos e técnicos (alguns dos quais pouco mencionados neste trabalho). Questões relativas a dados de produtividade e potencial de captação e armazenamento de carbono, por exemplo (entre outras), ainda são uma clara e complexa lacuna na pesquisa acadêmica sobre o potencial dos Sistemas Agroflorestais, num campo mais “técnico”. Por outro lado, no campo das políticas públicas, há necessidade em aprofundar a discussão sobre fatores limitantes ou conflitantes entre setores da sociedade, que possam dificultar ou até mesmo inviabilizar a adoção de Sistemas Agroflorestais de uma maneira mais ampla e expressiva nas cidades, como em Planos Diretores Urbanos, por exemplo.

Outro fator relevante (e um grande desafio) para o avanço de uma proposta como esta, é a necessidade de ampliar e aprofundar as trocas e pesquisas inter e transdisciplinares: tanto em relação a pesquisadores de áreas tão vastas e distintas como o urbanismo, arquitetura da paisagem, ecologia da paisagem, *design* de paisagismo sustentável, ecologia urbana, agroecologia e ecologia de agroecossistemas, entre outros (no meio científico e acadêmico); quanto em relação a inúmeros outros atores não necessariamente acadêmicos, como praticantes da agroecologia, permacultura e agrofloresta, profissionais e técnicos de diversas áreas correlatas (como técnicos de jardinagem, arborização urbana e outras especialidades ligadas à gestão da cidade e do espaço público), assim como gestores públicos, ONGs e outras instituições, e a sociedade civil de forma geral.

Nesse sentido, a agroecologia, enquanto uma ciência, uma prática e um movimento social, pode constituir um ponto central para o enfrentamento desta crise e pode trazer benefícios econômicos, sociais e ambientais para a cidade.

Além disso, o Brasil possui potencial para ser o pivô desta mudança, uma vez que possui conhecimento, ferramentas e meios para essa realização, além de contar com ativo movimento social agroecológico e agroflorestal, sendo possível responder a diversos desafios como a produção de alimentos saudáveis, conservação do solo, da água, da biodiversidade, além de contribuir para o enfrentamento da pobreza e geração de renda no campo, bem como para o enfrentamento das mudanças climáticas globais.

Dessa forma, espera-se que o presente trabalho possa contribuir, ainda que minimamente, com mais um passo na construção do conhecimento científico e agroecológico brasileiro.

GLOSSÁRIO

AGB – Aboveground Biomass (Biomassa Acima do Solo). Parâmetro utilizado para estimar a quantidade de carbono (C) presente em uma área florestal ou agroflorestal, com base em cálculos de volume de material lenhoso (por exemplo, utilizando como base o Diâmetro do tronco à Altura do Peito – DAP). Este parâmetro é um dos indicadores de Serviços Ecosistêmicos Agroflorestais que podem ser avaliados por ensaios de campo relativamente simples, segundo LOVELL *et al.* (2017). Para um maior detalhamento sobre este e outros indicadores utilizados por estes autores, bem como sobre os respectivos métodos de análise e referências bibliográficas que os embasam, consultar a Tabela 1 do referido artigo.

Agricultura Sintrópica: termo criado e utilizado por Ernst Götsch para batizar a sua forma específica de trabalhar com sistemas agroflorestais. Anteriormente Ernst costumava se referir ao seu trabalho como *Sistemas Agroflorestais Sucessionais* (ver **SAFS**). O termo começou a ser popularizado e divulgado mais amplamente a partir de uma série de pequenos vídeos realizados pelo projeto Agenda Götsch desde 2013. Mas sua “explosão” se deu a partir do vídeo “Da Horta à Floresta” (de 2015), seguido imediatamente por “Life in Syntropy”, uma edição especialmente realizada para a COP 21 em Paris, no mesmo ano.

BGB – Belowground Biomass (Biomassa Abaixo do Solo). Este parâmetro é um complementar ao cálculo de biomassa acima do solo (AGB), visando estimar a capacidade de um sistema de sequestrar carbono atmosférico. É outro dos parâmetros utilizados por LOVELL *et al.* (2017) como indicadores de Serviços Ecosistêmicos Agroflorestais, que podem ser avaliados em ensaios de campo. Para um maior detalhamento sobre este e outros indicadores utilizados por estes autores, bem como sobre os respectivos métodos de análise e referências bibliográficas que os embasam, consultar a Tabela 1 do referido artigo.

CPUL – Continuous Productive Urban Landscapes ou *Paisagens Urbanas Produtivas Contínuas* (ver Capítulo 1 da presente dissertação).

ET – Evapotranspiration (Balanço de Massa de Evapotranspiração). Parâmetro sugerido e utilizado por LOVELL *et al.* (2017) para avaliar, em campo, a *Dinâmica de Uso da Água em Sistemas Agroflorestais*. A taxa de ET é estimada subtraindo-se o conteúdo de água do solo (SWC) + a capacidade de drenagem do solo + o escoamento superficial da água, da precipitação. Para um maior detalhamento sobre este e outros indicadores utilizados por esses autores, bem como sobre os respectivos métodos de análise e referências bibliográficas que os embasam, consultar a Tabela 1 do referido artigo.

IV – Infraestrutura Verde. Embora haja distintas definições para esse conceito (ainda sem consenso na literatura internacional), nos referimos a ele aqui como uma terminologia genérica para agrupar diversas tipologias de uso de sistemas vivos (biológicos), particularmente baseados em plantas, que se contrapõem ao conceito de infraestrutura mais convencional, baseada em estruturas físicas como prédios, viadutos, rodovias etc. Assim, sistemas como “telhados verdes”, “jardins filtrantes”, “bosques”, “parques” e até “gramados” ou “árvores na rua” são tipos de infraestruturas vivas baseadas em plantas e que, portanto, podem ser considerados como “Infraestruturas Verdes”. A presente pesquisa propõe, de maneira inédita, que Sistemas Agroflorestais possam também ser entendidos e considerados como uma (nova) tipologia de IV e, desse modo, possam passar a fazer parte do rol de opções para serem utilizados por planejadores e gestores urbanos como ferramenta para a regeneração dos ecossistemas urbanos. Para uma discussão ampla e bastante atualizada sobre o conceito de IV, ver o excelente artigo de revisão de MATSLER *et al.* (2021), disponível ao final deste glossário.

LER - Land Equivalent Ratio (Taxa de Terra Equivalente). Em português, e no Brasil em particular, tal parâmetro é mais amplamente conhecido e estudado pelo termo **Índice de Equivalência de Área (IEA)**, o qual avalia o rendimento de espécies em monocultivos em relação às mesmas espécies quando consorciadas em uma mesma área. Valores maiores do que 1,0 indicam que o rendimento das culturas avaliadas é maior quando estabelecido em policultivos do que em sistemas de monocultura. Este parâmetro é um dos indicadores de Serviços Ecosistêmicos Agroflorestais citados por LOVELL *et al.* (2017) que podem ser avaliados por ensaios de campo relativamente simples. Para um maior detalhamento sobre este e outros indicadores utilizados por estes autores, bem como sobre os respectivos métodos de análise e referências bibliográficas que os embasam, consultar a Tabela 1 do referido artigo.

NL – Nutrient Leaching (Lixiviação de Nutrientes). Outro dos indicadores de Serviços Ecosistêmicos Agroflorestais sugeridos por LOVELL *et al.* (2017), que podem ser avaliados em ensaios de campo. Para um maior detalhamento sobre este e outros indicadores utilizados por estes autores, bem como sobre os respectivos métodos de análise e referências bibliográficas que os embasam, consultar a Tabela 1 do referido artigo.

NR - Nutrient Retention (Retenção de Nutrientes). Junto ao indicador anterior, serve para avaliar a capacidade de um agroecossistema em não perder (e, ao contrário, incorporar) os nutrientes que sejam disponibilizados por qualquer meio. Tal parâmetro é mais um dos indicadores de Serviços Ecosistêmicos Agroflorestais que podem ser avaliados por ensaios de campo relativamente simples, segundo LOVELL *et al.* (2017). Para um maior detalhamento sobre este e outros indicadores utilizados por estes autores, bem como sobre os respectivos métodos de análise e referências bibliográficas que os embasam, consultar a Tabela 1 do referido artigo.

NUE - Nutrient Use Efficiency (Eficiência no Uso de Nutrientes). Análise dos nutrientes utilizados (“absorvidos”) pelas plantas, a partir dos nutrientes encontrados na biomassa colhida dos cultivos, com e sem fertilizantes. Este parâmetro é mais um dos indicadores de Serviços Ecossistêmicos Agroflorestais sugeridos por LOVELL *et al.* (2017). Para um maior detalhamento sobre este e outros indicadores utilizados por estes autores, bem como sobre os respectivos métodos de análise e referências bibliográficas que os embasam, consultar a Tabela 1 do referido artigo.

ROI - Return on Investment (Retorno sobre Investimento). Compara o retorno sobre diferentes sistemas de cultivo. Este parâmetro é um dos indicadores de Serviços Ecossistêmicos Agroflorestais que podem ser avaliados por ensaios de campo relativamente simples, segundo LOVELL *et al.* (2017). Para um maior detalhamento sobre este e outros indicadores utilizados por estes autores, bem como sobre os respectivos métodos de análise e referências bibliográficas que os embasam, consultar a Tabela 1 do referido artigo.

SAFs – Sistemas Agroflorestais: é uma forma genérica para se referir a qualquer variação possível deste conceito. Em geral é utilizado de forma bastante ampla e inclui qualquer agroecossistema que contenha ao menos 1 espécie de árvore e outra espécie de cultivo anual ou não perene. No presente estudo, mesmo de forma genérica, considera-se o conceito de SAF relacionado apenas a sistemas com um maior grau de complexidade e diversidade de espécies como os sistemas agroflorestais agroecológicos ou biodiversos em geral.

SAFS – Sistemas Agroflorestais Sucessionais: são formas específicas de trabalhar com o conceito de agrofloresta, nos quais a sucessão natural (ou sucessão ecológica) é um princípio fundamental aplicado desde o planejamento até o manejo destes sistemas. Um dos principais objetivos dos SAFS é precisamente acelerar os processos de sucessão de espécies, fortalecendo e

acelerando os processos de regeneração de paisagens e ecossistemas florestais degradados. Para uma visão mais detalhada sobre este tipo de sistema de um ponto de vista científico, ver YOUNG (2017).

SE – Serviço Ecossistêmico: o termo é uma alusão aos “serviços prestados” ou “oferecidos” pela natureza aos seres humanos. Muitas vezes também chamados de “bens”, quando referidos a materiais consumíveis, extraídos da natureza, que podem ser desde alimentos (como frutas, sementes, castanhas etc.), água, fibras para cordas e tecidos, madeira (para construção, lenha, carvão etc.), até todo tipo de minério (de ferro a ouro, entre outros). Embora todos os recursos materiais, considerados como “bens”, provenham de fontes naturais, os “serviços” oferecidos pela natureza à nossa espécie são ainda mais fundamentais. No entanto, por não serem tangíveis como os “bens”, passam mais despercebidos pelas pessoas, como “ar puro”, “água limpa”, “clima estável”, “solo fértil”, a própria biodiversidade e os recursos naturais disponíveis e, de um modo mais geral, a manutenção do equilíbrio ecológico de todos os ecossistemas da Terra (dos quais dependemos totalmente). Uma discussão mais aprofundada e técnica a respeito dos SEs é desenvolvida no Capítulo 2 desta dissertação, o qual é integralmente dedicado a este tema.

SOC - Soil Organic Carbon (Carbono Orgânico do Solo = Conteúdo de Carbono Orgânico presente no Solo). Indicador utilizado, junto a outros como AGB e BGB, para estimar a capacidade de **sequestro de carbono** de um agroecossistema. Para um maior detalhamento sobre este indicador, bem como sobre a metodologia de análise utilizada, e referências bibliográficas que o embasam, ver LOVELL *et al.* (2017).

SWC – Soil Water Content (Teor de Água do/no Solo). Este é um dos parâmetros utilizados por LOVELL *et al.* (2017) para avaliar a *Dinâmica de Uso da Água em Sistemas Agroflorestais*. Para um maior detalhamento sobre este e outros indicadores utilizados por estes autores, bem como sobre os respectivos

métodos de análise e referências bibliográficas que os embasam, consultar a Tabela 1 do referido artigo.

UFF – Urban Food Forestry ou “Floresta Urbana de Alimentos”. Neste trabalho preferimos como tradução a expressão em português *Floresta Urbana de Alimentos*, por ser uma expressão mais simples de compreender em nossa língua, uma vez que o termo “forestry” é muitas vezes traduzido para o português como “silvicultura”, e outras vezes como “arborização”, que são conceitos distintos entre si, e não traduzem corretamente a ideia do conceito proposto. Para maiores esclarecimentos e aprofundamentos sobre este conceito, ver CLARK & NICHOLAS (2013) e BRITTO & BORELLI (2020).

Urbanização Agroecológica: este conceito, relativamente novo, é uma ideia que vem sendo construída e defendida por alguns autores dentro do movimento agroecológico (particularmente pessoas ligadas às áreas de arquitetura e urbanismo – ver DEH-TOR, 2017). Uma urbanização agroecológica seria uma plataforma que vai muito além da ideia de “trazer” a agroecologia para dentro das cidades. Portanto, não se trata de fazer uma “agroecologia urbana” simplesmente, mas de modificar estruturalmente toda a lógica urbana moderna à luz do paradigma agroecológico. Nesse sentido, um dos eixos dorsais de uma proposta como essa, é entender que as cidades são “ecossistemas construídos” pelo ser humano, e que fazem parte e são projetados dentro e sobre ecossistemas naturais. Assim, pensar uma *urbanização agroecológica* é repensar toda a lógica urbana, projetando e adaptando as cidades para estarem funcionalmente conectadas aos sistemas naturais dos quais elas fazem parte e dos quais dependem, desde a micro até a macroescala. A partir daí, pode-se entender que uma agricultura urbana agroecológica não apenas é possível e totalmente viável, como é também necessária e imprescindível à vida e manutenção das cidades como ecossistemas vivos, resilientes e autossuficientes. Entender a urbanização agroecológica é entender que a cidade é viva.

REFERÊNCIAS

BRITO, V. V.; BORELLI, S. [Urban food forestry and its role to increase food security: A Brazilian overview and its potentialities](#). **Urban Forestry and Urban Greening**, v. 56, n. June, 2020.

CLARK, K. H.; NICHOLAS, K. A. [Introducing Urban Food Forestry: A Multifunctional Approach to Increase Food Security and Provide Ecosystem Services](#). **Landscape Ecology**, v. 28, n. 9, p. 1649–1669, 2013.

DEH-TOR, C. M. [TORNAGHI, C. & DEHAENE, M.]. [Da agricultura urbana para um urbanismo agroecológico: a via transformadora da agroecologia urbana \(política\)](#). In: Tornaghi, C. e Hoekstra, F. (Eds.). **Revista de Agricultura, Urbana**, n. 33. RUAF: novembro de 2017.

LOVELL, S. T.; DUPRAZ, C.; GOLD, M.; JOSE, S.; REVORD, R.; STANEK, E.; WOLZ, K. J. [Temperate agroforestry research: considering multifunctional woody polycultures and the design of long-term field trials](#). **Agroforestry Systems**, v. 92, p. 1-19, 2017.

MATSLER, A. M.; MEEROW, S.; MELL, I. C.; PAVAO-ZUCKERMAN, M. A. [A 'green' chameleon: Exploring the many disciplinary definitions, goals, and forms of "green infrastructure"](#). **Landscape and Urban Planning**, v. 214, 1 out. 2021.

PORTO, M. F. S. **Justiça Ambiental**. In: Dicionário de Agroecologia e Educação. Alexandre Pessoa Dias [et al.]. São Paulo: Expressão Popular; Rio de Janeiro: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, 2021. 816p.

YOUNG, K. J. *Mimicking Nature: A Review of Successional Agroforestry Systems as an Analogue to Natural Regeneration of Secondary Forest Stands* (Chapter 8). In: [Integrating Landscapes: Agroforestry for Biodiversity Conservation and Food Sovereignty - Florencia Montagnini \(Editor\) | Advances in Agroforestry \(vol. 12\)](#). Switzerland: **Springer International Publishing AG**, 2017.

APÊNDICE A - Primeira Proposta de MATRIZ de Indicadores (Fev/2022) - Parte 1

Proposta de MATRIZ (Indicadores e Formas de Análise) para avaliar os SAFs como tipologia e método de integração entre CPULs e UFFs

Verificar se aplicável ou não (S ou N)				QUANTIFICÁVEL			
INDICADOR	DESCRIPTOR	COMO ANALISAR	S/N	I	II	III	IV
Socio econômico	Segurança Alimentar	Produção em Kg/Área		P1	P2	P3	P4
	Geração de Renda	R\$/Kg vendido		R1	R2	R3	R4
	Geração de Empregos	Quantidade por área		Q1	Q2	Q3	Q4
	Uso da Terra (Função Social)	Tamanho Total das Áreas Ociosas		Até 100m ²	De 100m ² a 1.000m ²	De 1.000m ² a 5.000m ²	Mais de 5.000m ²
Espaço p/ Sugestões de Outros Indicadores							
Produtivo	Diversidade de Espécies Fornecedoras de Alimentos	Diversidade a cada 25m ²		Até 5 espécies	De 5 a 10 espécies	De 10 a 15 espécies	Mais de 15 espécies
	Quantidade de Plantas por Espécie	Quantidade a cada 25m ²		Até 3 plantas	De 3 a 5 plantas	De 5 a 10 plantas	Mais de 10 plantas
	Quantidade Total de Produção	Kg/ha		QT1	QT2	QT3	QT4
Espaço p/ Sugestões de Outros Indicadores							

APÊNDICE A - Primeira Proposta de MATRIZ de Indicadores (Fev/2022) - Parte 2

Proposta de MATRIZ (Indicadores e Formas de Análise) para avaliar os SAFs como tipologia e método de integração entre CPULs e UFFs (Parte 2)

Verificar se aplicável ou não (S ou N)				QUANTIFICÁVEL			
INDICADOR	DESCRITOR	COMO ANALISAR	S/N	I	II	III	IV
Ambiental	Aumento das Áreas de Captação e Infiltração de Águas	Área Total		AT1	AT2	AT3	AT4
	Trampolim Ecológico (Conexão dos Fragmentos)	Distância entre Fragmentos		Maior que 1km	1km<500m	500m<100m	Menor que 100m
	Atração de Fauna/Criação de Habitats	Número de Espécies Avistadas		Até 5 Espécies	De 5 a 10 Espécies	De 10 a 20 Espécies	Mais de 20 Espécies
Cultural	Espaços de Convívio e Áreas de Lazer	Existência e Frequência de Ocorrências		A cada 2km ou mais	De 2km a 1km	De 1km a 500m	A cada 500m ou menos
	Contemplação /Contato com a Natureza	Distância de casas e regiões de grande circulação		Mais de 500m	500<250m	250<100	Menos de 100m
	Corredores Ecológicos para Pessoas	Extensão contínua		Menos de 200m	De 200m a 500m	De 500m a 1km	Mais de 1km
	Conexão c/ Infraestruturas Cinzas e Azuis	Quantidade e Proximidade das Conexões		De 1 a 2, até 100m	De 1 a 2, até 50m	De 2 a 4, até 100m	De 2 a 4 (ou mais), a menos de 50m
	Beleza Cênica	Número de Plantas com Flores		Até 5 por 1000m ²	5>10 por 1000m ²	10>25 por 1000m ²	Mais de 25 p/ 1000m ²