

## **Caiu de maduro:**

Melhorando a eficiência das coletas de sementes no Viveiro Harry Blossfeld

**Resumo:** Este projeto foi elaborado no Viveiro Harry Blossfeld, associado à Secretaria do Verde e do Meio Ambiente (SVMA) da Prefeitura Municipal de São Paulo, e tem como objetivo melhorar a eficiência das coletas de sementes através da produção de mapas fenológicos. Serão sistematizados dados sobre a frutificação de árvores nativas da cidade de São Paulo, que está localizada no domínio da Mata Atlântica e possui pequenos fragmentos de Cerrado. Com base em informações adquiridas em coletas anteriores e na literatura, o mapeamento ilustrará, ao longo de diferentes meses do ano, quais matrizes arbóreas marcadas pelo VHB potencialmente estarão produzindo frutos maduros naquele período específico. No mês de janeiro, 56 matrizes foram coletadas com frutos, abrangendo uma diversidade de 29 espécies. Porém, de acordo com a literatura, 37 espécies que possuem matrizes marcadas pelo VHB já podem apresentar frutos maduros nesse período, totalizando 85 matrizes. Assim, por meio da comparação dos mapas produzidos a partir dessas informações, é possível definir rotas mais eficientes para saídas de campo e identificar lacunas de coletas de sementes, aumentando a capacidade de produção de mudas no viveiro sem que haja nenhum custo adicional ao erário público.

### **Introdução**

O Viveiro Harry Blossfeld (VHB), da Divisão de Produção e Herbário Municipal (DPHM), faz parte da Coordenação de Gestão de Parques e Biodiversidade (CGPABI) da Secretaria do Verde e do Meio Ambiente (SVMA) da Prefeitura Municipal de São Paulo (PMSP). O VHB está em operação desde 1969 e é responsável pela produção de mudas arbóreas no município. O levantamento de estoque realizado em junho de 2024 apontou um volume de aproximadamente 201 mil mudas de árvores referentes a 298 espécies de plantas. Para atender à demanda de produção, a equipe do viveiro realiza atividades de campo a fim de coletar frutos e obter sementes, uma prática essencial para a propagação de espécies vegetais.

Nesse contexto, a escolha das matrizes, ou seja, das árvores-mãe, desempenha um papel fundamental, pois é a partir delas que são coletados os frutos e sementes. Isso garante tanto a diversidade de espécies, quanto a diversidade genética — ao coletar um maior número de indivíduos —, o que contribui para a adaptação das futuras plantas-filhas a diferentes condições ambientais.

Da mesma forma, a compreensão sobre a fenologia vegetal — que consiste no estudo dos eventos periódicos dos ciclos de vida das espécies conforme influenciados por fatores ambientais (Morellato *et al.*, 2016) — também desempenha um papel fundamental na cadeia de produção de mudas. As fenofases correspondem a estágios específicos do desenvolvimento da planta, como brotação, floração, frutificação (incluindo os estágios de maturação dos frutos), e troca foliar (Cleland *et al.*, 2007). Assim, a fenologia influencia toda a ecologia e dinâmica do ecossistema, afetando a disponibilidade de recursos e a sincronização com polinizadores e dispersores de sementes, sendo essencial para a manutenção dos serviços ecossistêmicos (Morellato *et al.*, 2016).

A ocorrência dos eventos fenológicos é impulsionada predominantemente por alterações ambientais associadas à mudança das estações, além de controles intrínsecos (Fitchett *et al.*, 2015). Essas respostas fenológicas são, portanto, a assinatura mais mensurável dos impactos que as mudanças de temperatura e precipitação têm sobre a flora, e têm se mostrado sensíveis às mudanças climáticas globais (Piao *et al.*, 2019).

No viveiro, as informações fenológicas obtidas em campo, principalmente referentes ao período de frutificação, não haviam sido incorporadas em uma base de dados e nem correlacionadas com as informações sobre suas respectivas matrizes, levando à perda de informações. Por isso, a criação de uma base de dados fenológicos sobre as matrizes arbóreas no VHB possibilita a integração dessas informações valiosas para coletas de sementes, e está alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU e a Agenda Municipal 2030, essencialmente às metas associadas à vida terrestre (ODS 15) e à ação climática (ODS 13).

A proposta busca ampliar o conhecimento sobre a dinâmica das plantas terrestres e seus ciclos reprodutivos, se relacionando às Metas Municipais 15.1 e 15.2 (São Paulo, 2020a). Essas metas visam assegurar a conservação de ecossistemas terrestres através da manutenção e monitoramento de áreas verdes públicas associadas ao Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) e ao Sistema Municipal de Áreas Protegidas, Áreas Verdes e Espaços Livres (SEPAVEL) — uma vez que muitas das matrizes de árvores nativas se encontram nessas áreas.

Além disso, em um contexto de mudanças climáticas, o monitoramento de alterações fenológicas também está em consonância com a Meta Municipal 13.3 (São Paulo, 2020a), que visa melhorar a capacidade institucional sobre adaptação e alerta da mudança do clima.

Um dos relatórios lançados pelo IPCC Report 6-WGII (2022) ressalta a importância da fenologia e o cenário persistente de poucas informações coletadas para as regiões tropicais.

Da mesma forma, o relatório UNEP Frontiers 2022 destaca os *mismatches* fenológicos — que consistem em incompatibilidades fenológicas entre o período previsto pela literatura e o verificado em campo — como linha de frente nos tópicos de pesquisa, de modo que uma barreira significativa ao avanço desses estudos tem sido a falta de dados fenológicos geograficamente representativos (UNEP, 2022).

## **Objetivos**

O presente trabalho tem como objetivo melhorar a eficiência da coleta de frutos e sementes para produção de mudas no VHB, a partir da elaboração de mapas de frutificação mensais das espécies de matrizes arbóreas. Assim, o intuito é delinear rotas de coleta otimizadas para cada mês, com base na sistematização de dados obtidos em campo sobre a fenologia das espécies e informações da literatura, promovendo uma economia de custos associados à saídas de campo a longo prazo e, portanto, maior eficiência na coleta de sementes.

## **Diagnóstico do problema ou descrição da situação inicial**

Um dos grandes desafios na coleta de sementes é o contraste entre a bibliografia referente ao período de frutificação de espécies nativas e dados verificados pela equipe do VHB em campo. Mesmo para espécies cuja fenologia é bem documentada, frequentemente são observadas inconsistências no padrão de floração e frutificação em campo. Isso compromete o grau de eficiência de algumas coletas, resultando em muitos frutos coletados ainda verdes, passados, fora de época, ou até mesmo coletas frustradas, onde se chega na matriz e as sementes já dispersaram ou as plantas sequer têm frutos, retornando zero sementes para serem plantadas.

Essas inconsistências podem estar relacionadas à uma variabilidade natural entre diferentes indivíduos de uma mesma espécie, de modo que os processos fenológicos também são influenciados por características individuais ou ainda características espaciais e microclimáticas, que variam naturalmente entre diferentes localidades.

No entanto, considerando um contexto atual de mudanças climáticas globais — incluindo a ocorrência de eventos climáticos cada vez mais extremos, como ondas de calor e períodos de seca — algumas espécies têm apresentado oscilações mais acentuadas em seu comportamento fenológico, tornando esse monitoramento ainda mais crucial para investigar o impacto das alterações climáticas na dinâmica da biodiversidade (Piao *et al.*, 2019).

Além disso, há uma perda natural de lotes de sementes e mudas ao longo da cadeia de produção no viveiro, que morrem ou não chegam às qualificações de fornecimento, sendo descartados. Em 2022, foi contabilizada uma perda de 17% dos lotes no primeiro envasamento no VHB, e em 2024 a perda das mudas envasadas está em cerca de 12%. Nesse contexto, apesar de algumas sementes obtidas a partir de frutos verdes já serem viáveis para germinação, muitos lotes ainda são perdidos devido à coleta de frutos em estágios inadequados de maturação, como foi o caso de lotes de *Cybistax antisiphilitica* (Ipê-verde) e espécies da família Rubiaceae, resultando em desperdício de recursos do viveiro, como vermiculita, água, adubos foliares, mão de obra e etc.

A coleta deve ser realizada no ponto de maturidade fisiológica, ou o mais próximo dele, dado que a elevada atividade metabólica das sementes após a deiscência ou queda dos frutos pode desencadear seu processo germinativo ou favorecer a taxa de deterioração. O atraso na colheita pode, ainda, ocasionar a contaminação por microorganismos, contribuindo para a redução do potencial de armazenamento das sementes, como discutido por Barrueto *et al.* (1986) e Cicero *et al.* (1986), ou expô-las à outras intempéries que comprometem sua viabilidade. Portanto, além de ser fundamental para a manutenção da qualidade das sementes, a redução do período compreendido entre a deiscência ou queda dos frutos e o início do armazenamento é necessária para minimizar perdas quantitativas no processo de produção de mudas.

Assim, tão importante quanto a marcação de matrizes é saber o momento certo para coletar os frutos, ou seja, não adianta saber onde, se não soubermos quando. No entanto, as observações fenológicas coletadas em campo não haviam sido integradas e sistematizadas em um banco de dados acessível no VHB até o momento. Sem esses dados, torna-se difícil delinear com precisão trajetórias e momentos de coleta ideais para diferentes períodos do ano, considerando a ampla diversidade de espécies produzidas. Atualmente, as coletas são realizadas com base em experiências empíricas, o que acarreta em erros na coleta e dificulta a organização das melhores rotas.

Além disso, a coleta de sementes de espécies ameaçadas de extinção também apresenta desafios. O monitoramento preciso de sua fenologia é fundamental para aumentar a chance de produção de mudas e, a longo prazo, possibilitar seu revigoramento populacional. A título de exemplo, o monitoramento da fenologia da Canela-sassafrás (*Ocotea odorifera*) — avaliada como “Em Perigo (EN)” pela Lista Vermelha da Flora Brasileira (CNCFlora, 2012) — realizada pela equipe do VHB desde junho de 2023 em trabalhos de campo, já resultou no aumento do número de frutos coletados e matrizes registradas (72), incrementando

o volume de mudas produzidas da espécie, de modo que cerca de 159 sementes já germinaram, em contraste com apenas 1 semente germinada antes desse período.

Espécies com frutificação bienal também podem apresentar ciclos de produção irregulares, com anos de frutificação intensa seguidos por anos com safras muito menores, como é o caso da Copaíba (*Copaifera langsdorfii*) (Pedroni *et al.*, 2002), espécie nativa produzida no VHB, tornando essencial a organização e monitoramento prévio para não perder as “janelas” de coleta.

Nesse contexto, a sistematização e o monitoramento dos dados fenológicos são fundamentais para garantir a continuidade e a eficiência da coleta de sementes e produção de mudas, especialmente em viveiros que produzem uma ampla diversidade de espécies como o VHB. Além de melhorar a gestão dos recursos da instituição, isso também contribui para a conservação das espécies, especialmente aquelas em risco de extinção.

### **Conceitos e melhores práticas de referência**

Várias abordagens podem ser utilizadas para obtenção de dados e acompanhamento de fenologia. Um dos trabalhos desenvolvidos atualmente no Brasil é o projeto *PhenoChange*. Essa iniciativa propõe a criação de uma rede transcontinental de monitoramento da fenologia nas vegetações secas dos trópicos, abordando as incertezas na modelagem de sistemas terrestres devido à variabilidade fenológica e climática. Utilizando sensoriamento remoto para coleta de dados em grande escala, o projeto complementa essas informações com trabalho de campo, proporcionando uma visão integrada dos padrões de floração, troca foliar e frutificação das espécies (Morellato *et al.*, 2016).

Em julho de 2023 a equipe do VHB desenvolveu um projeto de georreferenciamento com o intuito de registrar as matrizes arbóreas registradas durante as coletas de sementes. Este foi o primeiro trabalho a catalogar essas matrizes em um mapa, introduzindo dados sobre a distribuição das espécies no município de São Paulo, sendo utilizado como base nesse projeto para integração dos dados sobre frutificação.

### **Proposta**

A proposta consiste em criar uma base de dados que integre informações sobre as matrizes arbóreas cadastradas no município de São Paulo até julho de 2024 e seus respectivos dados fenológicos, permitindo o monitoramento contínuo de padrões e mudanças na floração e frutificação das espécies. Para sua implementação, serão necessários esforços coordenados

para a coleta e entrada de dados, bem como a integração de tecnologias de georreferenciamento e trabalho de campo.

A partir disso, propõe-se a elaboração de mapas fenológicos mensais. Mais especificamente, dois mapas para cada mês, sendo um com informações de trabalhos de campo do VHB e outro com previsões da literatura, ambos utilizando dados de localização das matrizes cadastradas pela equipe do VHB. Esses mapas permitirão visualizar quais potenciais matrizes estão frutificando em determinado período e traçar um comparativo entre o registro de fenologia das espécies, o que pode revelar possíveis *mismatches* fenológicos. A plotagem dos dados em mapas também permitirá identificar árvores próximas e com frutos maduros a cada mês, otimizando os esforços e recursos envolvidos para coleta de sementes.

Também serão estabelecidos procedimentos para coleta e entrada de dados, e práticas internas serão ajustadas para garantir a padronização das informações e a continuidade do projeto, incluindo alterações no protocolo de coleta e um *workshop* de QGIS — um *software* livre e aberto de georreferenciamento — organizado internamente para capacitação dos estagiários.

Assim, a implementação deste componente não requer incrementos financeiros adicionais, uma vez que utilizará os recursos e dados já disponíveis, consistindo na sistematização de tarefas já incorporadas na rotina do viveiro.

## **Desenvolvimento**

São realizadas, periodicamente, saídas de campo pela equipe do VHB em parques naturais e urbanos, praças e jardins de áreas públicas e privadas (com permissão dos proprietários) dentro do perímetro do município de São Paulo e no Parque Cemucam. Desde meados de 2020 é realizada a marcação de matrizes de árvores para coleta de sementes.

Assim, quando a equipe encontra um indivíduo de uma espécie de interesse frutificando, as seguintes informações são registradas em um caderno de campo: número sequencial (VHBn); ponto GPS (utilizando Garmin eTrex 30x); coordenada em UTM; sugestão de identificação botânica (espécie, gênero ou família); estimativa da altura da árvore; DAP (diâmetro altura do peito, convencionada em 1,30m do solo); características da planta (aspectos do tronco e do hábito); dados fitossanitários e observações sobre a fenologia.

Anteriormente, os dados fenológicos eram registrados de forma bastante irregular, onde cada um da equipe possuía um método para anotar, ou então não haviam observações de determinados pontos do GPS. Além disso, havia uma tendência em registrar a fenologia apenas quando a matriz era marcada, sem a atualização da fenofase da árvore em coletas

posteriores. Sem anotações padronizadas e contínuas, algumas informações foram perdidas, comprometendo o acompanhamento fenológico de algumas espécies em sua plenitude.

Assim, juntamente com a sistematização de dados, foi necessário enfatizar a aplicação do protocolo de coleta para ampliar o monitoramento de dados fenológicos, com registro da fenofase até quando os frutos não foram coletados (e.g. matriz com flores ou frutos ainda imaturos), o que já foi feito para os últimos meses de saída de campo. Nesse caso, o objetivo é padronizar cada vez mais as informações obtidas sobre floração e frutificação, incluindo categorias de fenologia, como Botões Florais (BF), Frutos Imaturos (FI), Frutos Maduros (FM), Frutos Passados (FP) nas anotações de campo, enfatizando também quando a planta é encontrada em estágio vegetativo (V), ou seja, sem estruturas reprodutivas.

Os dados coletados foram compilados e transferidos para o QGIS. As matrizes representam pontos na camada vetorial e já haviam sido registradas até junho de 2023 em um projeto precursor no VHB. Nesse caso, foi utilizada essa camada como base, na qual foram adicionadas as matrizes marcadas até julho de 2024, incluindo as identificações botânicas confirmadas pelo Herbário Municipal, que também faz parte do DPHM. Além dos dois campos que já constavam na tabela de atributos — número sequencial de coleta (VHBn) e nome científico da espécie — foi adicionada uma coluna de entrada com as informações fenológicas referentes ao estágio dos frutos da matriz para cada data de coleta, no formato das siglas: FI, FM e FP.

Uma vez computadas as informações obtidas no QGIS, foi feita uma consulta bibliográfica sobre o período de frutificação das espécies nativas da Mata Atlântica do município de São Paulo, considerando apenas aquelas que possuem registro de matriz pelo VHB. Foram utilizados o livro *Árvores brasileiras* (Lorenzi, 2020, 2021, 2022) e o calendário fenológico da Embrapa, produzido por Kuhlmann *et al.* (2018). As matrizes observadas com fruto para o mês de janeiro com base no histórico de coletas do VHB foram destacadas no primeiro mapa (Figura 1A). O mesmo foi feito a partir dos dados da literatura (Figura 1B): as matrizes correspondentes às espécies que potencialmente estariam produzindo frutos em janeiro foram destacadas.

Assim, em ambos os mapas (Figura 1A e 1B), a distribuição das matrizes foi associada a uma camada do município de São Paulo, incluindo suas respectivas áreas de proteção. Foram consideradas áreas protegidas Parques Municipais e Unidades de Conservação (UCs), conforme camada do portal GeoSampa.

## Resultados alcançados ou esperados

Com base nas informações obtidas em campo, a partir de um total de 9 coletas — realizadas nos meses de janeiro de 2022 (2 coletas), 2023 (2 coletas) e 2024 (5 coletas) — foram cadastradas 68 matrizes arbóreas, compreendendo uma diversidade de 42 espécies, além de 2 matrizes identificadas no nível de gênero e 1 no nível de família. Desse total, 56 indivíduos apresentaram informações sobre frutificação: 12 indivíduos com frutos imaturos; 23 com frutos maduros; 3 com frutos passados; e 18 indivíduos foram registrados com mais de uma característica simultaneamente, sendo 12 com frutos imaturos e maduros, e 6 coletados com frutos maduros e passados. Os indivíduos que apresentaram frutos maduros pertenciam a 29 espécies diferentes.

Além das informações sobre frutificação, 5 matrizes foram registradas no período de floração, apresentando flores e/ou botões florais; 7 estavam em estado vegetativo e outras 13 não tinham dados sobre sua fenologia. Essas informações não compuseram o mapa fenológico, que contemplou apenas as informações sobre frutificação, mas são igualmente importantes para o monitoramento fenológico e a compreensão do ciclo de vida das plantas.

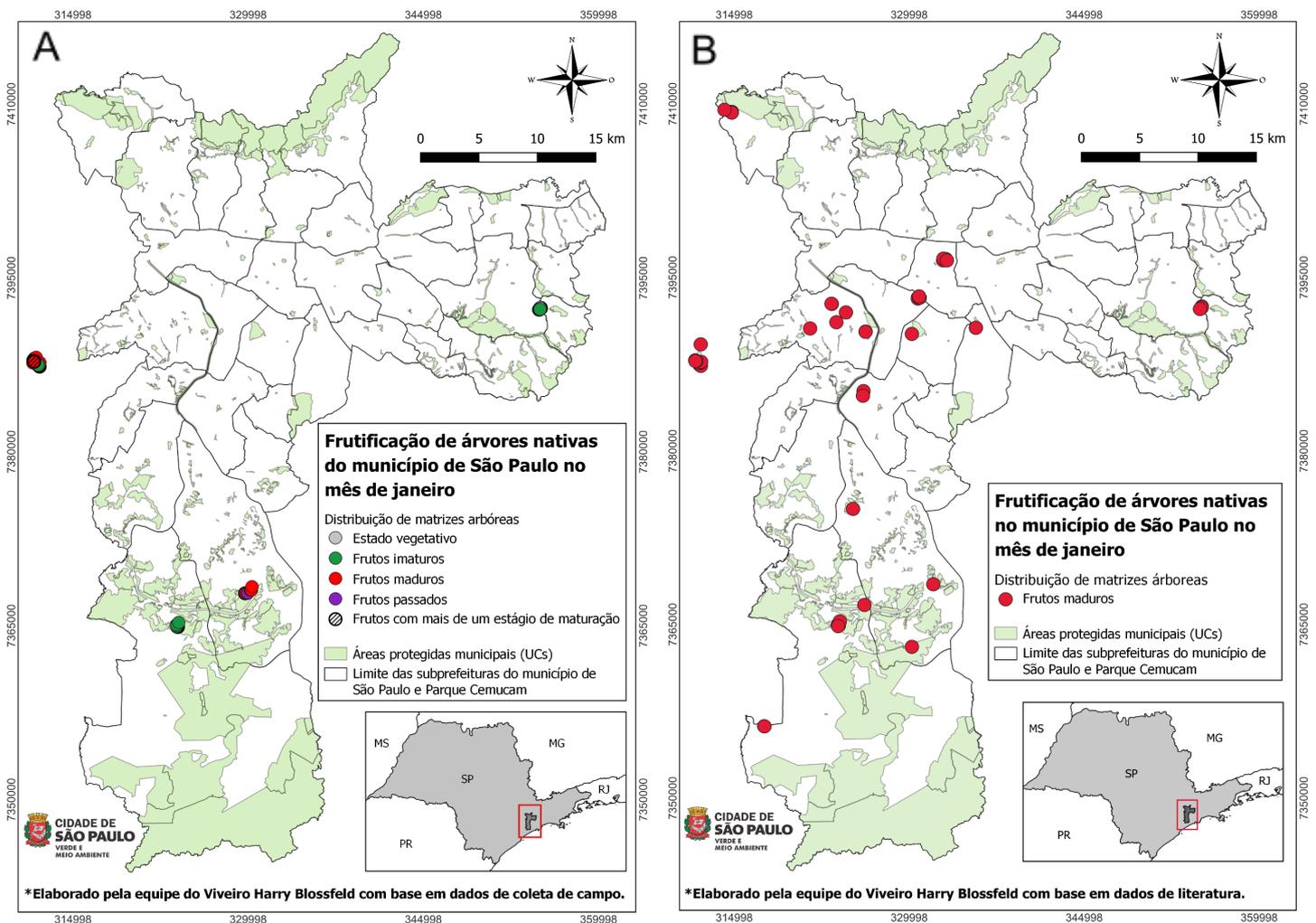
O mapa baseado nas informações da literatura (Figura 1B), por sua vez, identificou 37 espécies que possuem matrizes marcadas pelo VHB com potencial para serem coletadas com frutos maduros no mês de janeiro no município, cerca de 22% a mais em relação ao número de espécies total coletadas com frutos nesse período (29), abrangendo 85 matrizes marcadas.

O potencial de coleta de diferentes espécies para esse mesmo mês pode ser ainda maior quando comparamos a similaridade entre os dois conjuntos de dados, ou seja, a diferença na composição de espécies, e não apenas o número de espécies total. Na literatura, das 37 espécies que apresentariam frutos maduros, apenas 7 também fazem parte dos frutos já coletados no mesmo mês. Ou seja, 30 espécies diferentes previstas pela literatura poderiam ter sido coletadas. Porém, além dessas 7 que coincidem entre os levantamentos, outras 22 foram encontradas com frutos pela equipe do viveiro, mas não foram localizadas na bibliografia consultada para o período.

Isso reforça a relevância da utilização dos dois mapas de forma comparativa e complementar para o monitoramento das espécies e planejamento das coletas, adquirindo importância estratégica para produção. Alguns indivíduos de *Ocotea odorifera*, por exemplo, já foram coletados com frutos maduros em janeiro, o que não coincide com os dados previstos na literatura, que indica que a maturação dos frutos ocorre entre abril e junho (Lorenzi, 2020).

Assim, é possível visualizar oportunidades de coletas de forma mais ampla em diferentes localidades, o que poderia não só evitar chegar na árvore-matriz e não encontrar

frutos no ponto de coleta, como também resultar em um aumento na diversidade de espécies coletadas e sementes obtidas, resultando também em uma maior diversidade genética. Quando comparamos as Figuras 1A e 1B, é possível destacar uma rota de coleta em janeiro que inclua o Parque Cemucam, com 30 matrizes em condições de frutificação; a APA Iguatemi, com 10 matrizes; o Parque Itaim, com 8; o Parque Varginha, com 7, além do parque Trianon — indicado pela literatura —, que se destaca na região central do município na Figura 1B, com potencial de coleta de cerca de 10 matrizes nesse período.

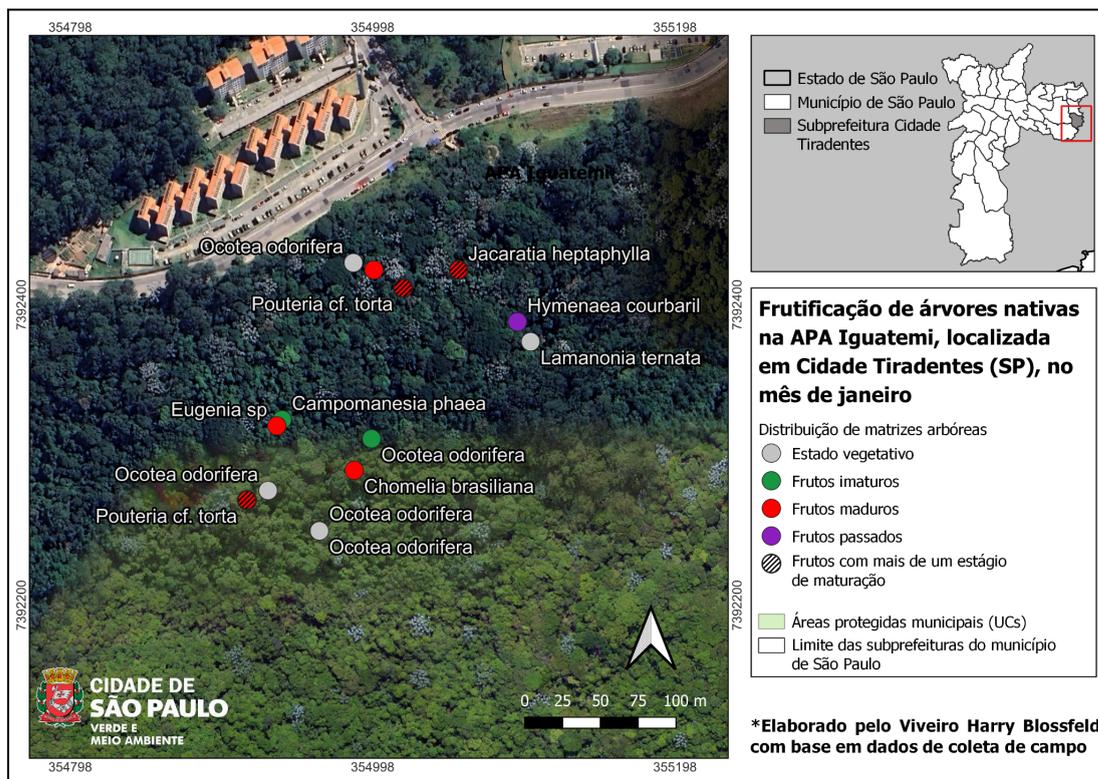


**Figura 1.** Mapa fenológico da produção de frutos de árvores nativas no município de São Paulo referente ao mês de janeiro, utilizando dados obtidos em campo pela equipe do VHB (A) e previsões da literatura (B), respectivamente.

A integração dos dados fenológicos poderá permitir identificar espécies que estejam sofrendo com alterações climáticas ou outras pressões ambientais, colaborando com a necessidade de estudos mais aprofundados sobre sua ecologia e conservação. Ademais, mudanças em processos fenológicos como floração, mudança foliar e frutificação tendem a

ser mais fáceis de comunicar ao público em geral e, desta forma, podem ajudar na informação da população a respeito das mudanças climáticas.

A utilização do software QGIS e dos dados de campo também permite a visualização das informações de uma forma mais detalhada e dinâmica, como apresentado na Figura 2, em que é possível navegar em diferentes escalas pelas localidades e UCs do município, acompanhando quais espécies ocorrem em cada região que já foram coletadas, e os respectivos estágios de maturação dos frutos. Os mapas referentes aos outros meses do ano ainda estão em elaboração.



**Figura 2.** Mapa fenológico da frutificação de espécies de árvores nativas no mês de janeiro na APA Iguatemi, Unidade de Conservação localizada na zona Leste do município de São Paulo, com base em dados coletados em campo pela equipe do VHB e utilizando imagem de satélite.

Com a maior eficiência das coletas e dados do georreferenciamento, os resultados obtidos neste projeto contribuem para o Plano Municipal de Arborização Urbana (PMAU), especificamente dentro do Plano de Ação do Tema Conhecer, que apresenta ações voltadas à produção de conhecimento sobre planejamento, implantação e manejo da arborização por meio de experimentos, estudos e pesquisas, bem como a atualização dos técnicos que trabalham com a arborização e a revisão da legislação e das normas técnicas municipais (São Paulo, 2020b).

Estabelecendo coletas mais eficazes de sementes, o projeto resultará em mudas arbóreas de melhor qualidade que serão distribuídas pelo município, contribuindo para o cumprimento do Plano Municipal da Mata Atlântica (PMMA). Também está em alinhamento com o Programa Ambientes Verdes e Saudáveis (PAVS), que faz parte do PMMA e visa o desenvolvimento de políticas de saúde ambiental integradas no Município de São Paulo (São Paulo, 2017). Dessa forma, o projeto contribui para a conservação e restauração dos remanescentes de Mata Atlântica, difundindo ideias para ações de preservação, monitoramento e recuperação ambiental conforme os objetivos do PAVS.

Assim, espera-se que os resultados deste estudo contribuam não apenas para a otimização das coletas do Viveiro Harry Blossfeld, mas também para compreender melhor a fenologia da frutificação das árvores nativas, principalmente em um contexto de mudanças climáticas e ambientais.

### **Referências bibliográficas**

BARRUETO, L.P.; PEREIRA, I.P.; NEVES, M.A. Influência da maturação fisiológica e do período entre a coleta e o início do armazenamento, sobre a viabilidade da semente de seringueira. **Turrialba**, San José, v.36, n.1, p.65-75, 1986.

CICERO, S.M.; MARCOS FILHO, J.; TOLEDO, F.F. Efeitos do tratamento fungicida e de três ambientes de armazenamento sobre a conservação de seringueira. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v.43, n.2, p.763-787, 1986.

CLELAND, E.E.; SHUINE, I.; MENZEL, A.; MOONEY, H.A.SCHWARTZ, M.D. Shifting plant phenology in response to global change. **Trends in ecology & evolution**, v. 22, n. 7, p. 357-365, 2007.

CNCFlora. *Ocotea odorifera* in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2 Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em <[http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Ocotea odorifera](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Ocotea%20odorifera)>. Acesso em 1 agosto 2024.

FITCHETT, J.M.; GRAB, S.W.; THOMPSON, D.I. Plant phenology and climate change: Progress in methodological approaches and application. **Progress in Physical Geography**, v. 39, n. 4, p. 460-482, 2015.

IPCC. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 3056 pp., 2022. doi:10.1017/9781009325844.

KUHLMANN, M.; CAMPELLO, E. F. C.; CARNEIRO-FILHO, A. *et al.* Época de coleta de frutos e sementes nativos para recomposição ambiental no bioma Mata Atlântica. Embrapa: 2018.

LORENZI, H.. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Editora Plantarum Ltda. Nova Odessa, São Paulo, vol. 01, 8.ed, 2020.

LORENZI, H.. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Editora Plantarum Ltda. Nova Odessa, São Paulo, vol. 02, 6.ed, 2022.

LORENZI, H.. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Editora Plantarum Ltda. Nova Odessa, São Paulo, vol. 03, 3.ed, 2021.

MORELLATO, L. P. C. *et al.* Linking plant phenology to conservation biology. **Biological conservation**, v. 195, p. 60-72, 2016.

PEDRONI, F.; SANCHEZ, M.; SANTOS, F.A.M. Phenology of copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.--Leguminosae, Caesalpinioideae) in a semideciduous forest, southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 25, p. 183-194, 2002.

PIAO, S. *et al.* Plant phenology and global climate change: Current progresses and challenges. **Global change biology**, v. 25, n. 6, p. 1922-1940, 2019.

QGIS Versão 3.22.16-Białowieża, <2024>. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>

SÃO PAULO (Cidade). Agenda Municipal 2030. Comissão Municipal ODS. São Paulo, SP 2020a. Disponível em: [https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/agenda\\_municipal\\_2030.pdf](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/agenda_municipal_2030.pdf). Acesso em 10 jun. de 2024.

SÃO PAULO (Cidade). Plano Municipal de Arborização Urbana. Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente, 2020b.

SÃO PAULO (Cidade). Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica do Município de São Paulo. Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente, 2017.

UNEP. Frontiers 2022: Noise, Blazes and Mismatches – Emerging Issues of Environmental Concern. Nairobi: 59 pp., 2022. Disponível em: <<https://www.unep.org/resources/frontiers-2022>> Acesso em: 15 jul. 2024.