

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

EDUARDO MACHADO DA SILVA

FLORESTAS URBANAS E SERVIÇOS ECOSSITÊMICOS:
Um estudo sobre o planejamento urbano sustentável dos municípios
capixabas que abrangem o Parque Nacional do Caparaó

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO

2024

EDUARDO MACHADO DA SILVA

FLORESTAS URBANAS E SERVIÇOS ECOSSITÊMICOS:
Um estudo sobre o planejamento urbano sustentável dos municípios
capixabas que abrangem o Parque Nacional do Caparaó

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

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2024

EDUARDO MACHADO DA SILVA

**FLORESTAS URBANAS E SERVIÇOS ECOSSITÊMICOS:
Um estudo sobre o Planejamento Urbano Sustentável dos municípios
capixabas limítrofes ao Parque Nacional do Caparaó**

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

Aprovado em 21 de junho de 2024.

COMISSÃO EXAMINADORA

Cristiane Coelho de Moura

Prof.^a Dra. Cristiane Coelho de Moura
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientadora

Fernanda Moura F. Lucas

M.Sc. Fernanda Moura Fonseca Lucas
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinadora

Carem Cristina Araujo Valente

M.Sc. Carem Cristina Araujo Valente
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinadora

A minha família por todo apoio,
colaboração e compreensão,
afetuosamente dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, pela vida, saúde e forças todos os dias.

A minha família, em especial aos meus pais, Marilene e José Luís por serem minha inspiração, sempre me incentivando a seguir meus sonhos. Agradeço por todo apoio, amor e compreensão durante todos esses anos de estudo. Sem vocês nada disso seria possível. Obrigado por acreditarem em mim e sempre estarem do meu lado. Aos meus irmãos Ana Paula e Ráliston, por todo apoio e motivação durante esses anos.

Aos meus amigos Maria, Lorena B., Lorena V. e Wander que me acolheram desde a primeira semana do primeiro período. Sou muito grato pela amizade e companheirismo de vocês. Compartilhando momentos de desafios e conquistas, dos trabalhos em grupo, das conversas, as risadas, os surtos, desabafos e aprendizados. Cada um de vocês tornaram minha experiência universitária mais leve, rica e significativa.

As minhas amigas, Bárbara, Tatiana, Jéssica Terra e Karol, pelos trabalhos em grupo, conversas, pelos momentos de distração e toda colaboração durante a graduação.

A minha orientadora professora Cristiane, pelos conselhos, paciência e orientação precisa durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores do DCFM, por toda contribuição em minha especialização profissional, sendo essencial para meu crescimento.

A Universidade Federal do Espírito Santo em especial o Departamento de Ciências Florestais e da Madeira pelo ensino público, gratuito e de extrema qualidade.

Aos colegas da turma 2019/1, pelo tempo vivido e demais colegas que fiz na UFES.

A banca avaliadora pela disponibilidade e contribuição essenciais para o desenvolvimento e aprimoramento deste trabalho.

Por fim, agradeço a todos que direta ou indiretamente colaboraram com essa trajetória.

RESUMO

Nas últimas décadas países em desenvolvimento como o Brasil, passaram por um intenso processo de urbanização. As cidades brasileiras cresceram de maneira acelerada e desordenada e por vezes ignorando espaços verdes e conseqüentemente intensificando desigualdades sociais e problemas ambientais. Diante desse cenário, destaca-se a relevância do planejamento urbano sustentável, principalmente no que tange as florestas urbanas, como forma de proporcionar serviços ecossistêmicos ambientais e que afeta diretamente na qualidade de vida da comunidade. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi estimar a quantidade e qualidade das florestas urbanas nos municípios que abrangem (Divino de São Lourenço, Dolores do Rio Preto, Ibitirama, Irupi e Iúna) o Parque Nacional do Caparaó, a fim de, avaliar a prestação dos serviços ecossistêmicos e verificar a influência em que a Unidade de Conservação possui sobre esses resultados. Para isso, foi realizado um levantamento total das áreas degradadas e subutilizadas (ASD), e áreas verdes consolidadas (AV) já existentes nessas cidades, por meio de demarcação de polígonos e mapeamento nas áreas urbanas dos municípios, utilizando técnicas de interpretação visual de imagens de satélite (2024) do Software de código livre QGIS 3.28, tendo como base a porcentagem mínima de referência (< 20%). Além disso, foi realizada a classificação em quatro classes do índice de qualidade verde, ou seja, baixa (< 25%), moderada (25% - 50%), alta (50% - 75%) e muito alta (> 75%). As ASD foram classificadas em categorias que correspondem a sua caracterização e uso atual. Ao todo, foram inventariadas 1715 ADS (269,83 hectares) e 589 AV (92,48 hectares) nos 5 municípios. Divino de São Lourenço - ES foi o município que apresentou o maior percentual de AV (16,40%). Dolores do Rio Preto - ES, o município que apresentou maior percentual de ADS (43,16%). Sendo assim, todos os municípios apresentaram nível abaixo da porcentagem de referência de áreas verdes para este estudo (< 20%). Em relação ao índice de qualidade verde, todas as cidades de modo geral apresentaram índice inferior a 25%. Este estudo revela que as florestas urbanas existentes desses municípios foram insuficientes para suprir os serviços ecossistêmicos necessários, sendo assim, dependentes dos recursos ambientais do Parque Nacional do Caparaó. Recomenda-se investir em soluções baseadas na natureza e em uma infraestrutura verde, como forma de promoção de um desenvolvimento urbano resiliente e sustentável.

Palavras-chave: Áreas verdes; Infraestrutura verde; Requalificação urbana; Silvicultura urbana; Soluções baseadas na natureza.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objetivos	3
1.1.1. Objetivo geral	3
1.1.2. Objetivos específicos	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Florestas Urbanas e sua importância em cidades sustentáveis	4
2.2. Serviços Ecossistêmicos Ambientais fornecidos pela Floresta Urbana e por Unidades de Conservação	5
2.3. O uso do Sensoriamento Remoto em pesquisas na Silvicultura Urbana	6
3. METODOLOGIA.....	8
3.1. Área de estudo.....	8
3.2. Coleta e análise de dados	9
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
4.1. Inventário 100%	13
4.2. Soluções Baseadas na Natureza	26
5. CONCLUSÃO	30
6. REFERÊNCIAS.....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Área total, área urbanizada e população total dos municípios objetos de estudo da região do Caparaó capixaba.....	8
Tabela 2 – Valores de Faixa do Índice verde para classificação da qualidade das áreas verdes inventariadas nos municípios capixabas limítrofes ao Parque Nacional do Caparaó.....	12
Tabela 3 – Quantidade e áreas (hectares) parciais e totais, bem como a porcentagem, de espaços subutilizados ou degradados e áreas verdes consolidadas inventariadas nos municípios analisados.....	13
Tabela 4 – Áreas subutilizadas ou degradadas com potencial para implantação de áreas verdes, inventariadas nos municípios objeto de estudo, por área demarcada, e classificadas em diferentes categorias (%): Mata Ciliar degradada; Área verde degradada; Estacionamento; Terreno vazio/baldio; Área de agricultura desativada.....	21
Tabela 5 – Áreas totais do perímetro urbano, áreas degradadas e subutilizadas (ADS), áreas construídas e impermeáveis (ACI), áreas verdes consolidadas (AV) e percentual do índice verde (ID%) das localidades urbanas de cada município.....	24

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da Unidade de Conservação Parque Nacional do Caparaó e em destaque as áreas dos municípios limítrofes do parque e suas áreas urbanizadas.....	9
Figura 2 – Representação da classificação das ADS identificadas e mapeadas, pelo inventario 100% com uso de técnicas de interpretação visual de imagens de satélite do Google Earth (2024).....	11
Figura 3 – Quantidade total de áreas verdes (AV) e áreas degradadas ou subutilizadas (ADS) nas localidades urbanas do município de Divino de São Lourenço - ES.....	14
Figura 4 – Quantidade total de áreas verdes (AV) e áreas degradadas ou subutilizadas (ADS) nas localidades urbanas do município de Dores do Rio Preto - ES.....	16
Figura 5 – Quantidade total de áreas verdes (AV) e áreas degradadas ou subutilizadas (ADS) nas localidades urbanas do município de Ibitirama - ES.....	17
Figura 6 – Quantidade total de áreas verdes (AV) e áreas degradadas ou subutilizadas (ADS) nas localidades urbanas do município de Irupi - ES.....	19
Figura 7 – Quantidade total de áreas verdes (AV) e áreas degradadas ou subutilizadas (ADS) nas localidades urbanas do município de Iúna - ES.....	20
Figura 8 – Representação da distribuição do índice verde nas manchas urbanas dos municípios objetos de estudo.....	23

1. INTRODUÇÃO

Durante o século XX, o Brasil passou por uma transformação econômica, impulsionado pela industrialização nacional e, a mecanização do campo o que culminou ao êxodo rural (Farias et al. 2017). O processo de urbanização no Brasil ocorreu de forma tardia, acelerada e desordenada, refletindo em uma infraestrutura urbana muitas vezes precária, intensificando desigualdades sociais e principalmente, agravando problemas ambientais nas cidades como alagamentos e deslizamentos (Firmo; Rocha, 2022; Oliveira et al. 2023).

Segundo o Sexto Relatório de Avaliação (AR6) do Painel Intergovernamental sobre as Mudanças Climáticas (IPCC), o ano de 2023 foi considerado o mais quente já registrado, com recordes nas temperaturas dos oceanos, aumento do nível do mar, perda de gelo marinho na Antártida e recuo das geleiras. Além disso, outras consequências são as condições meteorológicas extremas que prejudicam o desenvolvimento socioeconômico.

Com isso, promover um planejamento urbano adequado é fundamental para garantir o desenvolvimento sustentável das cidades (Maropo et al. 2019). Além disso, é essencial garantir espaços verdes e vegetação urbana, como parte integrante deste planejamento (Cobbinah et al., 2023).

Adicionar áreas verdes não apenas aprimora a qualidade de vida das pessoas no ambiente urbano, mas também funciona como um instrumento fundamental de adaptação aos efeitos das mudanças climáticas (Herzog, 2019; IPCC, 2023). Medidas de adaptação podem construir resiliência, mas é necessário aumentar o financiamento para expandir as soluções, em especial as soluções baseadas na natureza (IPCC, 2023).

As florestas urbanas desempenham um papel crucial na prestação de serviços ecossistêmicos, trazendo uma série de benefícios, como impactos sociais e na qualidade de vida das pessoas (Donovan et al., 2013; Roeland et al., 2019). Um dos benefícios é a redução das “ilhas de calor”, causadas pela absorção e retenção de calor nas áreas urbanas, pelo uso do asfalto e concreto. A falta de vegetação para fornecer sombra e resfriamento por evapotranspiração, afeta diretamente no conforto térmico e na

qualidade de vida das pessoas no ambiente urbano (Mullaney; Lucke; Trueman, 2015; Maropo et al., 2019).

A presença destas florestas urbanas por meio de um planejamento urbano adequado é essencial para atender os serviços ecossistêmicos que aquele ambiente necessita, promovendo sustentabilidade ambiental e bem-estar das comunidades urbanas (Donovan et al., 2013). Em contrapartida, municípios limítrofes a Unidades de Conservação (UC), podem ser favorecidos pelos serviços ecossistêmicos que as florestas protegidas destas UC's desempenham.

Diante deste contexto, o problema de pesquisa centraliza em analisar a qualidade das florestas urbanas nos municípios capixabas limítrofes do Parque Nacional do Caparaó. Além disso a pesquisa busca compreender melhor a influência em que as Unidades de Conservação possuem sobre essas cidades, com a premissa de investigar se os serviços ecossistêmicos são atendidos pelas florestas urbanas existentes ou se essas cidades dependem diretamente ou indiretamente de Unidades de Conservação para suprir suas necessidades ecossistêmicas.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo geral

Nesse sentido, esta pesquisa objetivou, avaliar por meio de um índice verde a qualidade das florestas urbanas dos municípios Capixabas que abrangem o Parque Nacional do Caparaó (Divino de São Lourenço, Dolores do Rio Preto, Ibitirama, Irupi e Iúna) e analisar se os serviços ecossistêmicos ambientais são adequadamente atendidos por essas florestas urbanas. Mediante a isso, é possível responder a seguinte pergunta norteadora: As florestas urbanas destes municípios, são suficientes para cumprirem com os serviços ecossistêmicos gerenciados por essas áreas verdes? Ou estas cidades dependem direta ou indiretamente da Unidade de Conservação do Parque Nacional do Caparaó para prestação destes serviços ambientais, para assim, alcançarem a resiliência urbana?

1.1.2. Objetivos específicos

- Inventário 100%, classificação e categorização das áreas verdes e áreas degradadas ou subutilizadas dos municípios capixabas limítrofes do Parque Nacional do Caparaó por meio de técnicas de interpretação visual de imagens do satélite;
- Estimar a qualidade das florestas urbanas nos municípios objetos de estudo, com base no índice verde, identificando áreas de destaque e potenciais lacunas na prestação de serviços ecossistêmicos;
- Investigar a influência das Unidades de Conservação (UC's) sobre a qualidade das florestas urbanas e a prestação de serviços ecossistêmicos nos municípios do Caparaó Capixaba, analisando seu papel na proteção e conservação desses ambientes naturais.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Florestas Urbanas e sua importância em cidades sustentáveis

O conceito de “Floresta Urbana” surge pela primeira vez na década 1960, por meio do termo “*Urban Florestry*”, sendo proveniente de autores norte-americanos para se referir a arborização. Termo esse que passou a ser utilizado no Brasil para definir fragmentos arbóreos remanescentes de vegetação urbana (Malta et al. 2012).

Apesar da adoção do termo “Florestas Urbanas” no Brasil, muitos autores se divergem a respeito de sua definição, principalmente por conta de sua ambiguidade de tradução. Para Biondi (2015), a floresta urbana é composta de toda cobertura vegetal de domínio público ou privado, inserida no ambiente urbano nas suas diversas formas de vida, como árvores, arbustos, trepadeiras, epífitas, herbáceas e entre outras.

Essas áreas verdes exercem funções fundamentais, promovendo benefícios ambientais, sociais e econômicos. As florestas urbanas auxiliam na fixação e armazenamento de carbono (Batista et al. 2020; Dacól et al. 2020) nas cidades, regulam o microclima local, minimizando efeitos do fenômeno “ilhas de calor” (Chapman et al. 2017); Redução da poluição sonora no ambiente urbano (Oliveira et al. 2018); promove qualidade de vida e saúde das pessoas, induzindo a atividade física, melhorando o estado de humor e diminuindo ansiedade, contribuindo para o relaxamento fisiológico e psicológico (Song et al. 2015).

As florestas urbanas são apresentadas como elementos vitais da infraestrutura verde, desempenhando um papel crucial na atenuação das mudanças climáticas (Steenberg; Duinker; Nitoslawski, 2019; Macedo; Jacobi, 2019) e na prevenção do surgimento de doenças epidêmicas (Azevedo et al., 2020). Portanto, apesar da predominância de elementos construídos nas áreas urbanas, a presença e a promoção de espaços verdes e vegetação são fundamentais para garantir cidades mais saudáveis, sustentáveis e resilientes, destacando a importância dos componentes naturais no contexto urbano (Milano; Dalcin, 2000; Biondi, 2015).

A avaliação e o planejamento adequado desses espaços verdes podem potencializar esses benefícios para uma cidade mais sustentáveis e resilientes

(Sant'Anna Neto et al., 2023). Em contrapartida, a falta do planejamento urbano pode contribuir também para a formação de áreas “subutilizadas”, também conhecidos como “vazios urbanos”.

Para Ferreira e Zanotelli (2017) os vazios urbanos são definidos como áreas dentro do perímetro urbano que não possuem edificações ou que estão subutilizadas. Essas áreas podem incluir lotes vazios, terrenos não edificados, fazendas ou espaços em grandes lotes ocupados por pequenas construções (Sperandelli, 2010).

Nesse sentido é interessante revitalizar esses espaços vazios, subutilizados, para implantação de novas áreas verdes e espaços de lazer no planejamento urbano. Esses espaços não só permitem a integração entre a sociedade e a natureza, mas também desempenham um papel vital na conservação dos recursos naturais (Jacobs, 2011; Gehl, 2013; Giacom; Valente; Cardoso-Leite, 2022).

2.2. Serviços Ecosistêmicos Ambientais fornecidos pela Floresta Urbana e por Unidades de Conservação

Os serviços ecossistêmicos são definidos como os benefícios ou contribuições, direta ou indiretamente, que os seres humanos obtêm das funções ecossistêmicas para o bem-estar humano (De Groot et al., 2002; Teeb, 2010; Roeland et al., 2019). De acordo com a Avaliação do Milênio (MEA, 2005), esses serviços podem ser agrupados em quatro categorias: serviços de provisão, regulação, culturais e de apoio.

Os serviços de provisão fornecem bens essenciais, água potável, alimento, matéria-prima para energia e fitofármacos. Os serviços reguladores controlam as condições ambientais essenciais, como diluição de resíduos, controle de enchentes e regulação do clima. Os serviços de suporte são essenciais para outros serviços de natureza, incluindo o fornecimento de habitats para biodiversidade. E os serviços culturais incluem atividades como educação e recreação (De Groot et al., 2002; MEA, 2005; Tallis et al., 2013; Costanza et al., 2014).

As áreas urbanas possuem capacidade limitada para manter e produzir bens e serviços naturais, dependendo constantemente dos serviços ecossistêmicos de áreas rurais ou mesmo por florestas urbanas (Hails; Ormerod, 2013). Esses serviços

ecossistêmicos quando fornecidos pelas florestas urbanas, podem atuar a nível local, ou seja, em uma rua ou bairro, ou à nível regional, na regulação do clima ou da água (Roeland et al., 2019).

Roeland et al. (2019) classificou os serviços ecossistêmicos das florestas urbanas em três categorias: Regulação do ar, solo e clima, que inclui serviços como melhoria da qualidade do ar e remoção de CO₂; Provisão da qualidade do habitat, refere-se à capacidade de fornecer habitat para a biodiversidade e apoiar ecossistemas resilientes; Fornecimento de outros bens e serviços, onde engloba serviços como energia nutrientes e resiliência da infraestrutura.

Segundo relatório do IPCC (2023), soluções de adaptação ao clima, se apoiadas adequadamente, podem aumentar a resiliência aos riscos climáticos e trazer benefícios para o desenvolvimento sustentável. Isso inclui estratégias de tecnologia verde. Roeland et al. (2019) aborda a mitigação da poluição do ar como um serviço ecossistêmico relevante fornecido pelas florestas urbanas.

Alves et al. (2015) revelou os serviços ecossistêmicos fornecidos pela unidade de conservação do Parque Estadual do Utinga, em Belém (PA), onde a maioria dos moradores adjacentes ao parque valorizam o ar puro (77,5%), a tranquilidade (45%), o canto dos pássaros (40%) e a beleza cênica do local (32,5%). Além disso a pesquisa destaca os serviços ecossistêmicos de suporte ao parque, como a formação de solos e habitats, a dispersão de nutrientes por aves, e a ciclagem de nutrientes por meio da decomposição de fitomassa morta. Nesse sentido as florestas urbanas são cada vez mais vistas por planejadores como soluções baseadas na natureza para a gestão e planejamento urbano.

2.3. O uso do Sensoriamento Remoto em pesquisas na Silvicultura Urbana

Nos últimos anos, o geoprocessamento se destacou como pioneiro nos avanços tecnológicos que atendem ao planejamento, bem como ao monitoramento e gestão ambiental (Machado et al, 2024). Essas tecnologias envolvem inúmeros métodos e ferramentas para coleta, processamento, análise, armazenamento e gerenciamento de informações espaciais com referências geográficas ou georreferenciamento. Os

componentes dessas áreas são mapas digitais estabelecidos, o sensoriamento remoto (SR), sistemas de informações geográficas (SIG), sistema de posicionamento global (GPS), a fotogrametria do veículo aéreo não tripulado (VANT), a geodésia e a topografia (Giometi; Pancher, 2012; Leal; Todt; Yhum, 2013; Silva, 2019).

O termo “sensoriamento” se refere ao processo de obtenção de dados ou informações sobre algo, e a palavra “remoto” remete a ideia de fazer algo a distância, ou seja, sem contato direto com o objeto. Nesse sentido, o sensoriamento remoto capta imagens obtidas por esses sensores por meio da radiação eletromagnética, onde é registrado o meio físico, sendo assim, interpretada a imagem gerada (Weiss, Jacob, Duveiller, 2020; Santori, 2021; Machado et al, 2024).

O sensoriamento remoto, é uma ferramenta comumente utilizada no estudo da silvicultura urbana, principalmente para identificar e classificar espaços verdes urbanos, por meio de dados e informações coletadas, é possível entender a dinâmica dessas áreas verdes nos centros urbanos (Liu et al., 2021; Sant’Anna Neto et al. 2023).

Estudos utilizando sensoriamento remoto na silvicultura urbana podem auxiliar em soluções de planejamento ambiental, assim como na resolução de problemas nos centros urbanos. Parmehr et al. (2016) demonstraram a eficácia da detecção remota no mapeamento de árvores, Abutaleb et al. (2021) utilizaram sensoriamento remoto para calcular um índice de vegetação em áreas pobres e ricas de Johannesburgo, destacando a importância dessa técnica em avaliar e monitorar as mudanças nas áreas urbanas e na cobertura vegetal.

A utilização do sensoriamento remoto apresentou resultados significativos em relação à avaliação da qualidade ambiental por meio do índice verde, identificando com precisão a cobertura do solo e os elementos intraurbanos na cidade de São Paulo (Sant’Anna Neto et al. 2023).

O sensoriamento remoto tem se tornado uma ferramenta poderosa e eficaz na silvicultura urbana para avaliação da qualidade ambiental, contribuindo para compreensão do ambiente e principalmente do planejamento urbano, a fim de identificar os desafios, oportunidades e a promoção de práticas de planejamento e gestão mais sustentáveis (Shin et al. 2020; Sant’Anna Neto et al. 2023).

3. METODOLOGIA

3.1. Área de estudo

O estudo foi realizado nos municípios capixabas que abrangem a Unidade de Conservação do Parque Nacional do Caparaó: Divino de São Lourenço, Dolores do Rio Preto, Ibitirama, Irupi e Iúna. Localizados na região sul do estado do Espírito Santo, estes municípios correspondem a 80% da área do parque, conforme apresentados na tabela 1, com suas respectivas áreas e populações.

Tabela 1 – Área total, área urbanizada e população total dos municípios objetos de estudo da região do Caparaó capixaba.

Município	Área total (km ²)	Área urbanizada (ha)	População (IBGE 2022)
Divino de São Lourenço	174,039 km ²	59,76 ha	5.083
Dolores do Rio Preto	159,298 km ²	121,33 ha	6.596
Ibitirama	329,451 km ²	146,12 ha	9.520
Irupi	184,807 km ²	163,89 ha	13.710
Iúna	460,586 km ²	340,51 ha	28.590

Fonte: Silva, E. M. (2024).

A região é composta apenas por municípios de baixa concentração urbana, ou seja, municípios que possuem poucas infraestruturas urbanas e edificações. O Parque Nacional do Caparaó, possui uma área de 31.800 hectares situado na divisa dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Além disso o parque possui o terceiro ponto mais alto do Brasil, o Pico da Bandeira, com 2.891 metros de altitude localizado na divisa entre os dois estados.

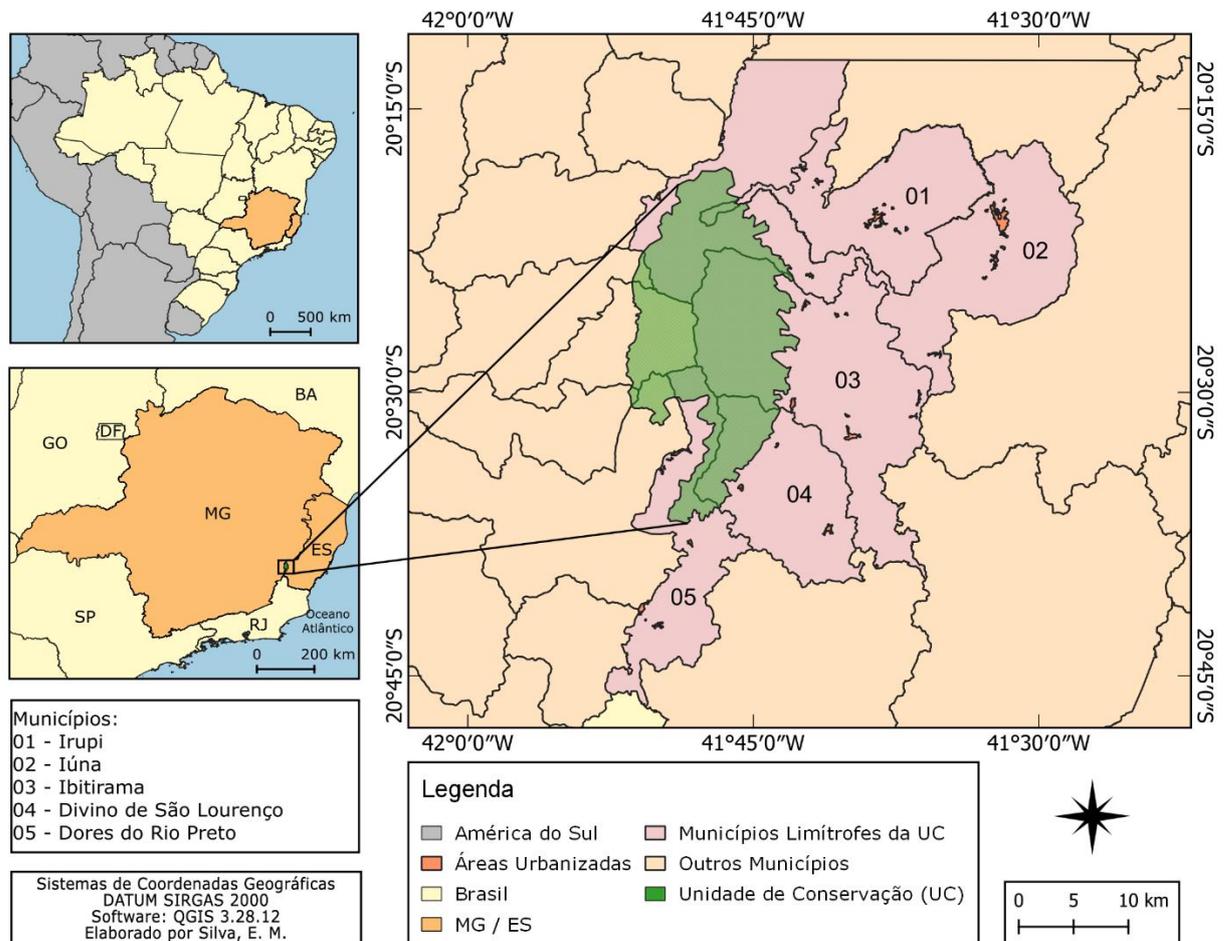


Figura 1: Localização do Parque Nacional do Caparaó e em destaque as áreas dos municípios capixabas que abrangem o parque e suas áreas urbanizadas.

Fonte: Silva, E. M. (2024).

Segundo a Classificação Climática de Köppen e Geiger (1928), o clima da região é do tipo “Cwb” temperado quente, com estação seca no inverno. A temperatura média mais quente nos municípios é inferior a 22 °C e a do mês mais frio é inferior a 18 °C, a precipitação média anual nos municípios varia de 1220 a 1650 mm (INCAPER, 2020).

3.2. Coleta e análise de dados

As aquisições dos dados foram obtidas a partir da plataforma de dados geoespaciais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Especificamente, foram extraídas as *shapefiles* das áreas urbanizadas, conforme dados de 2019. Para análise dos dados, foi realizado o mapeamento das áreas verdes e áreas subutilizadas nas

áreas urbanas dos municípios, por meio de técnicas de interpretação visual de imagens de satélite (2024), auxiliadas pelo Software de código livre QGIS 3.28.

O processamento da imagem satélite foi realizado por meio do complemento “HCMGIS” (*BaseMaps* - Google satélite) com a identificação e demarcação manual, em polígonos, e a quantificação da área, mensuradas no próprio aplicativo e expressas em hectares, para a confecção dos mapas e planilhas eletrônicas, análises comparativas em porcentagens e confecção de gráficos.

Os critérios definidos para a identificação e mapeamento das áreas degradadas e subutilizadas (ADS) foram glebas, quadras ou lotes com uma área passível de implantação de maciços florestais, que foram classificadas nas seguintes categorias:

1. Área verde degradada - áreas com solos expostos ou com presença de vegetação rasteira onde existia uma vegetação florestal, tanto natural em diferentes estágios de sucessão, quanto plantadas;
2. Mata ciliar degradada (Área de Preservação Permanente – APP) – referente às áreas com solos expostos com ausência de vegetação florestal localizada às margens de cursos d’água;
3. Terreno vazio/baldio – referentes a glebas, quadras ou lotes vazios, sejam de domínio público ou privado, sem uso efetivo e que se encontram inutilizados;
4. Área de Agricultura desativada – referentes a áreas anteriormente utilizadas para atividades agrícolas, como plantações e criação de animais, mas que foram abandonadas e não estão mais sendo ativamente manejada para essas finalidades. Essas áreas podem conter vegetação rasteira, espontânea ou secundária, incluindo gramíneas, e podem ter solos expostos com sinais de erosão.
5. Estacionamentos – referente a terrenos de domínio público ou privado, cujo espaço foi destinado para vagas de veículos de transporte terrestre, e que não apresenta arborização.



Figura 2 – Representação da classificação das ADS identificadas e mapeadas, pelo inventário 100% com uso de técnicas de interpretação visual de imagens de satélite do Google Earth (2024).

Fonte: Silva, E. M. (2024).

Para interpretação dos resultados, foi utilizado como referência a porcentagem mínima de 20% de áreas verdes, seguindo Oliva (2016; 2024), que apontou esta porcentagem para que as áreas verdes urbanas comecem a gerar serviços ambientais significativos para a população urbana.

Para designar as áreas verdes, foram considerados todos os fragmentos ou cobertura arbórea e arbustiva remanescente de domínio público e privado presente na

área urbana. Ainda, com base na porcentagem de áreas verdes urbanas mapeadas, foi realizada a classificação em classes de qualidade verde (Tabela 2). As áreas urbanas dos municípios foram separadas em parcelas, para melhor visualização da classificação, sendo cada parcela representando um bairro ou distrito.

A categorização de todos os valores em quatro intervalos de classes iguais foi feita em prol da simplicidade, uma vez que este índice fornece o valor relativo para avaliação comparativa entre diferentes municípios, em vez de qualquer valor absoluto (Gupta et al. 2012; Sant`anna et al. 2023).

Para cálculo do índice verde, foi utilizada a seguinte expressão:

$$ID = \frac{AV}{ADS + ACI} * 100$$

Sendo:

ID = Índice verde;

AV = Áreas verdes (ha);

ADS = Áreas degradadas e subutilizadas (ha);

ACI = Áreas Construídas ou impermeáveis (ha).

O cálculo das Áreas Construídas e Impermeáveis (ACI), áreas cobertas por edificações, estradas, calçadas e outras superfícies impermeáveis, foi realizado por meio das análises das imagens de satélite e técnicas de sensoriamento remoto.

Tabela 2 – Valores de Faixa do Índice verde para classificação da qualidade das áreas verdes inventariadas nos municípios capixabas limítrofes ao Parque Nacional do Caparaó

Classificação do Índice Verde	Faixa de Valores (%)
Baixa qualidade verde	< 25%
Qualidade verde moderada	25% - 50%
Qualidade verde alta	50% - 75%
Qualidade verde muito alta	> 75%

Fonte: Classificação de acordo com Gupta et al., 2012; Sant`Anna Neto et al., 2023.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Inventário 100%

Foram amostradas 1715 áreas subutilizadas ou degradadas nas áreas urbanas dos 5 municípios, totalizando 269,83 hectares inventariados, com potencial para se tornarem áreas verdes e 589 áreas verdes consolidadas, totalizando 92,48 hectares distribuídos no perímetro urbano dos municípios estudados. Os somatórios dos polígonos inventariados das áreas em cada município estão expostos na Tabela 3 e representada nos mapas das figuras 3 a 7.

Tabela 3 – Quantidade e áreas (hectares) parciais e totais, bem como a porcentagem, de espaços subutilizados ou degradados e áreas verdes consolidadas inventariadas nos municípios analisados.

ÁREAS SUBUTILIZADAS OU DEGRADADAS (ADS) - Inventariadas			
	Quantidade de ADS	ADS (hectares)	Área urbana (hectares)
Divino de São Lourenço	109	21,86	59,76
Dores do Rio Preto	433	52,37	121,33
Ibitirama	198	49,55	146,12
Irupi	475	58,38	163,89
Iúna	500	87,67	340,51
TOTAL	1715	269,83	831,61
ÁREAS VERDES CONSOLIDADAS – Inventário 100% (censo)			
	Quantidade de ADS	ADS (hectares)	Área urbana (hectares)
Divino de São Lourenço	63	9,80	59,76
Dores do Rio Preto	55	7,62	121,33
Ibitirama	96	21,32	146,12
Irupi	99	8,22	163,89
Iúna	276	45,52	340,51
TOTAL	589	92,48	831,61
ÁREAS DOS MUNICÍPIOS			

	Divino de São Lourenço	Dores do Rio Preto	Ibitirama	Irupi	Iúna
Área total urbanizada (hectares)	59,76	121,33	146,12	163,89	340,51
a) Áreas subutilizadas ou degradadas (%)	36,58%	43,16%	33,91%	35,62%	25,75%
b) Áreas verdes consolidadas (%)	16,40%	6,28%	14,59%	5,02%	13,37%
c) Áreas verdes potenciais (%) (a + b)	52,98%	49,44%	48,50%	40,64%	39,12%

Fonte: Silva, E. M. (2024).

O município que apresentou maior porcentagem de áreas verdes em relação a sua malha urbana, foi Divino de São Lourenço, sendo o menor município avaliado, com perímetro urbano de 59,76 hectares, destes, 9,80 hectares (16,40%) são de florestas urbanas. O município apresentou um percentual de 36,58% de ADS, ou seja, 21,86 hectares (Figura 3).

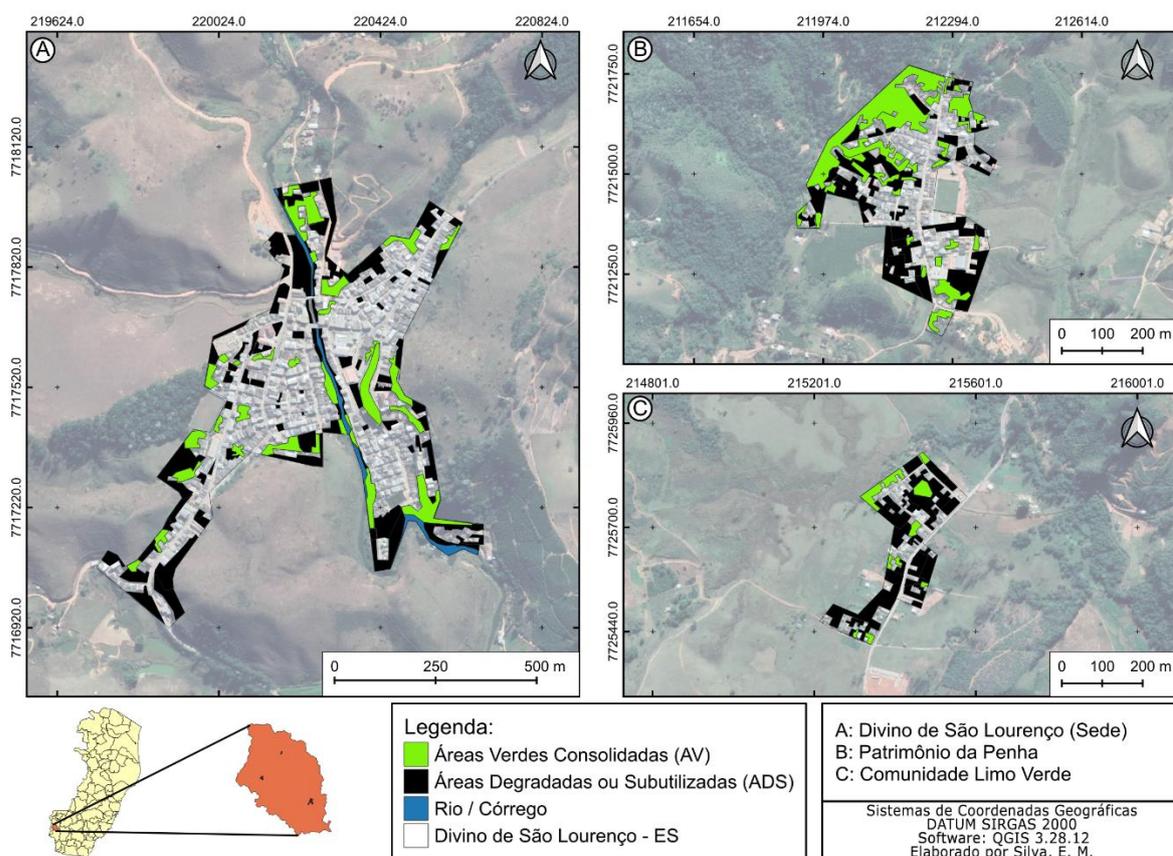


Figura 3 – Quantidade total de áreas verdes (AV) e áreas degradadas ou subutilizadas (ADS) nas localidades urbanas do município de Divino de São Lourenço - ES.

Fonte: Silva, E. M. (2024).

A comunidade de Patrimônio da Penha, foi a localidade que mais apresentou áreas verdes consolidadas, pela sua proximidade com o Parque Nacional do Caparaó e pela presença de fragmentos florestais no entorno do perímetro urbano, servindo também como corredor ecológico, uma vez que essas florestas estão conectadas. Isso favorece em uma adequada manutenção dos serviços ecossistêmicos provindos desses espaços verdes urbanos para a comunidade, por meio destes fragmentos interligados que contribuem para locomoção da fauna e o fluxo gênico em ambientes perturbados (Pereira; Cestaro, 2016).

No entanto, o distrito Sede e a Comunidade de Limo Verde, menor quantidade de áreas verdes em relação aos espaços subutilizados ou degradadas. Ademais, o entorno da área urbana deles, são formados por pastagens ou áreas de culturas agrícolas. A ausência de florestas na interface urbano-rural pode influenciar na redução da biodiversidade, aumento do calor urbano, piora na qualidade do ar, além da perda de serviços de suporte tornando essas localidades escassas por serviços ecossistêmicos ambientais Roeland et al (2019).

O segundo município objeto de estudo, é Dores do Rio Preto (Figura 4). Sua área urbana compreende 121,33 hectares, foi a cidade que proporcionalmente obteve o maior quantitativo de áreas degradadas ou subutilizadas, sendo amostradas 433 áreas, representando 52,37 hectares ou 43,16% do perímetro urbano do município. As áreas verdes inventariadas, foram de 7,62 hectares ou 6,28% do perímetro urbano.

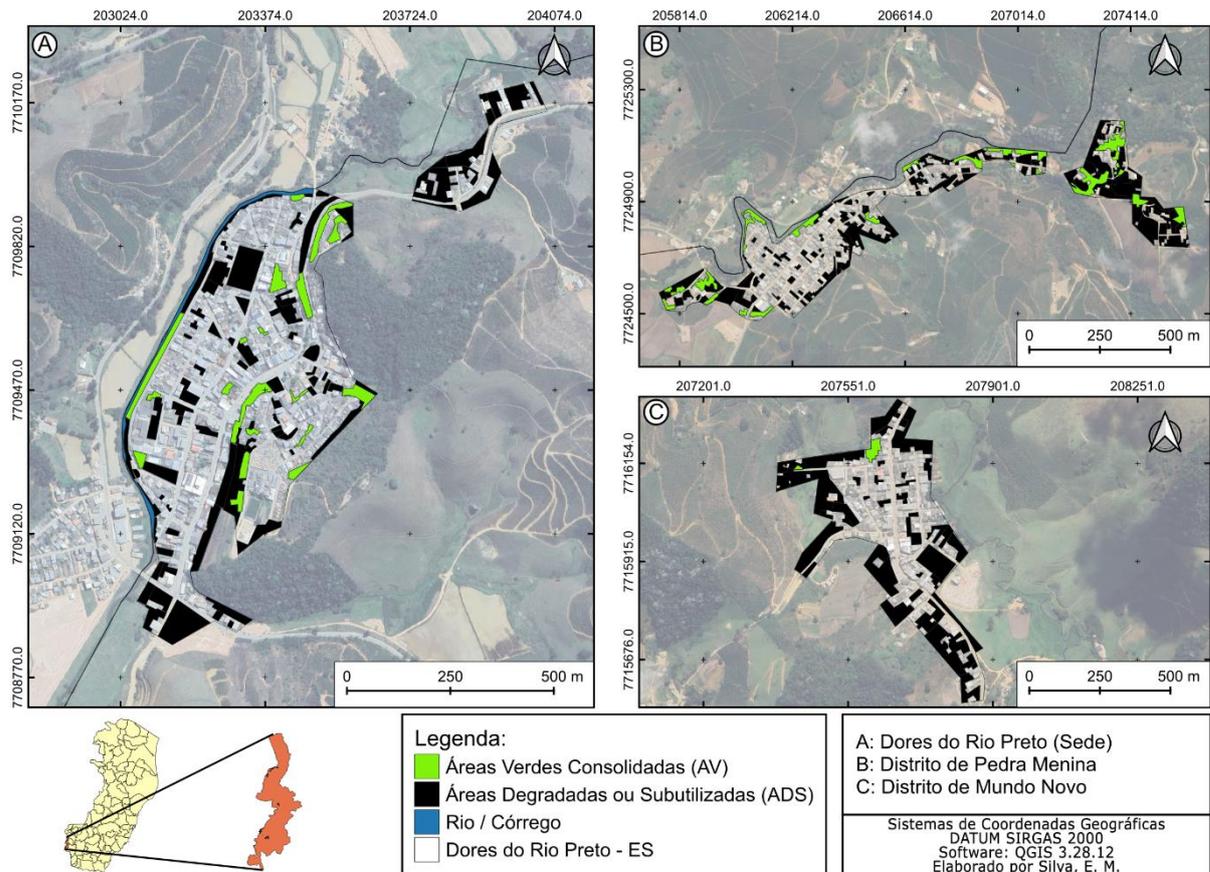


Figura 4 – Quantidade total de áreas verdes (AV) e áreas degradadas ou subutilizadas (ADS) nas localidades urbanas do município de Dores do Rio Preto - ES.

Fonte: Silva, E. M. (2024).

Todas as áreas urbanas do município apresentaram poucos espaços verdes, e nota-se a grande quantidade de ADS. No caso do Distrito Sede, os poucos espaços verdes compreendem em regiões mais centrais da cidade, próximo a órgãos públicos em praças ou parques urbanos. Os vazios urbanos em sua maioria compreendem lotes vazios/baldios, áreas verdes degradadas e áreas de estacionamento, se concentrando em grande parte nas regiões mais periféricas da cidade.

Comparando esses resultados com Lima et al. (2020), onde verificou que áreas centrais urbanas possuem sistemas de arborização de médio a grande porte, sendo mais organizados e planejados, em relação a arborização encontrados em regiões mais periféricas, que são mais pontuais, sem planejamento e em muitos casos uma vegetação mais arbustiva, destacando um certo “privilégio verde” em áreas mais nobres das cidades destacando o quanto espaços verdes são privilégios de classes.

Os distritos de Pedra Menina e Mundo Novo apresentaram grande quantidade de vazios urbanos e poucas áreas verdes, além disso o entorno desses distritos são compreendidos por pastagens e áreas agrícolas ou pouca presença de fragmentos florestais próximos. O que evidencia que mesmo distritos tão pequenos, são ausentes de planejamento urbano sustentável.

Outro município objeto de estudo, é Ibitirama (Figura 5), com uma área urbana de 146,12 hectares, compreendendo 4 localidades urbanas, os distritos Sede e Santa Marta e as comunidades de Pedra Roxa e São José do Caparaó.

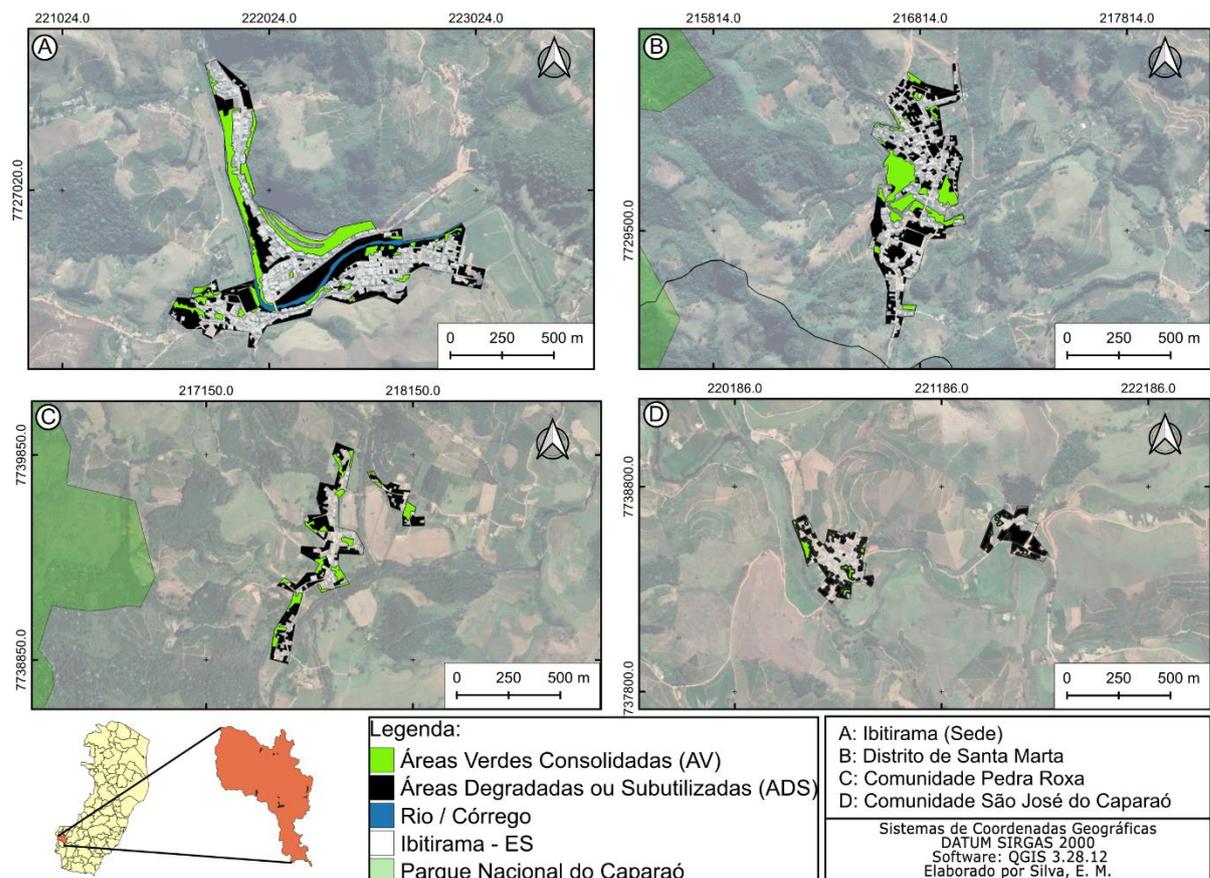


Figura 5 – Quantidade total de áreas verdes (AV) e áreas degradadas ou subutilizadas (ADS) nas localidades urbanas do município de Ibitirama - ES.

Fonte: Silva, E. M. (2024).

Foram amostrados 49,55 hectares de ADS (33,91%) e 21,32 hectares de áreas verdes (14,59%). O distrito Sede principalmente na área central que é cortada pelo Rio Braço Norte Direito, percebe-se grande deficiência em áreas verdes de mata ciliar na região central da cidade. Ribeiro et al. (2018), destaca a importância que a mata ciliar

desempenha, como fator de proteção dos corpos hídricos evitando o assoreamento e perda de habitats aquáticos.

Além disso, a presença de mata ciliar garante a recarga do lençol freático e auxilia na diminuição de enchentes e inundações, uma vez que, elas retêm a água da chuva e as conduzem em uma velocidade mais lenta ao solo (Aires et al. 2018; Correia et al. 2019), revelando o quanto é fundamental a preservação destas áreas. Ainda na Sede, as áreas verdes estão mais concentradas na região norte da área urbana, principalmente ao redor do perímetro urbano e na margem do rio.

O distrito de Santa Marta, mesmo estando muito próximo ao Parque Nacional do Caparaó, foram amostrados várias ADS no seu perímetro urbano, principalmente por terrenos vazios/baldios, enquanto as áreas verdes estão concentradas no centro do distrito. As comunidades de Pedra Roxa e São José do Caparaó, foram amostradas poucas áreas verdes e maior quantidade de ADS.

O quarto município objeto de estudo é o município de Irupí, com um perímetro urbano de 163,89 hectares (Figura 6), com base no inventário 100%, foi o município que proporcionalmente apresentou o menor quantitativo de áreas verdes, sendo amostradas apenas 8,22 hectares, correspondendo a 5,02% da área urbana. As ADS amostradas contabilizaram 58,38 hectares, ou seja, 35,62% do perímetro urbano.

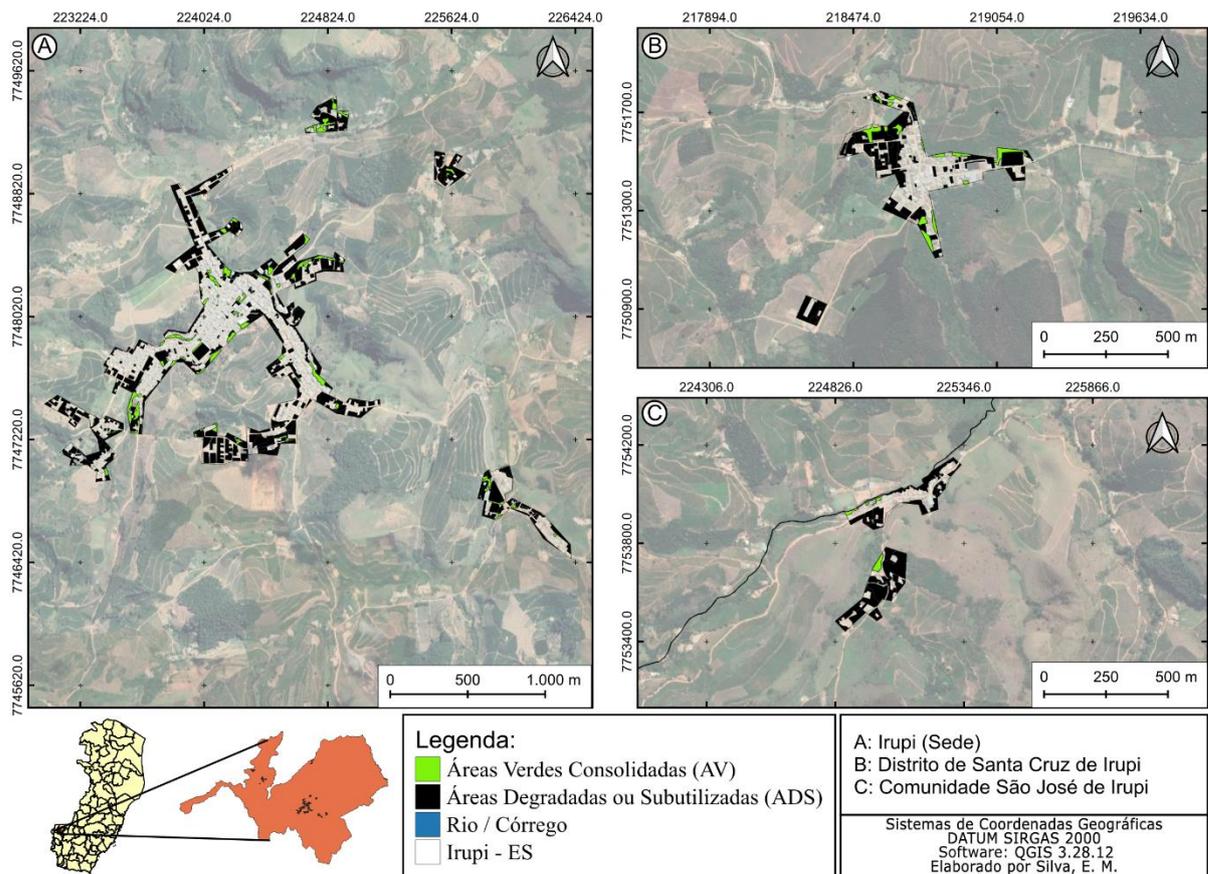


Figura 6 – Quantidade total de áreas verdes (AV) e áreas degradadas ou subutilizadas (ADS) nas localidades urbanas do município de Irupi - ES.

Fonte: Silva, E. M. (2024).

Na sede do município, verificou-se que na região central é muito edificada o que resulta em poucas áreas permeáveis, não havendo muitos espaços de áreas verdes ou até mesmo ADS. As ADS se encontram principalmente nas extremidades da área urbana, assim como, as poucas áreas verdes inventariadas. O Distrito de Santa Cruz e a Comunidade de São José, mesmo tendo um ambiente mais rural, carece de áreas verdes, assim como no entorno de todas as áreas urbanas, o que predomina são áreas agrícolas ou pastagens.

O quinto e último município avaliado, é o município de Iúna (Figura 7), sendo a maior cidade entre os municípios objetos de estudo, Iúna conta com um perímetro urbano de 340,51 hectares.

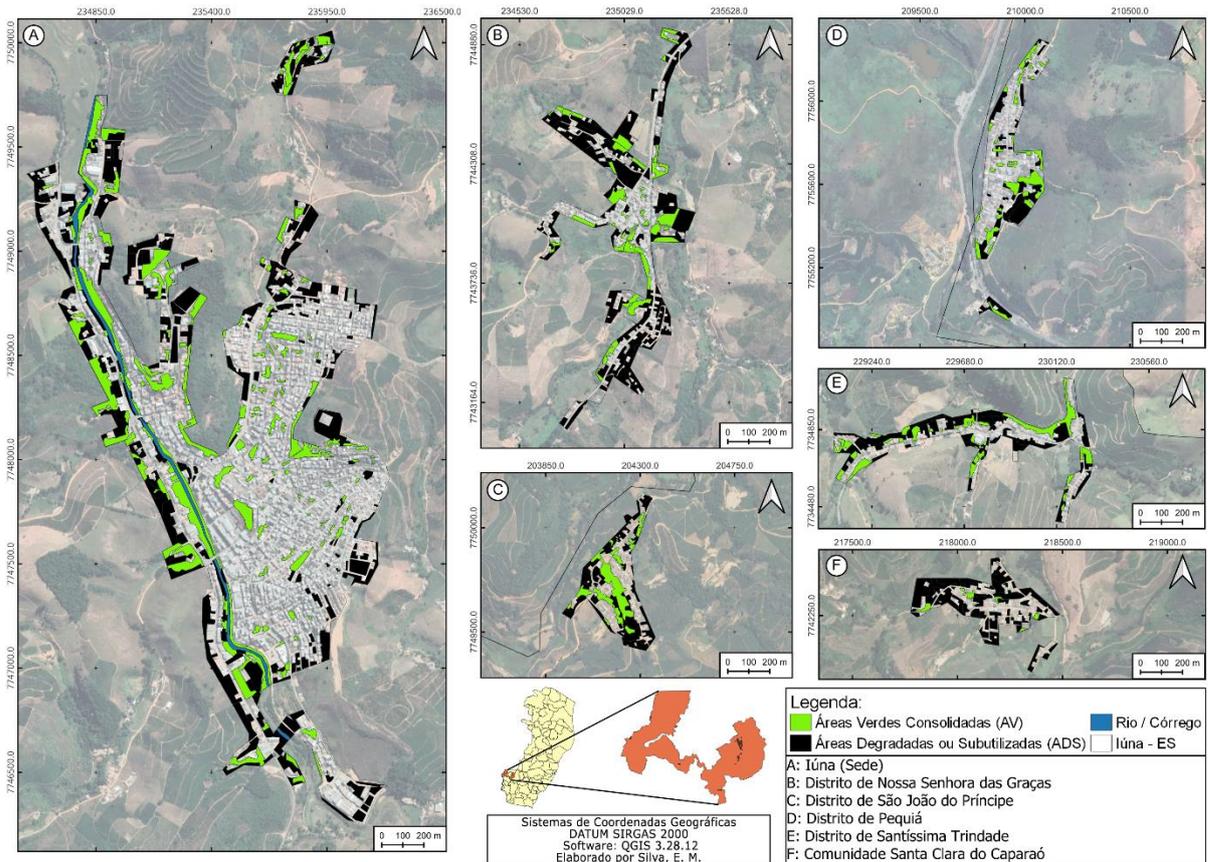


Figura 7 – Quantidade total de áreas verdes (AV) e áreas degradadas ou subutilizadas (ADS) nas localidades urbanas do município de Iúna - ES.

Fonte: Silva, E. M. (2024).

Este município foi o que, proporcionalmente, apresentou o menor percentual de ADS, sendo amostradas 500 áreas, ou seja, 25,75% da malha urbana, representando um total de 87,67 hectares. Foram inventariadas 276 áreas verdes (45,52 ha), representando 13,37% do perímetro urbano. No distrito Sede, as áreas verdes estão mais concentradas nos bairros que margeiam o Rio Pardo que corta a cidade.

Foi verificado também outros pequenos fragmentos de área verdes espalhados pela área urbana da Sede. Nos distritos de Pequiá, Santíssima Trindade e Nossa Senhora das Graças também foram inventariados alguns espaços verdes espalhados pelo perímetro urbano, ainda assim, sendo em menor quantidade em relação as ADS inventariadas existentes nesses distritos. O distrito de São João do Príncipe, apresentou considerável quantidade de áreas verdes em seu perímetro urbano. No entanto, na comunidade de Santa Clara, proporcionalmente, foi a que se verificou maior quantidade de ADS e menor quantidade de áreas verdes.

As ADS potenciais foram divididas em 5 categorias e proporções dentro de cada município para o inventário 100% (Tabela 4). As áreas identificadas como terreno vazio/baldios e áreas verdes degradadas, foram as que apresentaram maior quantidade, dentre as ADS mapeadas em todos os municípios, compreendendo entre 21% a 56% das áreas urbanas destas cidades, conforme os dados apresentados na tabela 4.

Tabela 4 – Áreas subutilizadas ou degradadas com potencial para implantação de áreas verdes, inventariadas nos municípios objeto de estudo, por área demarcada, e classificada em diferentes categorias (%): Mata Ciliar degradada; Área verde degradada; Estacionamento; Terreno vazio/baldio; Área de agricultura desativada.

CATEGORIAS	Divino de São Lourenço	Dores do Rio Preto	Ibitirama	Irupi	Iúna
Mata Ciliar degradada	6%	5%	8%	4%	7%
Áreas Verdes degradadas	41%	34%	41%	37%	21%
Estacionamento	3%	8%	1%	5%	8%
Terreno vazio/baldio	46%	38%	47%	45%	56%
Área de agricultura desativada	4%	15%	3%	9%	8%
TOTAL	100	100	100	100	100

Se considerarmos as áreas construídas e impermeáveis (ACI) (Figura 7), Iúna é o município com maior percentual de ACI com 60,89%, e o município de Divino de São Lourenço o menor percentual de ACI (47,02%). Enquanto Dores do Rio Preto, Ibitirama e Irupi apresentaram 50,56%, 59,36% e 51,50% respectivamente de ACI. Todas as cidades analisadas pelo inventário 100%, verificou-se a grande presença de áreas degradadas ou subutilizadas em seus perímetros urbanos, compreendendo em média de 25% a 43% da malha urbana desses municípios. As taxas de áreas verdes consolidadas variaram em média de 5% a 16%.

Dessa forma, todas as cidades apresentaram um nível abaixo da porcentagem de referência para este estudo (< 20%), onde conforme Oliva (2016; 2024) constatou que a porcentagem mínima para que os serviços ecossistêmicos sejam adequadamente atendidos pelas florestas urbanas. A mesma referência utilizado por Moura et al. (2024), em que verificou pouco mais de 12% de áreas verdes para a cidade de Mauá e cerca de 4% de ADS, ficando abaixo dos 20% requeridos por Oliva (2016; 2024).

Esses resultados revelaram que todos os municípios analisados são dependentes de forma direta e indiretamente da Unidade de Conservação do Parque Nacional do Caparaó para prestação de serviços ecossistêmicos, visto que, todas as cidades apresentaram índice de florestas urbanas insuficientes para contemplação dos serviços ambientais e melhoria da qualidade de vida dos munícipes.

Adicionando as ADS como potenciais áreas verdes, estas cidades possuiriam em média 39% a 53% de áreas verdes, ultrapassando a porcentagem mínima (20%) conforme constatado por Oliva (2016; 2024), fazendo com que as floresta urbanas dessas cidades fossem capazes de suprir os serviços ambientais necessários para a resiliência urbana.

Baseado no índice verde (Gupta et al., 2012; Sant'Anna Neto et al., 2023), todas as cidades apresentaram índices abaixo de 25% (figura 8), que corresponde à classificação de baixo índice verde.

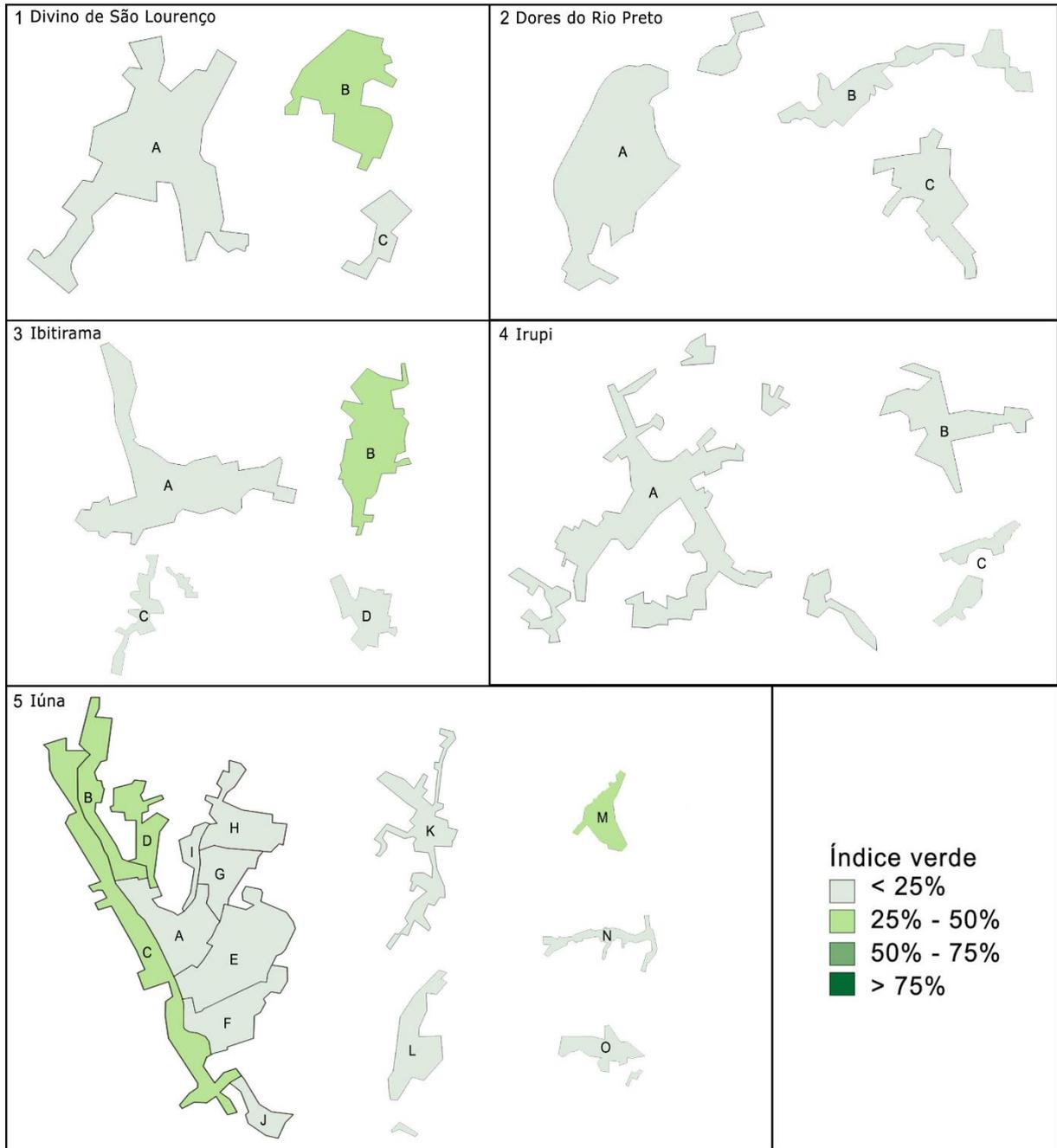


Figura 8 – Representação da distribuição do índice verde nas manchas urbanas dos municípios objetos de estudo.

Fonte: Silva, E. M. (2024).

Tabela 5 – Áreas totais do perímetro urbano, áreas degradadas e subutilizadas (ADS), áreas construídas e impermeáveis (ACI), áreas verdes consolidadas (AV) e percentual do índice verde (ID%) das localidades urbanas de cada município.

Nº DIVINO DE SÃO LOURENÇO - ES						
1	Bairro/distrito	Area Total (ha)	ADS (ha)	ACI (ha)	AV (ha)	ID%
A	Sede	37,29	14,76	18,46	4,07	12,25
B	Patrimônio da Penha	16,44	4,05	7,29	5,1	44,97
C	Limo Verde	6,03	3,05	2,35	0,63	11,67
TOTAL		59,76	21,86	28,10	9,80	-

Nº DORES DO RIO PRETO - ES						
2	Bairro/distrito	Area Total (ha)	ADS (ha)	ACI (ha)	AV (ha)	ID%
A	Sede	67	29,09	34,06	3,85	6,10
B	Pedra Menina	38,66	16,6	18,63	3,43	9,74
C	Mundo Novo	15,67	6,68	8,65	0,34	2,22
TOTAL		121,33	52,37	61,34	7,62	-

Nº IBITIRAMA - ES						
3	Bairro/distrito	Area Total (ha)	ADS (ha)	ACI (ha)	AV (ha)	ID%
A	Sede	81,37	30,46	41,8	9,11	12,61
B	Santa Marta	42,19	12,01	21,26	8,92	26,81
C	Pedra Roxa	14,57	5,48	6,83	2,26	18,36
D	São José do Caparaó	7,99	1,6	5,36	1,03	14,80
TOTAL		146,12	49,55	75,25	21,32	-

Nº IRUPI - ES						
4	Bairro/distrito	Area Total (ha)	ADS (ha)	ACI (ha)	AV (ha)	ID%
A	Sede	138,48	47,26	84,36	6,86	5,21
B	Santa Cruz de irupi	17,66	7,6	8,94	1,12	6,77
C	São José de irupi	7,75	3,52	3,99	0,24	3,20
TOTAL		163,89	58,38	97,29	8,22	-

IÚNA - ES						
Nº	Bairro/distrito	Area Total (ha)	ADS (ha)	ACI (ha)	AV (ha)	ID%
A	Centro	26,05	0,35	21,73	3,97	17,98
B	Vila Nova	19,56	2,94	11,8	4,82	32,70
C	Niterói	48,6	21,13	17,46	10,01	25,94
D	Vale Verde	13,18	4,5	5,61	3,07	30,37
E	Quilombo	44,93	3,14	38,7	3,09	7,39
F	Guanabara	20,73	3,2	16,43	1,1	5,60
G	Pito	13,53	0,52	10,96	2,05	17,86
H	Nossa Senhora da Penha	19,51	4,17	14,22	1,12	6,09
I	Ferreira Vale	5,06	1,02	3,6	0,44	9,52
J	Bairro Industrial	6,8	1,27	5,23	0,3	4,62
K	Nossa Senhora das Graças	60,2	25,36	28,76	6,08	11,23
L	Pequiá	17,6	2,58	12,19	2,83	19,16
M	São João do Príncipe	13,09	4,59	5,7	2,8	27,21
N	Santíssima Trindade	18,37	6,19	8,74	3,44	23,04
O	Santa Clara do Caparaó	13,3	6,71	6,19	0,4	3,10
TOTAL		340,51	87,67	207,32	45,52	-

No município de Divino de São Lourenço, a comunidade de Patrimônio da Penha apresentou índice verde moderado (25% a 50%) com 44,97%, enquanto na Sede e na comunidade de Limo Verde, apresentaram índice verde baixo (< 25%) com 12,25% e 11,67% respectivamente.

O município de Dores do Rio Preto, apresentou baixo índice verde tanto na Sede como nos distritos de Pedra Menina e Mundo Novo com 6,10%, 9,74% e 2,22% respectivamente. Uma vez que de acordo com o inventário 100%, o município apresentou pouco mais de 6% de áreas verdes.

No município de Ibitirama, a Sede apresentou índice verde baixo (< 25%) com 12,61%, assim como nas comunidades de Pedra Roxa e São José do Caparaó também

apresentando baixo índice verde, com 18,36% e 14,80 respectivamente. O distrito de Santa Marta apresentou índice verde moderado com 26,81%.

Em Irupi, todas as suas áreas urbanas apresentaram baixo índice verde (< 25%). Na Sede com 5,21%, no distrito de Santa Cruz com 6,77% e a comunidade de São José com 3,20% corroborando com os resultados apresentados no inventário 100%, em que apenas 5,02% das áreas urbanas possui espaços verdes.

Em Iúna por ser a cidade de maior proporção urbana o índice verde do distrito Sede foi calculado por bairros, para melhor avaliação dos resultados. Três bairros apresentaram índice verde moderado, Vila Nova (32,70%), Vale Verde (30,37%) e Niterói (25,94%). Os bairros que apresentaram baixo índice verde foram: Centro (17,98%), Pito (17,86%), Ferreira Vale (9,52%), Quilombo (7,39%), Nossa Senhora da Penha (6,09%), Guanabara (5,60%) e o Bairro Industrial (4,62). Nos distritos, apenas São João do Príncipe apresentou índice moderado (27,21%), enquanto nos distritos de Santíssima Trindade, Pequiá, Nossa Senhora das Graças e a comunidade de Santa Clara do Caparaó obtiveram 23,04%, 19,16%, 11,23% e 3,10% respectivamente.

No estudo de Sant'Anna Neto et al. (2023), dos 25 distritos analisados na cidade de São Paulo, 11 apresentaram índice superior a 50 %, outros 11 com índices superior a 25% e apenas 3 com índices inferiores a 25%, assim como a análise realizada para os municípios do Caparaó capixaba, em São Paulo esse método revelou ser determinante para a tomada de decisão para promoção de melhorias na qualidade do ecossistema urbano.

4.2. Soluções Baseadas na Natureza

Com bases nesses resultados, pode-se perceber como as cidades pequenas e interioranas ainda carecem de uma infraestrutura verde adequada em seu planejamento urbano. Especialmente relevante para municípios vizinhos a uma Unidade de Conservação, como o Parque Nacional do Caparaó, que além de servir como uma área de preservação e conservação natural, o parque impulsiona o turismo e a economia para estas cidades. No entanto a ausência de uma gestão urbana sustentável, principalmente se tratando de áreas verdes e de investimentos públicos para melhoria de estruturas

verdes e estéticas, pode afastar turistas e conseqüentemente, afetar economicamente estas cidades.

Ademais, a carência destas áreas verdes, provoca impactos não apenas na qualidade de vida dos moradores locais, mas principalmente colabora para intensificação de desastres ambientais. Os municípios de Iúna e Ibitirama, são cortados pelos rios Pardo e Braço Norte Direito respectivamente. Rios que fazem parte da bacia do Rio Itapemirim. Estas cidades frequentemente sofrem com alagamentos em períodos longos de chuva, principalmente nas regiões ribeirinhas. Nenhuma medida de contenção contra esses alagamentos foi realizada, uma vez que todos os anos essas cidades sofrem com a cheia desses rios e os alagamentos se repetem.

Medidas efetivas que busquem evitar ou minimizar os danos ambientais causados pelas mudanças climáticas, são importantes para compor o planejamento urbano sustentável dessas cidades. Utilizar as ADS como instrumento mitigador, transformando-as em espaços verdes, praças ou parques, podem auxiliar em estratégias para diminuir os impactos de desastres ambientais urbanos. Portanto, com bases nos resultados obtidos por meio das análises realizadas neste estudo, recomenda-se as seguintes iniciativas:

(i) Requalificação de ADS e infraestrutura verde sustentável – Promover um planejamento urbano adequado e sustentável, a fim de atender a todas as demandas que a cidade necessita é fundamental para o pleno funcionamento da cidade (Maropo et al. 2019; Cobbinah et al. 2023). Investir na requalificação urbana das ADS e transformar os vazios urbanos em áreas utilizáveis para as pessoas, implantando praças, parques, e áreas verdes voltadas a recreação. Integrar esses espaços a fim de formar corredores ecológicos para conexão dos fragmentos de vegetação permitindo circulação da fauna, manutenção do fluxo gênico e conservação da biodiversidade (Ucella Filho et al. 2022).

Existem vários exemplos promissores de requalificação urbana sustentável de ADS pelo mundo, como o *High Line* em Nova York, onde uma antiga linha férrea da década de 1930, que se encontrava abandonada desde a década de 1980, foi transformada em um parque público, gerando impactos econômicos, culturais e ambientais positivos na região (Nogueira, 2015). O Porto Maravilha no Rio de Janeiro, com a revitalização de zona portuária da cidade, teve sua inauguração em 2015,

transformando um grande espaço antes subutilizado, em uma grande área de cultura e lazer, com o Museu do Amanhã e Museu de Arte do Rio, áreas verdes e mobilidade urbana, impulsionando o turismo e agregando valorização econômica para a região (Monteiro, 2023).

Outro grande exemplo é o Projeto Cheong-Gye em Seul na Coreia do Sul. Cheong-Gye era um córrego muito poluído e que foi totalmente canalizado e coberto por estradas e um viaduto na década de 1950. Passou por uma requalificação entre os anos de 2003 e 2005, onde foram removidos a estrada e o viaduto, revitalizando o córrego e transformando-o em um parque linear de 11 km de extensão com trilhas para caminhada, áreas verdes e espaços para eventos culturais (Reis; Silva, 2016). Estes exemplos revelam como intervenções bem planejadas podem moldar o desenho urbano das cidades, trazendo consigo benefícios econômicos, sociais, culturais e ambientais.

Outro fator positivo é a redução da criminalidade. O estudo realizado nos municípios (Divino de São Lourenço, Dores do Rio Preto, Ibitirama, Irupi, Iúna), revelaram grande quantidade de ADS inventariadas nas malhas urbanas, principalmente em áreas mais periféricas, que geralmente acabam se tornando locais mais propensos a criminalidade, sendo visto pela população como locais inseguros. Uma vez que as ADS se tornam áreas verdes recreativas (praças, parques urbanos, jardins botânicos), esses espaços passam a oferecer vitalidade, aumentando a frequência de uso, proporcionando uma sensação de segurança e conseqüentemente redução da criminalidade (Soares e Saboya, 2019).

(ii) Estratégias de prevenção contra desastres ambientais urbanos - criação de “cidades esponjas” – Deve-se realizar o mapeamento das áreas de risco, implantar sinais de alerta e promover obras de contenção e correção principalmente nas ADS inventariadas. Nas cidades de Iúna e Ibitirama que são cortadas por rios que recebem afluentes de cidades vizinhas, é interessante a inserção de áreas verdes alagáveis, conhecida também como “cidades esponja” ou “praças alagáveis”, principalmente nas ADS mais baixas e próximas ao rio que são mais suscetíveis a alagamentos, onde podem ser implantadas reservatórios e bacias para retenção ou detenção da cheia desses rios, posto que, essas cidades são mais suscetíveis a alagamentos e transbordamento dos rios.

Essa estratégia funciona como uma forma de gerenciamento das águas pluviais urbanas, garantindo a contenção e prevenção de enchentes dentro das cidades, se tornando uma ferramenta fundamental para gestão integrada das águas e controlando o escoamento da chuva urbana, por meio da implantação de espécies arbóreas e herbáceas que toleram inundações e funcionam como “esponja” retendo as águas (Wang et al. 2018; Shao et al. 2020).

Zhou, Y et al. (2020) afirma que as cidades esponjas melhoram ambiente urbano, trazendo maior vitalidade a cidade, proporcionado um paisagismo urbano, além de mitigar inundações. Essas áreas ainda podem funcionar como áreas recreativas enquanto não estiverem alagadas, sendo uma valiosa estratégia sustentável contra desastres ambientais. Ademais, em áreas muito edificadas é interessante a inserção de telhados verdes, em prédios públicos por exemplo, como forma auxiliar na redução das ilhas de calor, do fluxo de águas pluviais e a melhoria da qualidade do ar.

(iii) Educação e ações socioambientais - A promoção da educação ambiental, por meio da atuação do poder público afim de instituir políticas públicas de incentivo a ações sociais e ambientais de acordo com a realidade de cada bairro ou distrito, juntamente com escolas e comunidade. Sendo assim, uma forma de conexão entre pessoas, sensibilizando a comunidade local sobre a importância desses espaços verdes, despertando assim o sentimento de pertencimento ao seu local de convívio, aprimorando também a saúde física e mental (Song et al. 2015; Jennings; Bamkole et al., 2019).

5. CONCLUSÃO

Em virtude dos fatos apresentados neste trabalho, verificou-se que as cidades de Divino de São Lourenço, Dolores do Rio Preto, Ibitirama, Irupí e Iúna possuem, em média, entre 25% a 43% de áreas degradadas e subutilizadas (ADS) potenciais para a implantação de áreas verdes, e entre 5% a 16% de áreas verdes consolidadas (AV). Sendo assim, todos os municípios apresentaram níveis abaixo da porcentagem de referência para este estudo ($< 20\%$), o que torna essas áreas verdes insuficientes para a prestação de serviços ecossistêmicos significativos para a resiliência urbana destas cidades.

Dentre os polígonos inventariados e categorizados como ADS, os maiores percentuais foram de terrenos vazios/baldios, variando de 38% a 53% das áreas destes municípios, e de áreas verdes degradadas, variando em média de 21% a 41%. É necessário transformar essas ADS em áreas verdes como forma de atender à porcentagem mínima de 20%, proporcionando assim o conforto ambiental urbano adequado para a população.

O índice verde calculado, levando em consideração a média geral em cada município, foi abaixo de 25%, configurando um baixo nível de áreas verdes. O distrito de Santa Marta (Ibitirama - ES), a comunidade de Patrimônio da Penha (Divino de São Lourenço - ES), o distrito de São João do Príncipe (Iúna - ES) e a sede de Iúna, com os bairros Vila Nova, Vale Verde e Niterói, foram as localidades que apresentaram um índice moderado (25% - 50%).

Outrossim, as ADS podem ser utilizadas para implementação das “cidades esponjas”, funcionando como áreas verdes e como estratégia de contenção de enchentes, devido ao histórico de alagamentos e transbordamentos de rios nessas cidades, sendo uma ferramenta extremamente necessária para contenção desses desastres urbanos.

Posto isso, o presente trabalho responde à pergunta norteadora, onde os serviços ecossistêmicos não são atendidos pelas florestas urbanas destas cidades devido à insuficiência de áreas verdes. Sendo assim, todas as cidades analisadas são altamente dependentes dos serviços ecossistêmicos fornecidos pelo Parque Nacional do Caparaó. O estudo ainda sugere a implementação de soluções baseadas na natureza, com uma

infraestrutura verde sustentável e estratégias de requalificação urbana das ADS como forma de garantir a manutenção dos serviços ambientais e assegurar um desenvolvimento urbano sustentável e resiliente.

6. REFERÊNCIAS

Abutaleb, K.; Freddy Mudede, M.; Nkongolo, n.; Newete, S. W. Estimating urban greenness index using remote sensing data: A case study of an affluent vs poor suburbs in the city of Johannesburg. **Egyptian journal of remote sensing and space sciences**, v. 24, n. 3, p. 343–351, 2021.

Aires, E. S.; Santos, E. E. F.; Santos, M. H. L. C.; Souza, J. B.; Santos L. P. Recomposição de mata ciliar: uma proposta de educação ambiental. **Nature and Conservation**. v. 11, n. 2, p. 22–30, 2018.

Alves, R. J.; Santos, L. M.; ARAÚJO, A.; Santos, M. R.; Pontes, A. Aspectos socioambientais e participativos da população no entorno do Parque Estadual do Utinga, Pará. **Enciclopedia Biosfera, [S. l.]**, v. 11, n. 22, 2015.

AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>>. Acesso em: 02 abr. 2024.

Azevedo, J. C.; Luque, S.; Dobbs, C.; Sanesi, G.; Sunderland; T. C. H. The ethics of isolation, the spread of pandemics, and landscape ecology. **Landscape ecology**, v. 35, n. 10, p. 2133-2140, 2020.

Batista, D. B.; Dácol, F. V.; Dalla Corte, A. P.; Martine, A.; Reis, A. R. N. Aporte de serapilheira e teor de carbono orgânico em um fragmento florestal urbano. **Nature and Conservation**, v. 13, n. 4, p. 22-30, 2020.

Biondi, D., Floresta Urbana. 1ª Ed, Curitiba, 2015.

Chapman, S.; Watson, J. E. M.; Salazar, A. The impact of urbanization and climate change on urban temperatures: a systematic review. **Landscape ecology**, v. 32, n. 10, p. 1921–1935, 2017.

Cobbinah P. B.; Asibey M. O.; Azumah A. D.; Urban forest and the question of planning-sustainability inadequacy. **Cities**, v. 140, p. 104453–104453, 1 set. 2023.

Correia, I. M. G.; Souza, B. H. de; Moura, D. C.; Souza, Y. G. de. Mata ciliar, conservação e sustentabilidade, fundamentos da importância para o semiárido paraibano: estudo de caso no alto curso do Rio Paraíba. **Revista de Geociências do Nordeste, [S. l.]**, v. 5, n. 2, p. 41–60, 2019.

Costanza, R.; Groot, R.; Sutton, P.; Ploeg, S. Van Der.; Anderson, S. J.; Kubiszewski, J.; Farber, S.; Turner, R. K. Changes in the global value of ecosystem services. **Global environmental change: human and policy dimensions**, v. 26, p. 152–158, 2014.

Dacól, F. V.; Biondi, D.; Raymundo, E. P. B.; Leal, M. D. S.; Reksidler, K. Vicente Dacól, F. et al. AVALIAÇÃO EXPEDITA DA SERAPILHEIRA DE UM

FRAGMENTO DE FLORESTA URBANA. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 15, n. 4, p. 16, 2020.

Donovan, G. H.; Butry, D. T.; Michael, Y. L.; Liebhold A. M.; Prestemon, J. P.; Gatzliolis, D.; Mao, M. Y. The Relationship Between Trees and Human Health. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 44, n. 2, p. 139–145, 2013.

Farias, A. R.; Mingoti, R.; Valle, L. B.; Spadotto, C. A.; Lovisi Filho, E. Identificação, mapeamento e quantificação das áreas urbanas do Brasil. **Comunicado Técnico**. Embrapa Territorial. Campinas, SP, 2017.

Ferreira, C. F; Zanotelli, C. L. A morfologia e o papel dos vazios urbanos na região metropolitana de Vitória-ES. **Geografia**, v. 26, n. 2, p. 39–39, 3 ago. 2017.

Firmo, C. P.; Rocha, E. T. da S. Desastres ambientais e a percepção de riscos na cidade. **Cadernos do Desenvolvimento Fluminense**, [S. l.], n. 22, p. 123–146, 2022.

Gehl, Jan. **Cidades para Pessoas**. Ed. Perspectiva. São Paulo, 2013.

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: the journal of the International Society for Ecological Economics**, v. 41, n. 3, p. 393–408, 2002.

Giacon, V. P.; Valente, R. A.; Cardoso-Leite, E. Relação entre urbanização e integridade biótica de remanescentes de Florestas Urbanas. **Ambiente & Sociedade**, v. 25, 2022.

Giometti, A. B. R.; Panher, A. M. Geotecnologias na representação do espaço geográfico. In: Analúcia Bueno dos Reis Giometti. (Org.). **Caderno de Formação: formação de professores didática dos conteúdos**. 1. ed. São Paulo: Cultura Acadêmica, p. 72-91, 2012.

Gupta, K. et al. Urban Neighborhood Green Index – A measure of green spaces in urban areas. **Landscape and urban planning**, v. 105, n. 3, p. 325–335, 1 abr. 2012.

Hails, R. S.; Ormerod, S. J. Ecological science for ecosystem services and the stewardship of natural capital. **The Journal of Applied Ecology**, v.50, n. 4, p.807-811, 2013.

Herzog, C.P.; Antuña-Rozado, C. The EU - **Brazil Sector Dialogue on nature based solutions: Contribution to a Brazilian roadmap on nature-based solutions for resilient cities**. [s.l: s.n.], 2019.

Ibiapino, T. R.; Nääs, I. De A. O efeito de resfriamento causado pela arborização como uma solução para o aquecimento urbano: um estudo de caso em Teresina, estado do Piauí, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, p. e2969119870, 2020.

INCAPER. O Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural PROATER 2020. **Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural**, 2020.

Jacobs, Jane. **Morte e Vida de Grandes Cidades**. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2011.

Leal, J. V.; Todt, V.; Thum, A. B. **O uso de sig para monitoramento de áreas degradadas estudo de caso: APP do Arroio Gil, Triunfo-RS**. Revista Brasileira de Cartografia, Uberlândia, v. 65, n. 5, p. 967-983, 2013.

Li, Q.; Wang, F.; Yu, Y. Huang, Z.; Li, M & Guan, Y. Comprehensive performance evaluation of LID practices for the sponge city construction: A case study in Guangxi, China. **Journal of Environmental Management**, v. 231, p. 10-20, 2019.

Lima, G.B.V.A.; Pereira, M.M.; Ribeiro Junior, C.R.; Azevedo, L.E.C.; Araujo, I.R.S; O direito à cidade arborizada: a arborização urbana como indicador da segregação socioeconômica em Belém do Pará. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Curitiba – PR, v.15, n1, p. 79-96, 2020.

Jardim, J. P.; Umbelino, G. Mapeamento de áreas verdes e da arborização urbana: estudo de caso de Diamantina, Minas Gerais. **Revista Espinhaço**. 2020.

Jennings, V.; Bamkole, O. The Relationship between Social Cohesion and Urban Green Space: An Avenue for Health Promotion. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 16, 452, 2019

Liu, Y; Li, H.; Li.; C.; Zhong, C.; Chen, X. An investigation on Shenzhen urban green space changes and their effect on local Eco-environment in recent decades. **Sustainability**, v. 13, n. 22, p. 12549, 2021.

Machado, G. M. P. N.; Silva, B. A.; Pedrosa, V. G. O.; Batista, T. B. O uso do geoprocessamento como ferramenta de monitoramento de áreas degradadas. **Revistaft**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 130, p. 1-10, 2024.

Malta, J. A. O; Souza, H. T. R. de; Souza, R. M. Fitogeografía y regeneración natural en bosques urbanos de São Cristóvão/SE-Brasil. **Investigaciones geográficas**, n. 77, p. 48-62, 2012.

Maropo, V. L. B.; Morais, E. E.; Nunes, A. C.; Silveira, J. A. R. Planejamento urbano sustentável: um estudo para implantação de infraestrutura verde no Bairro Bancários, João Pessoa-PB, Brasil. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, n. 0, 2019.

MEA. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis. Washington: World Resources Institute, [s.l.: s.n.], 2005.

Milano, M.; Dalcin, E. **Arborização de vias públicas**. Rio de Janeiro: LIGHT, 2000.

Monteiro, J. C. C. dos S. Turistificação e regeneração urbana: o caso do projeto Porto Maravilha na zona portuária do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, [S. l.], v. 25, n. 1, 2023.

Moura, C. C.; Caram de M., S.; Azzi Haddad, F.; Machado de Godoi, D; Machado da Silva, J.; Martins Yamauchi, F. K.; da Silva Filho, C. A. De áreas subutilizadas e degradadas a florestas urbanas: aplicabilidade em cidades industrializadas. **Paisagem e Ambiente**, São Paulo, Brasil, v. 35, n. 53, 2024.

Mullaney, J.; Lucke, T.; Trueman, S. J. A review of benefits and challenges in growing street trees in paved urban environments. **Landscape and urban planning**, v. 134, p. 157–166, 2015.

Nogueira, A. M. High Line Park e Elevado Costa e Silva: Abordagem Similar, Realidades Distintas. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 3, n. 21, p. 106-121, ago. 2015.

Pereira, V. H. C.; Cestaro, L. A. Corredores Ecológicos no Brasil: avaliação sobre os principais critérios para definição de áreas potenciais. **Caminhos da Geografia**, v.17, n.58: p. 16-33, 2016.

Oliva, Gustavo Torquato. **The role of urban forest and climate change**. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, SP. 71p. 2024.

Oliva, Gustavo Torquato. **Relação do conforto humano com métricas de cobertura arbórea**. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, SP. 99p. 2016.

Oliveira, J. D.; Biondi, D.; Batista, A. C.; Reis, A. R. N.; Nesi, J. Atenuação do ruído de tráfego de vias urbanas pela vegetação em Curitiba–Paraná, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Curitiba, v. 13, n. 2, p. 13-26, 2018.

Oliveira, T. D.; Pires, D. M.; Das Chagas, D. H. S.; Hardt, J. G.; Castro, V. A. e S.; Da Silva, Áureo R. F.; Zulato, F. V. G. Cidade e cidadão: o planejamento estratégico e suas inter-relações com a gestão pública e a qualidade de vida das pessoas. **Revista de Gestão e Secretariado**, [S. l.], v. 14, n. 4, p. 6231–6241, 2023.

Parmehr, E. G.; Amati, M.; Taylor, E. Estimation of urban tree canopy cover using random point sampling and remote sensing methods. **Urban forestry & urban greening**, v. 20, p. 160–171, 1 dez. 2016.

Reis, L. F; Luiz, R. Decadência e renascimento do Córrego Cheong-Gye em Seul, Coreia do Sul: as circunstâncias socioeconômicas de seu abandono e a motivação política por detrás do projeto de restauração. **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 8, n. 1, p. 113–129, 15 dez. 2015.

Ribeiro, A. M.; Pasqualetto, A.; Garção, A. L. Proposta de Plano de Recuperação da Mata Ciliar do Rio do Peixe –Município de Santa Cruz de Goiás -GO. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis -SC, v. 7, n. 4, p. 761-781, 2018.

Roeland, S.; Moretti, M; Amorim, J. H.; Branquinho, C.; Fares, S.; Morelli, F.; Niinemets, U.; Paoletti, E.; Pinho, P.; Sgrigna, G.; Stojanovski, V.; Tiwary, A.; Sicard,

P.; Calfapietra, C. 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.

Sant'Anna Neto, A.; Lana, A. Q.; Lucas, F. M. F.; Ucella-Filho, J. G. M.; Polizel, J. L.; Filho, D. F. S.; Gonçalves, A. N.; Junior, A. F. D. Using a Novel Green Index to Support Ecosystem Services in a Megacity. **Forests**, v. 14, n. 9, p. 1705–1705, 24 ago. 2023.

Santori, A. R. **Geotecnologias aplicadas à análise ambiental: aquisição e avaliação de variáveis espectrais da vegetação entre os anos de 2018 e 2019 na bacia hidrográfica do Ribeirão das Cruzes, Selvíria/MS**. 2021. Dissertação (Mestrado em Geografia) –Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Três Lagoas, 2021.

Shao, W.; Zhou, J.; Liu J.; Xie, P.; Yang, M. & Li, W. Characteristics and effectiveness of water management methods for ‘sponge cities’ in China. Proceedings of the Institution of Civil Engineers. **Water Management**, 173(4), 163-171, 2020.

Shin, Y.; Kim, S.-W.; Lee S.; An, K. Identifying the Planning Priorities for Green Infrastructure within Urban Environments Using Analytic Hierarchy Process. **Sustainability**, v. 12, n. 13, p. 5468–5468, 7 jul. 2020.

Silva, C. V. S.; Silva, J. L. B. da; Moura, G. B. de A.; Lopes, P. M. O.; Nascimento, C. R.; SILVA, Landson C. da. **Monitoramento da cobertura vegetal por sensoriamento remoto no semiárido brasileiro através de índices de vegetação**. Nativa, Sinop, v. 7, n. 6, p. 708-717, 2019.

Soares, M., & Saboya, R. T. Fatores espaciais da ocorrência criminal: modelo estruturador para a análise de evidências empíricas. urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 11, e20170236, 2019.

Song, C.; Ikel, H.; Igarashi, M.; Takagaki, M.; Miyazaki, Y. Physiological and Psychological Effects of a Walk in Urban Parks in Fall. **International journal of environmental research and public health (Online)**, v. 12, n. 11, p. 14216–14228, 2015.

Sperandelli, D. L. **Dinâmica e análise do crescimento, dos vazios e das áreas verdes urbanas de Atibaia, SP**. Dissertação de Mestrado. Programa de pós-graduação em Meio Ambiente e Recursos hídricos. Universidade Federal de Itajubá. Itajubá-MG, 2010.

Steenberg, J. W. N.; Duinker, P. N.; Nitoslawski, S. A. Ecosystem-based management revisited: Updating the concepts for urban forests. **Landscape and Urban Planning**, v. 186, p. 24-35, 2019.

Tallis, H. T.; Ricketts, T.; Guerry, A. D.; Wood, S.A.; Sharp, R.; Nelson, E.; Ennaanay, D.; Wolny, S.; Olwero, N.; Vigerstol, K.; Pennington, D.; Mendoza, G.; Aukema, J.; Foster, J.; Forrest, J.; Cameron, D.; Arkema, K.; Lonsdorf, E.; Kennedy, C.; Verutes, G.; Kim, C. K.; Guannel, G.; Papenfus, M.; Toft, J.; Marsik, M.; Bernhardt, J.; Griffin,

R.. User's Guide: integrated valuation of environmental services and tradeoffs. Stanford: **The Natural Capital Project**, 2013.

Teeb, The Economics of Ecosystems and Biodiversity. The economics of ecosystems and biodiversity: ecological and economic foundations. Earthscan, London, 2010.

Ucella Filho, J. G. M.; Lucas, F. M. F, Almeida, D. de M.; Silva, B. R. F da.; Almeida, D. de M.; Brito, D. Y. O. de; Azevedo, T. K. B. de. Biodiverse neighborhoods: an ex-situ conservation tool. **Ornamental Horticulture**, v. 28, n. 1, p. 8–18, 2022.

WANG, H. Mei, C.; Liu, J.; Shao, W. A new strategy for integrated urban water management in China: Sponge city. **Science China. Technological sciences/Science China. Technological Sciences**, v. 61, n. 3, p. 317–329, 31 jan. 2018.

Weiss, M.; Jacob, F.; Duveiller, G. Remote sensing for agricultural applications: A meta-review. **Remote Sensing of Environment, United States**, v. 236, n. 1, p. 1-19, 2020.

Zhou, J.; Liu, J.; Shao, W.; Yu, Y.; Zhang, K.; Wang, Y. & Mei, C. Effective Evaluation of Infiltration and Storage Measures in Sponge City Construction: A Case Study of Fenghuang City. **Water**, 10(7), 973, 2018.