



Alienígenas em Rio Branco, Acre: plantas ornamentais no paisagismo da Universidade Federal do Acre

Wendrio Sales de Melo^{1*}, Izailene Monteiro Saar Botelho², Almecina Balbino Ferreira³, Jardeson Kennedy Moraes de Souza¹, Chirley Gonçalves da Silva⁴, Júlia Gomes da Silva²

¹Discente do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, Brasil. ²Biólogas do Herbário do Parque Zoobotânico, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, Brasil. ³Professora da Universidade Federal do Acre, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Rio Branco, Acre, Brasil. ⁴Licenciada em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, Brasil. *wendriomelloo0077@gmail.com

Recebido em: 23/20/2023

Aceito em: 17/05/2024

Publicado em: 31/07/2024

<https://doi.org/10.29327/269504.6.1-23>

RESUMO

Ao planejar um projeto paisagístico, diversos fatores se tornam cruciais a considerar. A seleção de plantas, indiscutivelmente, configura-se como uma das etapas mais críticas e fundamentais nesse processo. Com o objetivo de prevenir problemas ambientais, é de suma importância evitar a utilização de espécies vegetais exóticas. Nos contextos urbanos das cidades da região amazônica brasileira, observa-se uma predominância das espécies exóticas em detrimento das espécies nativas. Nesse contexto, esta pesquisa visa realizar um levantamento e identificação das espécies de plantas ornamentais da Universidade Federal do Acre. O local de pesquisa engloba as áreas verdes planejadas no campus da universidade em Rio Branco. O levantamento das espécies compreendeu o registro fotográfico das plantas, juntamente com a identificação e classificação. Foram identificadas um total de 124 espécies, abrangendo 47 famílias botânicas. Notavelmente, apenas 38 espécies pertencem à flora nativa da Amazônia, representando 31% do total, enquanto que 86 espécies são classificadas como exóticas, o que equivale a 60%. A análise do paisagismo na UFAC revela uma realidade preocupante, caracterizada pela significativa predominância de espécies exóticas, algumas das quais são invasoras e venenosas, presentes em seus jardins. Há uma urgência de reavaliar as práticas de seleção de espécies vegetais em projetos paisagísticos.

Palavras-chave: Plantas invasoras. Áreas verdes. Jardim. Espécies de plantas.

Aliens in Rio Branco, Acre: ornamental plants in the landscaping of the Universidade Federal do Acre

ABSTRACT

When planning a landscaping project, several factors become crucial to consider. The selection of plants, unquestionably, constitutes one of the most critical and fundamental stages in this process. With the aim of preventing environmental issues, it is of paramount importance to avoid the use of exotic plant species. In the urban contexts of cities in the Brazilian Amazon region, there is an observable predominance of exotic species at the expense of native ones. In this context, this research aims to conduct a survey and identification of ornamental plant species at the Universidade Federal do Acre. The research location encompasses the planned

green areas on the university campus in Rio Branco. The species survey involved the photographic recording of plants, along with their identification and classification. A total of 124 species were identified, spanning 47 botanical families. Remarkably, only 38 species belong to the native flora of the Amazon, representing 31% of the total, while 86 species are classified as exotic, accounting for 60%. The analysis of landscaping at UFAC reveals a concerning reality, characterized by the significant predominance of exotic species, some of which are invasive and poisonous, present in its gardens. There is an urgent need to reassess the practices of selecting plant species in landscaping projects.

Keywords: Invasive plants. Green areas. Garden. Plant species.

INTRODUÇÃO

O paisagismo engloba a arte e a ciência de planejar, projetar e criar espaços verdes, como jardins, parques e áreas de preservação. Tem como finalidade harmonizar elementos naturais e artificiais para criar ambientes atraentes e funcionais (NIEMEYER, 2019). Além de sua estética, o paisagismo desempenha um papel crucial na conservação dos ecossistemas naturais, preservando a biodiversidade (TRAN et al., 2020). Possui ainda, benefícios práticos, como melhorar a qualidade do ar e da água, reduzir o ruído, regular o clima local, e proteger áreas urbanas contra inundações e deslizamentos de terra (ESPELAND; KETTENRING, 2018; ZOU; ZHANG, 2021; STROUD et al., 2022).

Ao criar um projeto paisagístico, é crucial considerar diversos fatores: o ambiente de implantação, as características do terreno (topografia, solo, exposição solar e ventos), a vegetação existente e sua preservação, as necessidades dos usuários (áreas de lazer, jardins comestíveis, espaços sociais), planejamento de irrigação e drenagem, e aspectos técnicos e legais (normas, restrições, zoneamento) (ATWA et al., 2019; ZOU; ZHANG, 2021). O projeto deve ser ecologicamente sustentável, reduzindo o impacto ambiental, através de práticas baseadas na literatura científica (SEMERARO et al., 2021; WANG et al., 2021).

A seleção de plantas representa uma das etapas mais críticas e fundamentais na elaboração de um projeto paisagístico (ESPELAND; KETTENRING, 2018; MAJEWSKA; ALTIZER, 2018). As espécies vegetais escolhidas têm um papel determinante na aparência, funcionalidade e sustentabilidade do espaço (GOODNESS, 2018; YERJANOVICH; MAMADIYOROGLU, 2021). A escolha apropriada das plantas pode contribuir para criar ambientes saudáveis e agradáveis, reduzir os custos de manutenção e enriquecer a biodiversidade local (BERTHON et al., 2021).

Por conseguinte, vários fatores devem ser cuidadosamente considerados ao selecionar as plantas, incluindo a região e o clima de plantio, a disponibilidade de água e nutrientes, a

exposição solar, o tipo de solo e a finalidade do local (SALACHNA, 2022; TOSCANO et al., 2019). Aspectos como tamanho, forma, textura, cor e período de floração também devem ser avaliados para alcançar uma composição harmoniosa e esteticamente atrativa (GOODNESS, 2018).

Com o propósito de prevenir problemas ambientais, é essencial evitar a utilização de espécies exóticas no contexto do paisagismo (BOSCUTTI et al., 2022). Na literatura científica, essas plantas podem ser categorizadas de diversas formas, como plantas introduzidas, plantas não nativas, plantas invasoras, plantas alienígenas, plantas estrangeiras e plantas introduzidas pelo ser humano (ANGGRAINI; SOLFIYENI, 2019; FANG et al., 2021; LAZZARO et al., 2020; RAMULA; KALSKE, 2020; VILÀ et al., 2019; XU et al., 2022).

Contudo, é relevante salientar que nem todas as espécies exóticas podem ser consideradas invasoras, ou seja, nem todas apresentam um risco significativo para os ecossistemas locais (KONERSMANN et al., 2021; SALISBURY et al., 2020). Nesse contexto, é imprescindível conduzir estudos para avaliar os impactos e os mecanismos de invasividade dessas espécies, a fim de classificá-las como invasoras em um ecossistema específico (BECERRA; SIMONETTI, 2020; NUNEZ-MIR et al., 2019; SILVA et al., 2020). Dessa maneira, é importante ressaltar que uma espécie pode ser considerada invasora em uma determinada região ou país, mas não em outras (VILÀ et al., 2019; LAZZARO et al., 2020).

Plantas invasoras são definidas como espécies exóticas que, após serem introduzidas em um ecossistema específico, se reproduzem e se disseminam de maneira rápida e descontrolada, resultando em impactos adversos no ambiente e nas espécies nativas (GAVIER-PIZARRO et al., 2010; FANG et al., 2021; XU et al., 2022). Essas plantas frequentemente carecem de predadores naturais ou concorrentes na nova região, o que lhes confere uma notável capacidade de expansão e crescimento (CALLAWAY; RIDENOUR, 2004; MONTESINOS, 2022). Como consequência, elas podem prejudicar a diversidade biológica, a composição da flora local, o solo e a água, além de afetar os serviços ecossistêmicos proporcionados pela vegetação (LÁZARO-LOBO; ERVIN, 2019; WALLER et al., 2020).

Ao identificar e listar espécies de plantas exóticas invasoras em uma determinada região, é possível obter informações cruciais para avaliar os riscos que essas espécies representam para os ecossistemas locais (AVOLIO et al., 2020; NUNEZ-MIR et al., 2019). Com base nesses dados, torna-se viável implementar medidas preventivas para evitar a introdução de novas espécies exóticas invasoras e para controlar a propagação das espécies já existentes (BOSCUTTI et al., 2022). Portanto, o levantamento de plantas exóticas invasoras constitui uma ferramenta essencial na gestão ambiental e na preservação da biodiversidade (AVOLIO et al., 2020).

As plantas exóticas invasoras podem acarretar uma série de problemas ambientais, incluindo a competição com espécies nativas, o que resulta na diminuição da biodiversidade local (BECERRA; SIMONETTI, 2020). Algumas dessas plantas também têm potencial toxicidade para a fauna nativa, podendo causar problemas de saúde e até mesmo a morte de animais que se alimentam delas (PEYTON et al., 2019). Além disso, tais plantas podem ter impactos negativos nas atividades humanas, como agricultura e pesca, e podem representar obstáculos para o uso recreativo de áreas naturais (DUBOSCQ-CARRA et al., 2021; LAZZARO et al., 2020). Portanto, é de extrema importância exercer controle sobre a utilização de plantas exóticas no paisagismo e evitar sua introdução em ambientes naturais sensíveis (SILVA et al., 2020).

Na região Amazônica, existe um paradoxo bem reconhecido: apesar de abrigar uma das maiores diversidades vegetais do mundo, a criação de espaços verdes públicos é predominantemente baseada em plantas exóticas, incluindo algumas invasoras (SOARES et al., 2021). A pesquisa nessa área geralmente se concentra na arborização urbana, focando nesse padrão de plantio (PAIVA et al., 2010). Entretanto, ervas, trepadeiras e arbustos também desempenham papéis cruciais em projetos paisagísticos e merecem investigação, pois têm impactos semelhantes na biodiversidade e na ambientação. A seleção adequada, pautada por critérios bem definidos como a prevenção de exóticas invasoras, é vital (BALDING; WILLIAMS, 2016).

Nos contextos urbanos das cidades da Amazônia brasileira, verifica-se uma preponderância das espécies exóticas em detrimento das espécies nativas, resultando em uma sub-representação destas últimas (MARANHO et al., 2012; SIVIERO et al., 2014; SOARES et al., 2021). Adicionalmente, observa-se uma significativa presença de espécies exóticas

invasoras, frequentemente inadequadas para os ambientes de plantio, como exemplificado pelas espécies *Mangifera indica* L. e *Ficus benjamina* L. (SANTOS et al., 2017; SOARES et al., 2021).

Essa mesma situação também é observada na cidade de Rio Branco, Acre, onde a arborização urbana apresenta deficiências tanto em termos quantitativos quanto qualitativos. Nesse contexto, há uma maior predominância de espécies exóticas em comparação com as espécies nativas (OLIVEIRA; JESUS, 2011; PAIVA et al., 2010; SANTOS et al., 2017). No cenário urbano do município, é comum a utilização de espécies vegetais cultivadas, especialmente aquelas de origem exótica, as quais são empregadas para fins tradicionais, como na medicina popular e nos quintais, uma prática que se insere na categoria de agricultura urbana (SIVIERO et al., 2011; SIVIERO et al., 2012; SIVIERO et al., 2014).

Nesse sentido, nas universidades, é comum a presença de espaços verdes que desempenham um papel relevante, sendo utilizados para atividades de lazer, aulas práticas e educação ambiental. Na Universidade Federal do Acre, essa realidade também se manifesta, com a coexistência de áreas verdes tidas como "naturais", a exemplo do Parque Zoobotânico, e áreas projetadas, muitas vezes sobrepostas devido à proximidade geográfica (OLIVEIRA; JESUS, 2011). Vale destacar que a predominância de árvores exóticas é notável, e a deficiente qualidade e manutenção dessas áreas suscitam preocupações, ampliando os riscos para os ecossistemas nativos existentes. É relevante ressaltar essa situação, especialmente em consideração ao fato de a universidade abrigar um fragmento florestal urbano de relevância (MARANHO; PAULA, 2014; OLIVEIRA; JESUS, 2011).

A análise abrangente das espécies que não se enquadram no grupo de árvores nos espaços públicos, é notavelmente insuficiente, levando a uma falta de compreensão dos possíveis impactos decorrentes dessas escolhas (SIVIERO et al., 2014). Além disso, a ausência de estudos dedicados especificamente aos espécimes que são intencionalmente plantados e cultivados, em contraste com aqueles que surgem de forma espontânea, é uma lacuna que limita a compreensão da tendência de utilização e origem dessas plantas, bem como dos impactos ecológicos e riscos biológicos associados a elas (CAVENDER-BARES et al., 2020).

A introdução indiscriminada e desinformada de muitas espécies é frequentemente resultado do desconhecimento, o que também pode ser atribuído à chamada "cegueira

botânica" (CRYSTAL-ORNELAS; LOCKWOOD, 2020; SILVA; LIMA, 2023; SIVIERO et al., 2014; ZANI; LOW, 2022). Embora muitos profissionais lidem com plantas, o conhecimento acerca de sua origem, ecologia e impactos frequentemente é escasso e subestimado (BALDING; WILLIAMS, 2016; ZANI; LOW, 2022).

Nesse contexto, o objetivo deste estudo é realizar um levantamento e identificação das espécies de plantas ornamentais cultivadas em ambientes planejados da Universidade Federal do Acre. Pretende-se também fornecer informações abrangendo aspectos ecológicos, origem e impactos ambientais e biológicos dessas espécies. Adicionalmente, busca-se propor uma metodologia para a análise do componente vegetal em projetos paisagísticos.

MATERIAL E MÉTODOS

O local de estudo consistiu nas áreas verdes planejadas da Universidade Federal do Acre campus Rio Branco localizada na região noroeste da cidade, portanto, faz parte do Bioma Amazônico. A área amostrada do campus é de aproximadamente 760.000 m². A coleta de dados ocorreu entre fevereiro de 2022 a fevereiro de 2023.

O levantamento das espécies consistiu no registro fotográfico das plantas. Foi fotografado partes reprodutivas quando presentes e as partes vegetativas, dando ênfase em órgãos de importância taxonômica. As fotos foram enumeradas por espécie seguida da enumeração das variedades encontradas. Os espécimes foram registrados de maneira exploratória por todo o campus. Para calcular a frequência das espécies, procedeu-se à divisão da área de estudo em parcelas, considerando a heterogeneidade dos ambientes, bem como a distribuição dos corpos d'água e a disposição dos edifícios e canteiros.

Em seguida as plantas foram identificadas usando aplicativos de inteligência artificial como Pl@ntNet, Google Lens e iNaturalist; banco de dados como SpeciesLink, Flora e Funga do Brasil, GBIF - Global Biodiversity Information Facility, Plants of the World Online (Kew) e literatura especializada. Os nomes científicos foram conferidos para correção de ortografia e retirada de sinônimos. As informações que foram coletadas estão na Tabela 1.

Tabela 1 - Informações coletadas e pesquisadas para cada espécie de planta ornamental da Universidade Federal do Acre e suas descrições. Rio Branco, AC, 2023.

Campos	Descrição
Nº	Número do registro dado por ordem de identificação.
Família	Identificado por meio de literatura especializada, banco de dados (Flora e Funga do Brasil, Plants of the World Oline, World Flora Oline, Tropicos, Encyclopedia of Life e GBIF - Global Biodiversity Information Facility), aplicativos de inteligência artificial, comunidades (PI@antNet, Google Lens e iNaturalist) e literatura científica.
Espécie	
Nome Popular	
Ocorrências	Número de parcelas que a espécie foi encontrada (13 parcelas).
Frequência relativa (%)	Frequência relativa da espécie (ocorrência / número total de parcelas * 100 = %).
Data	Data do registro fotográfico.
Variedades	Número de variedades/cultivares/morfotipos/formas encontrados no lugar.
Hábito	Hábito/forma de vida de acordo com Flora e Funga do Brasil.
Fenologia	Fenologia na data do registro fotográfico; preenchido se possui bt: botão, fl: flor, fr: fruto, "vazio": estágio vegetativo.
Status de conservação	Status de conservação. Categoria dada a espécies da classificação da The IUCN Red List of Threatened Species (A Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN): Dados Deficientes (DD); Pouco Preocupante (LC); Quase Ameaçado (NT); Vulnerável (VU); Ameaçado (EN); Criticamente Ameaçado (CR); Extinto na Natureza (EW); Extinto (EX); Não Avaliado (NE).
Origem	Origem da planta: Nativa, Cultivada, Naturalizada; para o Brasil de acordo com o Flora e Funga do Brasil
N/E	Origem: N: nativa, E: exótica; com base no anterior, se Cultivada ou Naturalizada = E: exótica (introduzida).
Continente de origem	Continente onde a espécie é nativa. De acordo com Plantas of the World Oline
Potencial invasora	Quando exótica, tem potencial invasivo; 1: sim; 0: não. Considerará uma espécie com potencial invasivo qualquer menção em qualquer região/país da espécie ocorrendo como invasora. Vale ressaltar que uma espécie pode ser considerada exótica invasora em uma região e em outra não. De acordo com: CABI - Compendium Invasive Species; GBIF - Global Biodiversity Information Facility; GCW - Global Compendium of Weeds; EOL - Encyclopedia of Life.
Invasora no Brasil	Quando exótica, é invasora para o Brasil. De acordo com SiBBr - Sistema de Informação Sobre a Biodiversidade Brasileira e ArquiFlora.rio.
Biomias de origem no Brasil (nativas)	Quando nativas, biomas de origem no Brasil (biomas que a espécie é encontrada naturalmente). De acordo com Flora e Funga do Brasil.

Nativa da Amazônia	Nativo do bioma Amazônico; 1: sim; 0: não. De acordo com Flora e Funga de Brasil
Nova ocorrência Rio Branco	É um novo registro de ocorrência o município de Rio Branco, AC; 1: sim; 0: não. Determinado pela procura do registro ou menção da espécie ocorrendo na cidade através dos bancos de dados e artigos científicos.
Nova ocorrência Acre	É um novo registro de ocorrência para o estado do Acre; 1: sim; "vazio": não. Determinado pela procura do registro ou menção da espécie ocorrendo no estado através dos bancos de dados e artigos científicos.
Nova ocorrência Brasil	É um novo registro de ocorrência para o município de Rio Branco, AC; 1: sim; 0: não. Determinado pela procura do registro ou menção da espécie ocorrendo no país através dos bancos de dados e artigos científicos.
Uso paisagístico	Tipos de uso paisagísticos observados para a espécie; Forração, Centro de interesse, Maciço, Tufo, Cerca viva, Sebe, Bordadura, Renque, Corbelha, Pérgula, Vaso.
Local de plantio	Locais onde os espécimes foram observados: próximo a calçadas e caminhos, canteiros, próximo a ruas, estacionamentos, áreas abertas, próximo a prédios e edificações, próximo a corpos d'água, ambientes internos.
Veneno para mamíferos	A planta é tóxica/venenosa para mamíferos incluindo o ser humano; 1: sim; 0: não (ou não conhecido). Definido através de menções na literatura, CABI Compendium Invasive Species, Encyclopedia of Life, Plants For A Future e PictureThis, ASPCA - American Society for the Prevention of Cruelty to Animals.
Usos	Usos da planta: ornamental, alimentício, medicinal, material de construção, madeireiro, artesanato, industrial, nutrição animal, controle biológico, forragem. De Acorco com: CABI Compendium Invasive Species; EOL - Encyclopedia of Life, Plants of the World Online (Kew), Plants For A Future e memções em artigos.

A diferenciação entre espécies cultivadas e espontâneas na jardinagem e no paisagismo de uma maneira geral é importante para compreender a origem da riqueza desses espaços e a real tendência de uso. Muitas plantas que compõe espaços verdes planejados são espontâneas o que pode gerar uma falsa sensação de riqueza de uso de espécies nativas (CAVENDER-BARES et al., 2020).

Para classificar uma planta como cultivada, este estudo fez uso de características, tais como: Presença de características morfológicas ou fisiológicas resultantes de seleção artificial, como porte mais compacto, maior produção de flores ou frutos e maior resistência

a doenças ou pragas; Origem em regiões geográficas distintas da região onde está sendo observada, podendo a espécie ter sido introduzida pelo homem ou por outros meios de dispersão; Presença de uma história de uso humano, com evidências de cultivo, domesticação ou seleção artificial; Área de plantio cercada por muros ou por cercas, próxima a edificações, formação de padrões geométricos e estéticos, composições paisagísticas, presença recorrente da espécie e comercialização em floriculturas e afins incluindo lojas on-line; Presença de características que indicam a dependência de cuidados e manutenção humana, como poda, preparo do solo, irrigação e fertilização (LIPPMANN et al., 2019; PRANSKUNIENE et al., 2019).

Nesse íterim, consideram-se plantas espontâneas aquelas que atendem aos seguintes critérios: Surgimento inesperado- as plantas espontâneas surgem sem que tenham sido intencionalmente plantadas ou sem que tenham sido mantidas por meio de práticas de jardinagem; Variação morfológica: as plantas espontâneas podem apresentar variações morfológicas em relação às plantas cultivadas, como tamanho, formato das folhas e cores; Crescimento rápido e desordenado: as plantas espontâneas tendem a crescer de forma rápida e desordenada, podendo ocupar espaços rapidamente, sem seguir padrões estéticos; Tolerância a condições adversas: as plantas espontâneas costumam ser mais resistentes a condições climáticas adversas, como seca, calor e frio, do que as plantas cultivadas (LIPPMANN et al., 2019).

É importante salientar que as plantas espontâneas não constituem o foco deste estudo e, portanto, não foram incluídas na lista de espécies analisadas. Ocasionalmente algumas espécies silvestres acabam sendo incluídas na composição paisagísticas propositalmente pois harmonizam com a composição restante adquirindo uma função. Nesse sentido, cada espécie, após a sua identificação, foi submetida a uma avaliação criteriosa para determinar a sua pertinência como objeto de estudo ou não.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi identificado um total de 124 espécies pertencentes a 47 famílias botânicas. Contando com as variedades tem-se 143 espécimes. As plantas das famílias botânicas Arecaceae, Araceae, Fabaceae, Acanthaceae, Apocynaceae, Bignoniaceae e Malvaceae compõem 50% das espécies utilizadas. A família com o maior número de espécies é

Areaceae, as palmeiras. A lista completa das espécies levantadas e identificadas podem sem conferidas na Tabela 2.

Tabela 2 - Lista de espécies de plantas ornamentais, suas famílias, nomes populares e frequência relativa (FR) da Universidade Federal do Acre. Rio Branco, AC, 2023.

Família	Espécie	Nome Popular	FR (%)
Acanthaceae	<i>Aphelandra squarrosa</i> Nees	Afelandra	15
	<i>Justicia brandegeana</i> Wassh. & L.B.Sm.	Flor-camarão	15
	<i>Justicia secunda</i> Vahl	Folha da vida	8
	<i>Megaskepasma erythrochlamys</i> Lindau	Justícia-vermelha	38
	<i>Pachystachys coccinea</i> (Aubl.) Nees	Jacobina-vermelho	8
	<i>Thunbergia erecta</i> (Benth.) T. Anderson	Tumbergia-arbustiva	8
	<i>Thunbergia grandiflora</i> Roxb.	Tumbérgia-azul	8
Amaranthaceae	<i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze	Penicilina	23
	<i>Celosia argentea</i> L.	Crista de galo	23
Amaryllidaceae	<i>Hippeastrum puniceum</i> (Lam.) Kuntze	Lírio de Barbados	15
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Caju	38
	<i>Mangifera indica</i> L.	Mangueira	77
Apocynaceae	<i>Allamanda cathartica</i> L.	Alamanda	77
	<i>Cascabela thevetia</i> (L.) Lippold	Chapéu-de-napoleão	8
	<i>Catharanthus roseus</i> (L.) G.Don	Maria-sem-vergonha	38
	<i>Mandevilla sanderi</i> (Hemsl.) Woodson	Dipladênia	8
	<i>Plumeria pudica</i> Jacq.	Jasmim-do-caribe	15
	<i>Tabernaemontana heterophylla</i> Vahl		15
Araceae	<i>Alocasia cucullata</i> (Lour.) G.Don	Inhame-chinês	8
	<i>Anthurium faustomirandae</i> Pérez-Farr. & Croat		8
	<i>Anthurium plowmanii</i> Croat	Antúrio-gigante	8
	<i>Caladium bicolor</i> (Aiton) Vent.	Tinhorão, caladium	38
	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	Taioba-de-são-tomé	15
	<i>Dieffenbachia longispatha</i> Engl. & K. Krause		8
	<i>Dieffenbachia seguine</i> (Jacq.) Schott	Comigo-ninguém-pode	31
	<i>Spathiphyllum ortgiesii</i> Regel	Lírio-da-paz	8
	<i>Syngonium podophyllum</i> Schott	Aninga-de-cinco-dedos	15
	<i>Xanthosoma sagittifolium</i> (L.) Schott	Taioba	23

	<i>Zamioculcas zamiifolia</i> (G.Lodd.) Engl.	Zamioculca	15
Arecaceae	<i>Archontophoenix cunninghamiana</i> (H.Wendl.) H.Wendl. & Drude	Palmeira-ciaforte	8
	<i>Bactris gasipaes</i> Kunth	Pupunha	15
	<i>Caryota mitis</i> Lour.	Palmeira-rabo-de-peixe	8
	<i>Cocos nucifera</i> L.	Coqueiro	31
	<i>Dypsis decaryi</i> (Jum.) Beentje & J.Dransf.	Palmeira-triângulo	8
	<i>Elaeis oleifera</i> (Kunth) Cortés	Caiué	31
	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	Açaí-touceira	77
	<i>Livistona australis</i> (R.Br.) Mart.	Palmeira-leque-de-saia	8
	<i>Livistona chinensis</i> (Jacq.) R.Br. ex Mart.	Palmeira-leque	8
	<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	Buriti	54
	<i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien	Tamareira-anã	8
	<i>Rhapis humilis</i> Blume	Palmeira-ráfia, Rapis	15
	<i>Roystonea regia</i> (Kunth) O.F.Cook	Palmeira-imperial-de-cuba	15
	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Jeriva	8
Asparagaceae	<i>Agave vivipara</i> L.	Agave	23
	<i>Cordyline fruticosa</i> (L.) A.Chev.	Dracena-vermelha	69
	<i>Dracaena fragrans</i> (L.) Ker Gawl.	Dracena	62
	<i>Sansevieria trifasciata</i> Prain	Espada-de-são-jorge	38
Asphodelaceae	<i>Dianella tasmanica</i> Hook.f.	Lírio-de-linho-da-tasmânia	15
Asteraceae	<i>Tagetes erecta</i> L.	Cravo-de-defunto	23
	<i>Zinnia elegans</i> Jacq.	Canela-de-velho, zínia	31
Begoniaceae	<i>Begonia aconitifolia</i> A.DC.	Begônia Prateada	8
Bignoniaceae	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose	Ipê-amarelo	38
	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	Jacarandá-mimoso	15
	<i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) K.Schum.		15
	<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	Espatódea	15
	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC.	ipê-rosa	8
	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Ipê-de-jardim	31
Bromeliaceae	<i>Alcantarea imperialis</i> (Carrière) Harms	Bromélia-imperial	8
Cactaceae	<i>Brasiliopuntia brasiliensis</i> (Willd.) A.Berger	Xiquexique-do-sertão	15
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	Mamão, Mamoeiro	15

Chrysobalanaceae	<i>Moquilea tomentosa</i> Benth.	Oiti	31
Commelinaceae	<i>Tradescantia pallida</i> (Rose) D.R.Hunt	Trapoeraba-roxa	8
	<i>Tradescantia spathacea</i> Sw.	Abacaxi-roxo	15
Costaceae	<i>Costus spiralis</i> (Jacq.) Roscoe	Cana-do-brejo	8
Crassulaceae	<i>Kalanchoe daigremontiana</i> Raym.-Hamet & H.Perrier	Mãe de milhares	8
Cycadaceae	<i>Cycas revoluta</i> Thunb.	Cica, Palmeira-sagu	8
	<i>Cycas thouarsii</i> Gaudich.	Sagu	8
Cyclanthaceae	<i>Carludovica palmata</i> Ruiz & Pav.	Chila	8
Cyperaceae	<i>Cyperus alternifolius</i> L.	Sombrinha-chinesa	8
Euphorbiaceae	<i>Codiaeum variegatum</i> (L.) Rumph. ex A.Juss.	Cróton	31
	<i>Euphorbia tithymaloides</i> L.	Dois-amores	8
Fabaceae	<i>Adenanthera pavonina</i> L.	Olho-de-dragão	15
	<i>Arachis pintoii</i> Krapov. & W.C.Greg.	Amendoim forrageiro	46
	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.	Barba-de-barata	23
	<i>Cassia fistula</i> L.	Chuva-de-ouro	23
	<i>Cassia grandis</i> L.f.	Cássia-gigante	15
	<i>Clitoria arborea</i> Benth.		8
	<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A.Howard	Sombreiro, Palheteira	54
	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	Flamboyant	15
	<i>Erythrina ulei</i> Harms	Assacúrana	15
	<i>Pterocarpus indicus</i> Willd.	Amboína	8
	<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	Pau-cigarra, Cássia-macrantia	38
Heliconiaceae	<i>Heliconia chartacea</i> Lane ex Barreiros	Helicônia	8
	<i>Heliconia psittacorum</i> L.f.	Helicônia-papagaio	23
	<i>Heliconia rostrata</i> Ruiz & Pav.	Helicônia	8
Iridaceae	<i>Neomarica caerulea</i> (Ker Gawl.) Sprague	Falso-íris	15
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.	Abacate	8
Malpighiaceae	<i>Lophanthera lactescens</i> Ducke	Chuva-de-ouro	23
	<i>Malpighia emarginata</i> DC.	Acerola	8
Malvaceae	<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	Pente-de-macaco	8
	<i>Ceiba lupuna</i> P.E.Gibbs & Semir	Mafumeira	8
	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	Hibisco	77
	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	Castanha-do- Maranhão	31
	<i>Theobroma grandiflorum</i> (Willd. ex Spreng.) K.Schum. in	Cupuaçu	8
Marantaceae	<i>Calathea lutea</i> (Aubl.) Schult.	Calatéia charuto	23

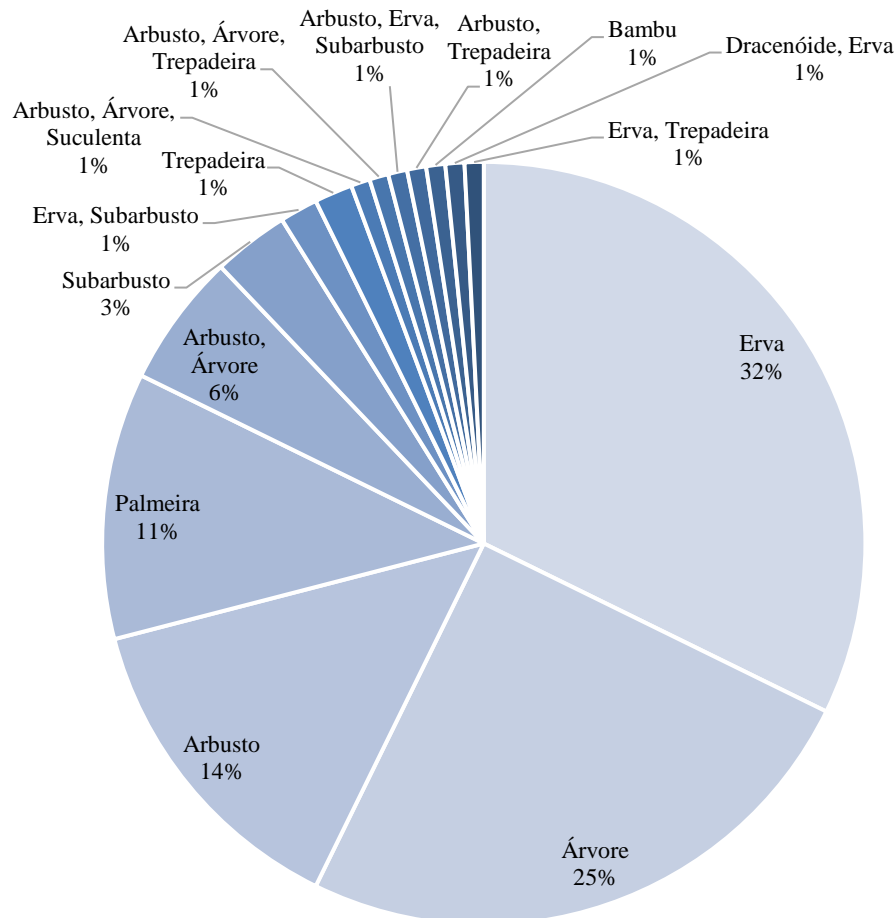
Moraceae	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	Jaca, Jaqueira	8
	<i>Ficus benjamina</i> L.	Fícus-benjamim	23
	<i>Ficus lutea</i> Vahl	Figueira-belaque	8
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i> L.	Bananeira	15
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitanga	15
	<i>Psidium guajava</i> L.	Goiaba	31
	<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M.Perry	Jambo	31
Nephrolepidaceae	<i>Nephrolepis brownii</i> (Desv.) Hovenkamp & Miyam.	Samambaia chorona	8
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy	Buganvilia, Primavera	46
	<i>Mirabilis jalapa</i> L.	Bonina, Bom-dia	15
Orchidaceae	<i>Arundina graminifolia</i> (D.Don) Hochr.	Orquídea-bambu	8
Oxalidaceae	<i>Averrhoa carambola</i> L.	Carambola	15
Poaceae	<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad. ex J.C.Wendl.	Bambu-imperial	23
	<i>Paspalum notatum</i> Flügge	Grama-batatais	100
Portulacaceae	<i>Portulaca grandiflora</i> Hook.	Onze horas	15
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i> L.	Genipapo	15
	<i>Ixora coccinea</i> L.	Ixora	100
	<i>Mussaenda erythrophylla</i> Schumach. & Thonn.	Mussaenda-vermelha	8
	<i>Mussaenda philippica</i> A.Rich.	Lâmpada de Buda	31
Rutaceae	<i>Citrus ×aurantium</i> L.	laranjeira	15
	<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack	Murta	8
Solanaceae	<i>Brunfelsia pauciflora</i> (Cham. & Schltld.) Benth.	Manacá	23
Strelitziaceae	<i>Ravenala madagascariensis</i> Sonn.	Árvore-do-viajante	8
Turneraceae	<i>Turnera subulata</i> Sm.	Chanana	15
Urticaceae	<i>Pilea spruceana</i> Wedd.	Piléia-asa-de-anjo	8
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	Lantana	15
Zingiberaceae	<i>Alpinia purpurata</i> (Vieill.) K.Shum.	Panamá	38
	<i>Etilingera elatior</i> (Jack) R.M.Sm.	Bastão-do-imperador	15
	<i>Zingiber spectabile</i> Griff.	Amor-perfeito	8

As dez plantas ornamentais mais comuns nas instalações da Universidade Federal do Acre (UFAC) são, em ordem de frequência: grama-batatais (*Paspalum notatum*), ixora (*Ixora coccinea*), mangueira (*Mangifera indica*), alamanda (*Allamanda cathartica*), açaí-touceira (*Euterpe oleracea*), hibiscus (*Hibiscus rosa-sinensis*), dracena-vermelha (*Cordyline*

fruticosa), dracena (*Dracaena fragrans*), buriti (*Mauritia flexuosa*) e sombreiro (*Clitoria fairchildiana*). É relevante notar que tanto a grama-batatais quanto a ixora estão presentes em todas as áreas amostradas.

Com base no sistema de classificação do hábito de vida das plantas do Flora e Funga do Brasil, foram identificados um total de 9 hábitos: arbusto, árvore, bambu, dracenoíde, erva, palmeira, subarbusto, suculenta e trepadeira (Figura 1). Algumas espécies foram encontradas com mais de um hábito de vida, enquanto outras foram classificadas com múltiplos hábitos devido às suas características ecológicas ou porque suas características se enquadram em mais de um hábito.

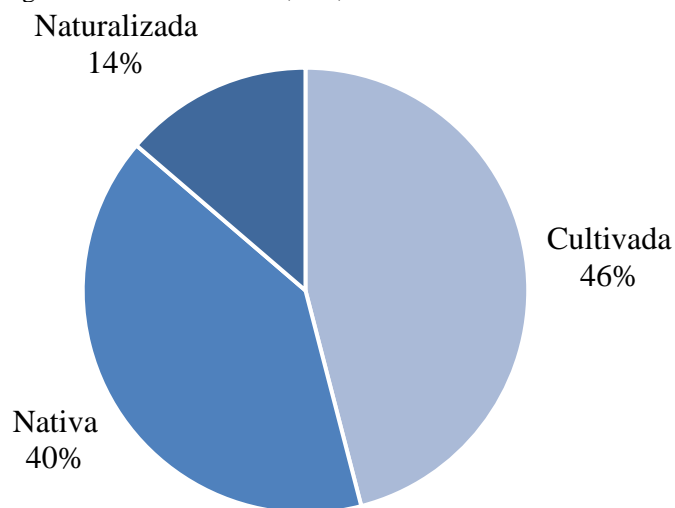
Figura 1 - Percentual de hábito de vida das espécies de plantas ornamentais da Universidade Federal do Acre de acordo com a classificação do Flora e Funga do Brasil. Rio Branco, AC, 2023.



O hábito de vida mais prevalente entre as espécies é o de erva (32%), seguido por árvore (25%) e arbusto (14%). Essa informação destaca a relevância de realizar estudos que abranjam uma variedade de hábitos de vida, não se restringindo apenas às árvores. Os hábitos de vida atribuídos a cada espécie estão detalhados na Tabela 3.

Com base na classificação do Flora e Funga do Brasil quanto à origem das espécies das plantas, podemos observar que das 124 espécies avaliadas, 57 são classificadas como cultivadas (46%), 50 como nativas (40%), e 17 como naturalizadas (14%). A distribuição percentual entre essas diferentes categorias pode ser visualizada na Figura 2.

Figura 2 - Percentual de cada origem das espécies das plantas ornamentais da Universidade Federal do Acre de acordo com o Flora e Funga do Brasil. Rio Branco, AC, 2023.



As plantas naturalizadas representam um grupo de espécies que merece destaque. Elas se referem a plantas não nativas que conseguiram estabelecer-se e tornar-se autossustentáveis em novas áreas, frequentemente se espalhando e se reproduzindo sem a necessidade de intervenção humana. Essas introduções podem ocorrer de maneira intencional ou acidental (GOUKER et al., 2019; PENSIERO et al., 2021).

Por outro lado, as plantas cultivadas são aquelas que foram selecionadas e mantidas pelo ser humano com propósitos diversos, como alimentação, valor ornamental ou aplicações econômicas. Elas são frequentemente criadas com base em características específicas e encontradas principalmente em ambientes controlados, como jardins, fazendas ou plantações (NESOM, 2010).

Por fim, as plantas nativas são aquelas que ocorrem naturalmente em uma determinada região ou ecossistema, sem intervenção humana. Elas evoluíram ao longo do tempo, adaptando-se ao ambiente local e desempenhando papéis cruciais na manutenção da biodiversidade e no funcionamento dos ecossistemas (NESOM, 2000). Essa diversidade de origens de plantas ornamentais oferece uma visão abrangente da riqueza botânica e das interações entre seres humanos e o ambiente natural.

Tabela 3 - hábito de vida, origem (classificação: nativa, cultivada e naturalizada; de acordo com Flora e Funga do Brasil), simplificação em N/E, nativa ou exótica e nativa para o bioma amazônico (0: não; 1: sim) das espécies de plantas ornamentais utilizadas na Universidade Federal do Acre. Rio Branco, AC, 2023.

Espécie	Hábito	Origem	N/E	Nativa da Amazônia
ACANTHACEAE				
<i>Aphelandra squarrosa</i>	Subarbusto	Nativa	N	0
<i>Justicia brandegeana</i>	Arbusto	Cultivada	E	0
<i>Justicia secunda</i>	Erva	Nativa	N	1
<i>Megaskepasma erythrochlamys</i>	Arbusto	Cultivada	E	0
<i>Pachystachys coccinea</i>	Arbusto	Nativa	N	1
<i>Thunbergia erecta</i>	Arbusto	Naturalizada	E	0
<i>Thunbergia grandiflora</i>	Trepadeira	Naturalizada	E	0
AMARANTHACEAE				
<i>Alternanthera brasiliana</i>	Subarbusto	Nativa	N	1
<i>Celosia argentea</i>	Subarbusto	Naturalizada	E	0
AMARYLLIDACEAE				
<i>Hippeastrum puniceum</i>	Erva	Nativa	N	1
ANACARDIACEAE				
<i>Anacardium occidentale</i>	Árvore	Nativa	N	1
<i>Mangifera indica</i>	Árvore	Cultivada	E	0
APOCYNACEAE				
<i>Allamanda cathartica</i>	Arbusto, Liana	Nativa	N	1
<i>Cascabela thevetia</i>	Arbusto, Árvore	Nativa	N	1
<i>Catharanthus roseus</i>	Erva	Cultivada	E	0
<i>Mandevilla sanderi</i>	Trepadeira	Nativa	N	0
<i>Plumeria pudica</i>	Arbusto	Cultivada	E	0
<i>Tabernaemontana heterophylla</i>	Arbusto, Árvore	Nativa	N	1
ARACEAE				
<i>Alocasia cucullata</i>	Erva	Cultivada	E	0
<i>Anthurium faustomirandae</i>	Erva	Cultivada	E	0

<i>Anthurium plowmanii</i>	Erva	Nativa	N	1
<i>Caladium bicolor</i>	Erva	Nativa	N	1
<i>Colocasia esculenta</i>	Erva	Cultivada	E	0
<i>Dieffenbachia longispatha</i>	Erva	Cultivada	E	0
<i>Dieffenbachia seguine</i>	Erva	Nativa	N	1
<i>Spathiphyllum ortgiesii</i>	Erva	Cultivada	E	0
<i>Syngonium podophyllum</i>	Erva, Trepadeira	Naturalizada	E	0
<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	Erva	Nativa	N	1
<i>Zamioculcas zamiifolia</i>	Erva	Cultivada	E	0
ARECACEAE				
<i>Archontophoenix cunninghamiana</i>	Palmeira	Cultivada	E	0
<i>Bactris gasipaes</i>	Palmeira	Nativa	N	1
<i>Caryota mitis</i>	Palmeira	Cultivada	E	0
<i>Cocos nucifera</i>	Palmeira	Naturalizada	E	0
<i>Dypsis decaryi</i>	Palmeira	Cultivada	E	0
<i>Elaeis oleifera</i>	Palmeira	Nativa	N	1
<i>Euterpe oleracea</i>	Palmeira	Nativa	N	1
<i>Livistona australis</i>	Palmeira	Cultivada	E	0
<i>Livistona chinensis</i>	Palmeira	Cultivada	E	0
<i>Mauritia flexuosa</i>	Palmeira	Nativa	N	1
<i>Phoenix roebelenii</i>	Palmeira	Cultivada	E	0
<i>Rhapis humilis</i>	Palmeira	Cultivada	E	0
<i>Roystonea regia</i>	Palmeira	Cultivada	E	0
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Palmeira	Nativa	N	0
ASPARAGACEAE				
<i>Agave vivipara</i>	Erva	Cultivada	E	0
<i>Cordyline fruticosa</i>	Dracenoíde, Erva	Cultivada	E	0
<i>Dracaena fragrans</i>	Arbusto	Cultivada	E	0
<i>Sansevieria trifasciata</i>	Erva	Cultivada	E	0
ASPHODELACEAE				
<i>Dianella tasmanica</i>	Erva	Cultivada	E	0
ASTERACEAE				
<i>Tagetes erecta</i>	Erva	Naturalizada	E	0
<i>Zinnia elegans</i>	Erva	Naturalizada	E	0
BEGONIACEAE				
<i>Begonia aconitifolia</i>	Subarbusto	Nativa	N	0
BIGNONIACEAE				
<i>Handroanthus serratifolius</i>	Árvore	Nativa	N	1
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Árvore	Cultivada	E	0
<i>Sparattosperma leucanthum</i>	Árvore	Nativa	N	1
<i>Spathodea campanulata</i>	Árvore	Cultivada	E	0
<i>Tabebuia rosea</i>	Árvore	Cultivada	E	0

<i>Tecoma stans</i>	Arbusto	Naturalizada	E	0
BROMELIACEAE				
<i>Alcantarea imperialis</i>	Erva	Nativa	N	0
CACTACEAE				
<i>Brasiliopuntia brasiliensis</i>	Arbusto, Árvore, Suculenta	Nativa	N	1
CARICACEAE				
<i>Carica papaya</i>	Arbusto, Árvore	Naturalizada	E	0
CHRYSOBALANACEAE				
<i>Moquilea tomentosa</i>	Árvore	Nativa	N	0
COMMELINACEAE				
<i>Tradescantia pallida</i>	Erva	Cultivada	E	0
<i>Tradescantia spathacea</i>	Erva	Cultivada	E	0
COSTACEAE				
<i>Costus spiralis</i>	Erva	Nativa	N	1
CRASSULACEAE				
<i>Kalanchoe daigremontiana</i>	Erva	Cultivada	E	0
CYCADACEAE				
<i>Cycas revoluta</i>	Arbusto	Cultivada	E	0
<i>Cycas thouarsii</i>	Arbusto	Cultivada	E	0
CYCLANTHACEAE				
<i>Carludovica palmata</i>	Erva	Naturalizada	E	0
CYPERACEAE				
<i>Cyperus alternifolius</i>	Erva	Naturalizada	E	0
EUPHORBIACEAE				
<i>Codiaeum variegatum</i>	Arbusto	Cultivada	E	0
<i>Euphorbia tithymaloides</i>	Erva, Subarbusto	Nativa	N	1
FABACEAE				
<i>Adenanthera pavonina</i>	Árvore	Cultivada	E	0
<i>Arachis pintoii</i>	Erva	Nativa	N	0
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Arbusto, Árvore	Cultivada	E	0
<i>Cassia fistula</i>	Árvore	Cultivada	E	0
<i>Cassia grandis</i>	Árvore	Nativa	N	1
<i>Clitoria arborea</i>	Árvore	Nativa	N	1
<i>Clitoria fairchildiana</i>	Árvore	Nativa	N	1
<i>Delonix regia</i>	Árvore	Cultivada	E	0
<i>Erythrina ulei</i>	Árvore	Nativa	N	1
<i>Pterocarpus indicus</i>	Árvore	Cultivada	E	0
<i>Senna multijuga</i>	Arbusto, Árvore	Nativa	N	1
HELICONIACEAE				
<i>Heliconia chartacea</i>	Erva	Nativa	N	1
<i>Heliconia psittacorum</i>	Erva	Nativa	N	1
<i>Heliconia rostrata</i>	Erva	Nativa	N	1
IRIDACEAE				
<i>Neomarica caerulea</i>	Erva	Nativa	N	0

LAURACEAE				
<i>Persea americana</i>	Árvore	Naturalizada	E	0
MALPIGHIACEAE				
<i>Lophanthera lactescens</i>	Árvore	Nativa	N	1
<i>Malpighia emarginata</i>	Árvore	Cultivada	E	0
MALVACEAE				
<i>Apeiba tibourbou</i>	Árvore	Nativa	N	1
<i>Ceiba lupuna</i>	Árvore	Nativa	N	1
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Arbusto	Cultivada	E	0
<i>Pachira aquatica</i>	Árvore	Nativa	N	1
<i>Theobroma grandiflorum</i>	Árvore	Nativa	N	1
MARANTACEAE				
<i>Calathea lutea</i>	Erva	Nativa	N	1
MORACEAE				
<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Árvore	Naturalizada	E	0
<i>Ficus benjamina</i>	Árvore	Cultivada	E	0
<i>Ficus lutea</i>	Árvore	Cultivada	E	0
MUSACEAE				
<i>Musa paradisiaca</i>	Erva	Cultivada	E	0
MYRTACEAE				
<i>Eugenia uniflora</i>	Arbusto	Nativa	N	0
<i>Psidium guajava</i>	Árvore	Naturalizada	E	0
<i>Syzygium malaccense</i>	Árvore	Cultivada	E	0
NEPHROLEPIDACEAE				
<i>Nephrolepis brownii</i>	Erva	Cultivada	E	0
NYCTAGINACEAE				
<i>Bougainvillea glabra</i>	Arbusto, Árvore, Trepadeira	Nativa	N	0
<i>Mirabilis jalapa</i>	Erva, Subarbusto	Naturalizada	E	0
ORCHIDACEAE				
<i>Arundina graminifolia</i>	Erva	Cultivada	E	0
OXALIDACEAE				
<i>Averrhoa carambola</i>	Árvore	Cultivada	E	0
POACEAE				
<i>Bambusa vulgaris</i>	Bambu	Naturalizada	E	0
<i>Paspalum notatum</i>	Erva	Nativa	N	1
PORTULACACEAE				
<i>Portulaca grandiflora</i>	Erva	Nativa	N	0
RUBIACEAE				
<i>Genipa americana</i>	Arbusto, Árvore	Nativa	N	1
<i>Ixora coccinea</i>	Arbusto	Cultivada	E	0
<i>Mussaenda erythrophylla</i>	Arbusto	Cultivada	E	0
<i>Mussaenda philippica</i>	Arbusto	Cultivada	E	0
RUTACEAE				
<i>Citrus ×aurantium</i>	Árvore	Cultivada	E	0

<i>Murraya paniculata</i>	Árvore	Cultivada	E	0
SOLANACEAE				
<i>Brunfelsia pauciflora</i>	Arbusto	Nativa	N	0
STRELITZIACEAE				
<i>Ravenala madagascariensis</i>	Arbusto, Árvore	Cultivada	E	0
TURNERACEAE				
<i>Turnera subulata</i>	Arbusto, Erva, Subarbusto	Nativa	N	1
URTICACEAE				
<i>Pilea spruceana</i>	Erva	Cultivada	E	0
VERBENACEAE				
<i>Lantana camara</i>	Arbusto	Naturalizada	E	0
ZINGIBERACEAE				
<i>Alpinia purpurata</i>	Erva	Cultivada	E	0
<i>Etilingera elatior</i>	Erva	Cultivada	E	0
<i>Zingiber spectabile</i>	Erva	Cultivada	E	0

A origem das espécies de plantas pode ser simplificada em duas categorias: nativas e exóticas. No contexto deste estudo, das 124 espécies avaliadas, 74 são classificadas como exóticas (60%), enquanto 50 são registradas como nativas para o Brasil (40%), como ilustrado na Figura 3(A).

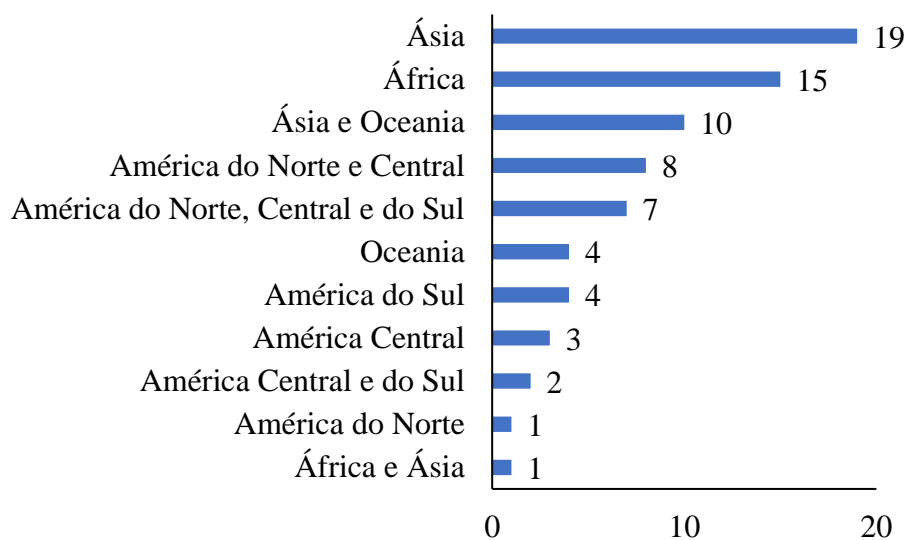
Figura 3 - Percentual de espécies de plantas ornamentais nativas para o Brasil (N) e exóticas (E), gráfico A; e nativas do bioma Amazônico e não nativas, gráfico B, da Universidade Federal do Acre. Rio Branco, AC, 2023.



No entanto, é crucial ressaltar que a instituição está localizada no Bioma Amazônico. Dentro deste bioma, apenas 38 espécies são nativas (31%), enquanto 86 espécies são exóticas (60%), conforme mostrado na Figura 3(B). Em outras palavras, nas áreas verdes da Universidade Federal do Acre, 60% das plantas ornamentais são consideradas exóticas em relação ao bioma onde estão inseridas.

Um aspecto adicional a ser considerado diz respeito à origem geográfica das plantas ornamentais exóticas. O conhecimento das origens biogeográficas destas espécies auxilia na previsão do seu potencial de invasão e disseminação. Diferentes regiões apresentam distintas condições climáticas, características edáficas e topográficas, fatores que podem influenciar a habilidade das plantas exóticas em estabelecer-se e prosperar em novos ambientes (KUSUMOTO et al., 2021). Os continentes de origem das plantas ornamentais exóticas da UFAC podem ser observados na Figura 4.

Figura 4 - Continentes de origem (nativo de) das espécies de plantas ornamentais exóticas da Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC, 2023.



As plantas exóticas têm sua origem principalmente na Ásia (26%), seguidas pela África (20%). Essas plantas provêm de diversas áreas dos biomas de florestas tropicais e savanas desses continentes. Esse padrão de origem pode ser explicado pelas semelhanças nas condições ambientais encontradas na região amazônica, para onde essas plantas foram introduzidas.

Muitas espécies de plantas usadas para compor o paisagismo da UFAC apresenta similaridade com o padrão adotado na cidade e regiões, tanto em ambientes públicos como em cultivos particulares, os quintais (MARANHO et al., 2012; SANTOS et al., 2017; SIVIERO et al., 2012; SIVIERO et al., 2014). Isso acontece devido a tendência conhecida de que a riqueza de espécies cultivadas em áreas urbanas estejam diretamente relacionadas a

disponibilidade comercial local (CAVENDER-BARES et al., 2020). Em outras palavras a riqueza de espécies ornamentais oferecidas por floriculturas e empreendimentos de horticultura ornamental influencia a riqueza de espécies encontradas em áreas verdes urbanas cultivadas.

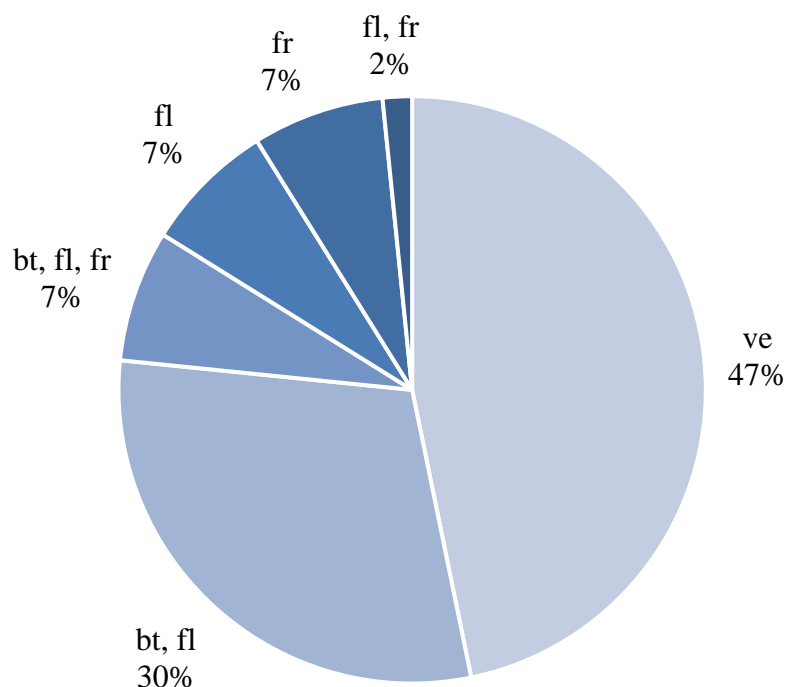
Nesse ínterim, incentivar o cultivo e a venda de espécies de plantas nativas para floriculturas e viveiros pode ser uma forma eficaz de promover seu uso. Essa abordagem garante que as espécies vendidas não sejam apenas nativas do país, mas também do bioma específico onde o projeto está localizado. Ao fornecer meios para o cultivo e a venda dessas espécies, fica mais fácil para indivíduos e empresas acessá-las e incorporá-las em seus projetos. Isso pode ajudar a aumentar a disponibilidade e a diversidade de plantas nativas no mercado, tornando-as mais acessíveis a uma gama maior de clientes. Além disso, promover o uso de espécies de plantas nativas em floriculturas e viveiros pode aumentar a conscientização sobre a importância do uso de plantas adaptadas localmente e contribuir para a conservação da biodiversidade nativa (KALTSIDI et al., 2023; ZINNEN; MATTHEWS, 2022).

A promoção do uso de plantas ornamentais nativas requer a colaboração entre as instituições públicas e privadas, incluindo universidades e centros de pesquisa agrícola, juntamente com a implementação de políticas públicas eficazes. Essas instituições desempenham um papel fundamental na superação de um obstáculo significativo ao uso de plantas ornamentais nativas, que é a escassez ou ausência de protocolos de cultivo adequados (MARTINO et al., 2020). Além disso, acrescenta-se a isso o desconhecimento da flora local e regional que tenha esse potencial, e a falta de variedades melhoradas disponíveis para o mercado (ZICKEL; DIAS, 2018).

A identificação de uma planta nem sempre é uma tarefa fácil, frequentemente requerendo a assistência de um especialista e, principalmente, um conjunto de elementos que facilitem esse processo. Nesse contexto, a taxonomia vegetal baseia-se principalmente em órgãos reprodutivos. Isso significa que a identificação da espécie de uma planta é mais confiável quando ela apresenta algum desses órgãos (KOVUR, 2021). No entanto, é importante ressaltar que as plantas ornamentais são mais fáceis de serem identificadas, mesmo quando estão em estágio infértil. Mostrar o quanto de plantas estavam férteis durante o levantamento demonstra o quão confiáveis podem ser as identificações.

Neste estudo, apenas 47% das espécies estavam em estágio vegetativo (inférteis), enquanto 53% das espécies estavam férteis, com um ou a combinação de tipos de órgãos reprodutivos, como botões, flores e frutos. O percentual de cada estágio fenológico, juntamente com os tipos de órgãos encontrados e suas combinações nas espécies identificadas, pode ser visualizado na Figura 5.

Figura 5 - Percentual dos estádios fenológicos encontrados durante a identificação das espécies de plantas ornamentais da Universidade Federal do Acre. ve: estágio vegetativo; bt: botão; fl: flor; fr: fruto. Rio Branco, AC, 2023.



No âmbito da pesquisa, foi possível identificar um total de 18 espécies de plantas ornamentais utilizadas nas instalações da Universidade Federal do Acre (UFAC) que estão atualmente registradas como plantas exóticas invasoras no Brasil, caracterizadas como espécies alienígenas. Além disso, chama a atenção o fato de que 42 outras espécies exóticas, embora não classificadas como invasoras, possuem potencial invasor, uma vez que já são registradas como invasoras em outras regiões e países.

As espécies com potencial invasivo são as seguintes: *Agave vivipara*, *Alocasia cucullata*, *Alpinia purpurata*, *Averrhoa carambola*, *Caesalpinia pulcherrima*, *Carica papaya*, *Carludovica palmata*, *Caryota mitis*, *Cassia fistula*, *Citrus ×aurantium*, *Cocos*

nucifera, *Codiaeum variegatum*, *Cordyline fruticosa*, *Cycas thouarsii*, *Cyperus alternifolius*, *Delonix regia*, *Dianella tasmanica*, *Etilingera elatior*, *Ficus benjamina*, *Ixora coccinea*, *Jacaranda mimosifolia*, *Justicia brandegeana*, *Kalanchoe daigremontiana*, *Lantana camara*, *Malpighia emarginata*, *Mirabilis jalapa*, *Mussaenda erythrophylla*, *Mussaenda philippica*, *Nephrolepis brownii*, *Persea americana*, *Plumeria pudica*, *Pterocarpus indicus*, *Ravenala madagascariensis*, *Rhapis humilis*, *Roystonea regia*, *Syngonium podophyllum*, *Tabebuia rosea*, *Tagetes erecta*, *Thunbergia erecta*, *Tradescantia pallida*, *Tradescantia spathacea* e *Zingiber spectabile*.

A análise dessas espécies, quanto ao seu potencial de invasão, requer estudos adicionais para avaliar o risco potencial que elas representam e determinar se também devem ser classificadas como invasoras no contexto brasileiro. Esta pesquisa ressalta a importância de uma abordagem cautelosa na introdução de espécies exóticas em paisagismo, levando em consideração não apenas as condições locais, mas também as características invasoras potenciais das plantas selecionadas.

Além disso, identificou-se a presença de 36 espécies de plantas potencialmente venenosas para mamíferos, representando um risco à saúde tanto de animais quanto de seres humanos, caso sejam ingeridas. A lista completa dessas espécies invasoras e venenosas encontra-se disponível na Tabela 4.

Tabela 4 - Lista de espécies de plantas ornamentais registradas como invasoras para o Brasil (Inv) e venenosas para mamíferos (Ven) (0: não; 1: sim) utilizadas na Universidade Federal do Acre. Rio Branco, AC, 2023.

Espécie	Inv	Referência	Ven	Referência
<i>Adenantha pavonina</i>	1	Arquiflora.rio (2023)	1	(CABI, 2023)
<i>Allamanda cathartica</i>	0		1	(CABI, 2023)
<i>Alocasia cucullata</i>	0		1	(CABI, 2023)
<i>Anthurium plowmanii</i>	0		1	(GUIMARÃES et al., 2019)
<i>Archontophoenix cunninghamiana</i>	1	Arquiflora.rio (2023)	0	
<i>Artocarpus heterophyllus</i>	1	SiBBr (2023)	0	
<i>Averrhoa carambola</i>	0		1	(PFAF, 2023)
<i>Bambusa vulgaris</i>	1	SiBBr (2023)	0	
<i>Begonia aconitifolia</i>	0		1	(ASPCA, 2023)
<i>Brunfelsia pauciflora</i>	0		1	(EOL, 2023)

<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	0		1	(CABI, 2023)
<i>Caladium bicolor</i>	0		1	(EOL, 2023)
<i>Carica papaya</i>	0		1	(EOL, 2023)
<i>Caryota mitis</i>	0		1	(EOL, 2023)
<i>Cascabela thevetia</i>	0		1	(ASPCA, 2023)
<i>Cassia grandis</i>	0		1	(CABI, 2023)
<i>Catharanthus roseus</i>	1	SiBBr (2023)	0	
<i>Codiaeum variegatum</i>	0		0	(CABI, 2023)
<i>Colocasia esculenta</i>	1	Arquiflora.rio (2023)	1	(ASPCA, 2023)
<i>Cycas revoluta</i>	0		1	(FORRESTER et al., 2020)
<i>Cycas thouarsii</i>	0		1	(ASPCA, 2023)
<i>Dianella tasmanica</i>	0		1	(EOL, 2023)
<i>Dieffenbachia longispatha</i>	0		1	(ASPCA, 2023)
<i>Dieffenbachia seguine</i>	0		1	(CABI, 2023)
<i>Dracaena fragrans</i>	1	Arquiflora.rio (2023)	1	(CABI, 2023)
<i>Etilingera elatior</i>	0		1	(CABI, 2023)
<i>Euphorbia tithymaloides</i>	0		1	(CABI, 2023)
<i>Ficus benjamina</i>	0		1	(CABI, 2023)
<i>Hippeastrum puniceum</i>	0		1	(ASPCA, 2023)
<i>Kalanchoe daigremontiana</i>	0		1	(ASPCA, 2023)
<i>Lantana camara</i>	0		1	(CABI, 2023)
<i>Livistona chinensis</i>	1	Arquiflora.rio (2023)	0	
<i>Mangifera indica</i>	1	Arquiflora.rio (2023)	0	
<i>Mirabilis jalapa</i>	0		1	(CABI, 2023)
<i>Murraya paniculata</i>	1	Arquiflora.rio (2023)	0	
<i>Musa paradisiaca</i>	1	Arquiflora.rio (2023)	0	
<i>Persea americana</i>	0		1	(ASPCA, 2023)
<i>Phoenix roebelenii</i>	1	Arquiflora.rio (2023)	0	
<i>Plumeria pudica</i>	0		1	(PICTURETHIS, 2023)
<i>Psidium guajava</i>	1	SiBBr (2023)	0	
<i>Sansevieria trifasciata</i>	1	Arquiflora.rio (2023)	1	(ASPCA, 2023)
<i>Spathodea campanulata</i>	1	SiBBr (2023)	0	

<i>Syngonium podophyllum</i>	0		1	(CABI, 2023)
<i>Syzygium malaccense</i>	1	Arquiflora.rio (2023)	0	
<i>Tagetes erecta</i>	0		1	(CABI, 2023)
<i>Tecoma stans</i>	1	SiBBr (2023)	0	
<i>Thunbergia grandiflora</i>	1	Arquiflora.rio (2023)	0	
<i>Tradescantia pallida</i>	0		1	(CABI, 2023)
<i>Tradescantia spathacea</i>	0		1	(CABI, 2023)
<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	0		1	(CABI, 2023)
<i>Zamioculcas zamiifolia</i>	0		1	(EOL, 2023)

Espécies de plantas exóticas invasoras devem ser evitadas no paisagismo, especialmente quando se encontram em áreas abertas próximas à vegetação nativa. Isso ocorre porque essas plantas têm o potencial de escapar do cultivo, causando impactos em áreas naturais e, em alguns casos, provocando danos em ambientes urbanos e agrícolas, afetando assim as atividades humanas (ALAM et al., 2017; TARTAGLIA et al., 2018).

A disseminação de novos registros da ocorrência de plantas introduzidas é crucial para preservar ecossistemas naturais, salvaguardar a biodiversidade nativa e orientar decisões informadas sobre o manejo de espécies invasoras (ESPINOSA-GARCÍA; VILLASEÑOR, 2017). Esse processo permite a identificação precoce e a implementação de respostas eficazes aos desafios colocados pelas plantas introduzidas globalmente (GÉRARD et al., 2015). Ele fornece informações valiosas sobre a distribuição, história de introdução e disseminação, restrições ecológicas e respostas a fatores bióticos e abióticos dessas plantas (LU-IRVING et al., 2018).

Ao compreender esses aspectos, decisões informadas podem ser tomadas para evitar uma maior disseminação e mitigar os impactos negativos das plantas introduzidas nos ecossistemas nativos (HERRON et al., 2007). Além disso, a disseminação de novos registros ajuda a identificar os benefícios potenciais que as plantas introduzidas podem proporcionar, como servir de habitat e alimento para a fauna endêmica e contribuir para a subsistência humana (CAMPOY et al., 2018).

No contexto dos novos registros de ocorrência dessas espécies, registra-se um total de 46 em Rio Branco, 37 para o estado do Acre e 2 para o território nacional. A lista completa dessas espécies está disponível na Tabela 5.

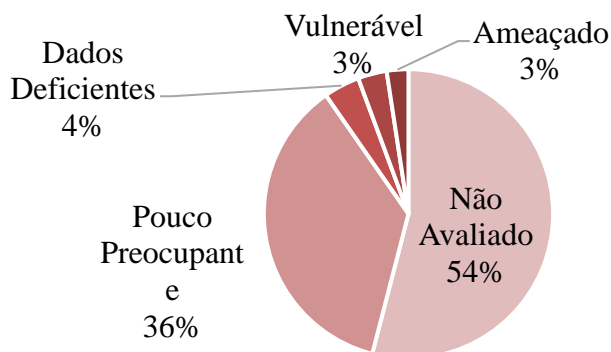
Tabela 5 - Lista de espécies de plantas ornamentais da UFAC que são novos registros de ocorrência para o município de Rio Branco, estado do Acre e para o Brasil. Rio Branco, AC, 2023.

Rio Branco	Acre	Brasil
<i>Agave vivipara</i>	<i>Agave vivipara</i>	<i>Anthurium faustomirandae</i>
<i>Alcantarea imperialis</i>	<i>Alcantarea imperialis</i>	<i>Dieffenbachia longispatha</i>
<i>Alocasia cucullata</i>	<i>Alocasia cucullata</i>	
<i>Anthurium faustomirandae</i>	<i>Anthurium faustomirandae</i>	
<i>Aphelandra squarrosa</i>	<i>Aphelandra squarrosa</i>	
<i>Archontophoenix cunninghamiana</i>	<i>Archontophoenix cunninghamiana</i>	
<i>Begonia aconitifolia</i>	<i>Begonia aconitifolia</i>	
<i>Bougainvillea glabra</i>	<i>Bougainvillea glabra</i>	
<i>Brasiliopuntia brasiliensis</i>	<i>Brasiliopuntia brasiliensis</i>	
<i>Brunfelsia pauciflora</i>	<i>Brunfelsia pauciflora</i>	
<i>Carludovica palmata</i>	<i>Cycas thouarsii</i>	
<i>Celosia argentea</i>	<i>Cyperus alternifolius</i>	
<i>Cordyline fruticosa</i>	<i>Dianella tasmanica</i>	
<i>Cycas thouarsii</i>	<i>Dieffenbachia longispatha</i>	
<i>Cyperus alternifolius</i>	<i>Dypsis decaryi</i>	
<i>Dianella tasmanica</i>	<i>Eugenia uniflora</i>	
<i>Dieffenbachia longispatha</i>	<i>Ficus lutea</i>	
<i>Dieffenbachia seguine</i>	<i>Justicia brandegeana</i>	
<i>Dypsis decaryi</i>	<i>Kalanchoe daigremontiana</i>	
<i>Eugenia uniflora</i>	<i>Livistona australis</i>	
<i>Euphorbia tithymaloides</i>	<i>Livistona chinensis</i>	
<i>Ficus lutea</i>	<i>Mandevilla sanderi</i>	
<i>Heliconia chartacea</i>	<i>Megaskepasma erythrochlamys</i>	
<i>Hippeastrum puniceum</i>	<i>Moquilea tomentosa</i>	
<i>Justicia brandegeana</i>	<i>Mussaenda philippica</i>	
<i>Kalanchoe daigremontiana</i>	<i>Neomarica caerulea</i>	
<i>Livistona australis</i>	<i>Phoenix roebelenii</i>	
<i>Livistona chinensis</i>	<i>Pilea spruceana</i>	
<i>Mandevilla sanderi</i>	<i>Ravenala madagascariensis</i>	
<i>Megaskepasma erythrochlamys</i>	<i>Rhapis humilis</i>	
<i>Moquilea tomentosa</i>	<i>Roystonea regia</i>	
<i>Mussaenda philippica</i>	<i>Spathiphyllum ortgiesii</i>	
<i>Neomarica caerulea</i>	<i>Tabebuia rosea</i>	
<i>Nephrolepis brownii</i>	<i>Tecoma stans</i>	
<i>Phoenix roebelenii</i>	<i>Thunbergia grandiflora</i>	

Pilea spruceana *Tradescantia spathacea*
Ravenala madagascariensis *Zamioculcas zamiifolia*
Rhapis humilis
Roystonea regia
Spathiphyllum ortgiesii
Syagrus romanzoffiana
Tabebuia rosea
Tecoma stans
Thunbergia grandiflora
Tradescantia spathacea
Zamioculcas zamiifolia

Dentre as espécies identificadas e classificadas de acordo com o status de conservação estabelecido pela The IUCN Red List of Threatened Species, destacam-se quatro espécies classificadas como vulneráveis. Notavelmente, merece destaque a espécie *Cascabela thevetia*, nativa da Amazônia. Adicionalmente, foram identificadas três espécies categorizadas como ameaçadas, como o *Handroanthus serratifolius*, também nativo da Amazônia. A distribuição percentual de cada categoria de status de conservação atribuída às espécies pode ser visualizada detalhadamente na Figura 6.

Figura 6 - Distribuição percentual de cada categoria de status de conservação (de acordo com The IUCN Red List of Threatened Species) atribuída às espécies de plantas ornamentais da Universidade Federal do Acre. Rio Branco, AC, 2023.

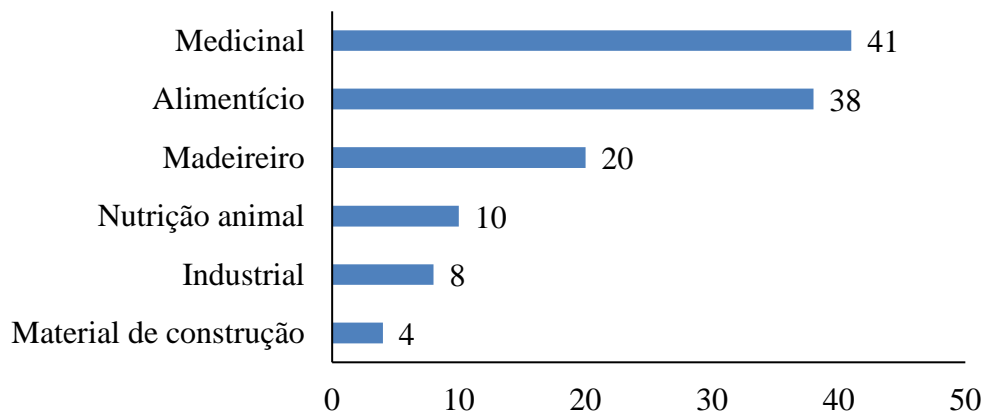


Nesse contexto, é imperativo salientar que, embora a conservação *in situ*, isto é, a conservação no ambiente natural, permaneça como prioridade máxima na preservação de espécies ameaçadas, o cultivo destas espécies vulneráveis ou ameaçadas em áreas verdes

urbanas emerge como uma medida complementar relevante e digna de consideração no âmbito dos esforços de conservação servindo também como educação ambiental.

As plantas ornamentais, muitas vezes subestimadas quanto ao seu potencial, podem desempenhar papéis multifacetados em projetos paisagísticos. Além de embelezar espaços, algumas delas podem ser aproveitadas de maneira versátil. O quantitativo de usos comuns e potenciais das plantas ornamentais da universidade está detalhado na Figura 7.

Figura 7 - Número de espécies de plantas ornamentais registradas quanto ao uso comum ou potencial da Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC, 2023.



Para além de sua utilização ornamental em projetos paisagísticos, as plantas podem desempenhar uma variedade de papéis funcionais, incluindo usos alimentares, na construção e medicinais. Na Universidade Federal do Acre (UFAC), é notável a presença de 41 espécies de plantas com propriedades medicinais e outras 38 de valor alimentício, que abrangem desde plantas frutíferas até as conhecidas como Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC), conforme ilustrado na Figura 6.

Um componente do paisagismo que está relacionado à estética com implicações nos cuidados e na manutenção é a disposição das plantas, ou seja, a composição paisagística. Na universidade, foram identificados 10 tipos de composições paisagísticas (Figura 8). As composições paisagísticas mais comuns, em ordem de frequência, são as seguintes:

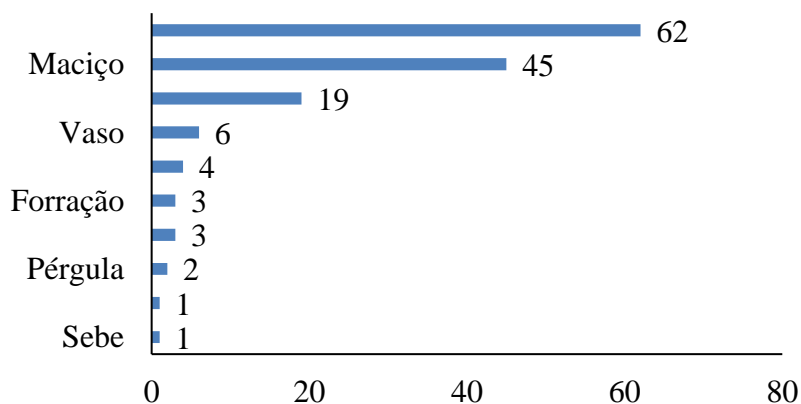
Centro de interesse: Refere-se a um ponto focal no jardim ou paisagem. Pode ser uma árvore majestosa, uma planta incomum ou qualquer elemento que atraia a atenção e sirva

como destaque visual. Geralmente, é posicionado estrategicamente para direcionar o olhar das pessoas e criar um ponto de interesse.

Maciço: Trata-se de um agrupamento de plantas, frequentemente de diferentes alturas, formas e cores, dispostas em conjunto para criar um efeito visual impactante. Os maciços são frequentemente usados para destacar áreas no jardim, como bordas ou zonas de transição entre diferentes partes do paisagismo.

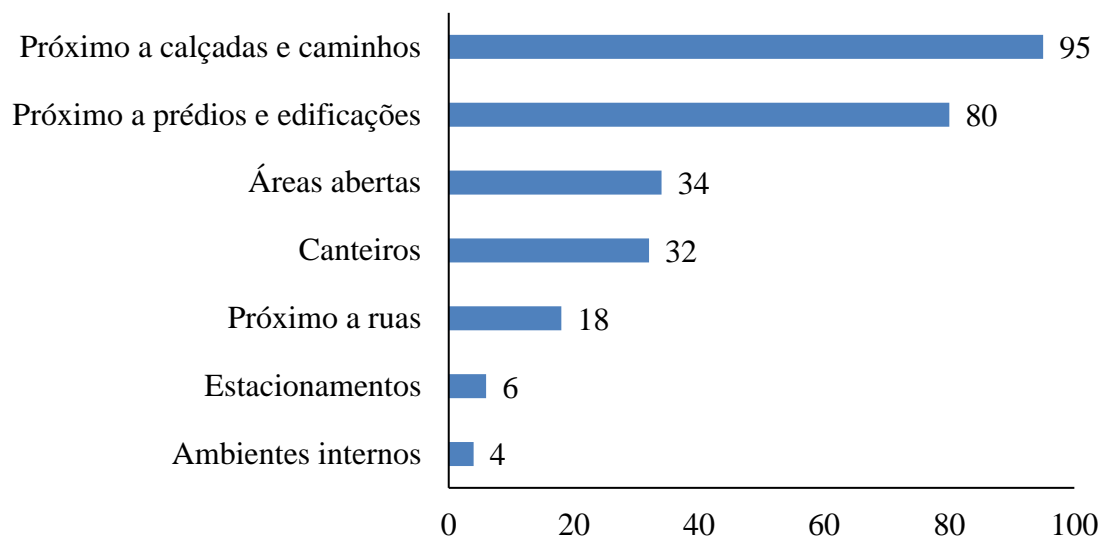
Bordadura: É uma faixa estreita de plantas, geralmente flores ou arbustos, que é utilizada para definir bordas ou limites em áreas maiores de um jardim ou canteiro. Elas acrescentam cor e textura às áreas circundantes e podem ser usadas para criar um contraste visual.

Figura 8 - Composições paisagísticas usadas com as espécies plantas ornamentais da Universidade Federal do Acre. Rio Branco, AC, 2023.



Outro aspecto importante diz respeito ao local de plantio, uma vez que existem plantas mais adequadas para serem cultivadas em ambientes específicos, tanto devido às suas exigências ecológicas e ambientais, quanto para evitar danos a estruturas e à saúde e segurança das pessoas. Na universidade, as plantas são principalmente plantadas próximas a calçadas, caminhos e edificações. O quantitativo de locais de plantio onde as plantas ornamentais foram mais avistadas pode ser observado na Figura 9.

Figura 9 - Locais de plantio das espécies de plantas ornamentais da Universidade Federal do Acre. Rio Branco, AC, 2023.



É importante observar que muitas plantas foram cultivadas em locais inadequados, como árvores com frutos de grande peso localizadas em estacionamentos e áreas de circulação. Adicionalmente, foi identificado árvores com raízes agressivas próximas a esses locais, resultando em danos como rachaduras. Além disso, notou-se a presença de plantas espinhosas em trajetos frequentados por pessoas. Nesse contexto, fica evidente a falta de critérios adequados no processo de plantio dessas espécies vegetais, o que pode ser atribuído, em parte, à falta de conhecimento e planejamento adequado, resultando em problemas futuros em contexto econômicos para os órgãos responsáveis da Universidade Federal.

CONCLUSÃO

Em síntese, a análise do paisagismo na UFAC revela uma realidade preocupante, com a predominância significativa de espécies exóticas, invasoras e venenosas nos diversos ambientes. Além disso, a identificação de novas introduções de plantas na região demonstra a necessidade de reavaliar as práticas de seleção de espécies vegetais em projetos paisagísticos. A promoção de plantas nativas, especialmente aquelas adaptadas ao bioma local, emerge como uma estratégia essencial não apenas para preservar a biodiversidade, mas também para criar ambientes sustentáveis e harmoniosos. Em última análise, este estudo destaca a relevância de adotar uma abordagem consciente e responsável no paisagismo,

contribuindo para a preservação dos ecossistemas locais e promovendo uma conexão mais profunda entre o ambiente construído e a natureza que o rodeia.

REFERÊNCIAS

ALAM, H.; KHATTAK, J. Z. K.; PPOYIL, S. B. T.; KURUP, S. S.; KSIKSI, T. S. Landscaping with native plants in the UAE: a review. **Emirates Journal of food and agriculture**, v. 19, n. 10, p. 729-741, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.9755/ejfa.2017.v29.i10.319>. Acesso em: 15 set. 2023.

ANGGRAINI, R.; SOLFIYENI, S. Spatial spread of invasive foreign plants *Clidemia hirta* (L.) D. Don in Bung Hatta Forest Park, Padang, West Sumatra. **Jurnal Biologi Universitas Andalas**, v. 7, n.2, p. 136-141, 2019. <https://doaj.org/article/234c82e174f2467bbb9a833e9808d02b>

ARQUIFLORA.RIO. **A flora brasileira**. 2023. Disponível em: <https://arquiflora.rio/>. Acesso em: 28 ago. 2023.

ASPCA. The American Society for the Prevention of Cruelty to Animals. **US non-governmental organization that fights crimes against animals**. Disponível em: <https://www.aspca.org/>. Acesso em: 28 ago. 2023.

ATWA, S. M. H.; IBRAHIM, M. G.; SALEH, A. M.; MURATA, R. Development of sustainable landscape design guidelines for a green business park using virtual reality. **Sustainable Cities and Society**, v. 48, p. 101543-10155, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101543>

AVOLIO, M.; PATAKI, D. E.; JENERETTE, G. D.; PINCETL, S.; CLARKE, L. W.; CAVENDER-BARES, J.; GILLESPIE, T. W.; HOBBIIE, S. E.; LARSON, K. L.; MCCARTHY, H. R.; TRAMMELL, T. E. Urban plant diversity in Los Angeles, California: species and functional type turnover in cultivated landscapes. **Plants, People, Planet**, v. 2, n. 2, p. 144-156, 2020. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10067>

BALDING, M.; WILLIAMS, K. J. H. Plant blindness and the implications for plant conservation. **Conservation Biology**, v. 30, n. 6, p. 1192-1199, 2016. <https://doi.org/10.1111/cobi.12738>

BECERRA, P. I.; SIMONETTI, J. A. Native and exotic plant species diversity in forest fragments and forestry plantations of a coastal landscape of central Chile. **Revista Bosque**, v. 41, n. 2, p. 125-136, 2020. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002020000200125>

BERTHON, K.; THOMAS, F.; BEKESSY, S. The role of 'nativeness' in urban greening to support animal biodiversity. **Landscape and Urban Planning**, v. 205, p. 103959-103969, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103959>

BOSCUCCI, F.; LAMI, F.; PELLEGRINI, E.; BUCCHERI, M.; BUSATO, F.; MARTINI, F.; MARINI, L. Urban sprawl facilitates invasions of exotic plants across multiple spatial scales. **Biological Invasions**, v. 24, n. 5, p. 1497-1510, 2022. <https://doi.org/10.1007/s10530-022-02733-6>

CABI. Center for Agriculture and Bioscience International. **CABI compendium invasive species: detailed coverage of invasive species threatening livelihoods and the environment worldwide**. 2023. Disponível em: <https://www.cabidigitallibrary.org/product/qi>. Acesso em: 27 ago. 2023.

CALLAWAY, R. M.; RIDENOUR, W. Novel weapons: invasive success and the evolution of increased competitive ability. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 2, n. 8, p. 436-443, 2004. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2004\)002\[0436:NWISAT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0436:NWISAT]2.0.CO;2)

CAMPOY, J. G.; ACOSTA, A. T.; AFFRE, L.; BARREIRO, R.; BRUNDU, G.; BUISSON, E.; GONZÁLEZ, L.; LEMA, M.; NOVOA, A.; RETUERTO, R.; ROILLOA, S. R.; FAGÚNDEZ, J. Monographs of invasive plants

in Europe: *Carpobrotus*. **Botany Letters**, v. 165, n. 3-4, p. 440-475, 2018. <https://doi.org/10.1080/23818107.2018.1487884>

CAVENDER-BARES, J.; CUBINO, J. P.; PEARSE, W. D.; HOBBIE, S. E.; LANGE, A. J.; KNAPP, S.; NELSON, K. C. Horticultural availability and homeowner preferences drive plant diversity and composition in urban yards. **Ecological Applications**, v. 30, n. 4, p. e02082, 2020. <https://doi.org/10.1002/eap.2082>

CRYSTAL-ORNELAS, R.; LOCKWOOD, J. L. The 'known unknowns' of invasive species impact measurement. **Biological Invasions**, v. 22, n. 4, p. 1513-1525, 2020. <https://doi.org/10.1007/s10530-020-02200-0>

DUBOSCQ-CARRA, V. G., FERNANDEZ, R. D., HAUBROCK, P. J., DIMARCO, R. D., ANGULO, E., BALLESTEROS-MEJIA, L.; DIAGNE, C.; COURCHAMP, F.; NUÑEZ, M. A. Economic impact of invasive alien species in Argentina: a first national synthesis. **Neobiota**, v. 67, p. 329-348, 2021. <https://dx.doi.org/10.3897/neobiota.67.63208>

EOL. Encyclopedia of Life. **Global access to knowledge about life on Earth**. 2023. Disponível em: <https://eol.org/>. Acesso em: 28 ago. 2023.

EPELAND, E. K.; KETTENRING, K. M. Strategic plant choices can alleviate climate change impacts: A review. **Journal of environmental management**, v. 222, p. 316-324, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.05.042>

ESPINOSA-GARCÍA, F. J.; VILLASEÑOR, J. L. Biodiversity, distribution, ecology and management of non-native weeds in Mexico: a review. **Revista Mexicana de Biodiversidad**, v. 88, p. 76-96, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.010>

FANG, Y.; ZHANG, X.; WEI, H.; WANG, D.; CHEN, R.; WANG, L.; GU, W. Predicting the invasive trend of exotic plants in China based on the ensemble model under climate change: A case for three invasive plants of Asteraceae. **Science of the Total Environment**, v. 756, p. 143841, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143841>

FORRESTER, M. B.; LAYTON, G. M.; VARNEY, S. M. *Cycas revoluta* (sago cycad) exposures reported to Texas poison centers. **The American Journal of Emergency Medicine**, v. 38, n. 8, p. 1611-1615, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2019.158446>

GAVIER-PIZARRO, G. I.; RADELOFF, V. C.; STEWART, S. I.; HUEBNER, C. D.; KEULER, N. S. Housing is positively associated with invasive exotic plant species richness in New England, USA. **Ecological Applications**, v. 20, n. 7, p. 1913-1925, 2010. <https://doi.org/10.1890/09-2168.1>

GBIF. Global Biodiversity Information Facility. **Free and open access to biodiversity data**. 2023. Disponível em: <https://www.gbif.org/>. Acesso em: 27 ago. 2023.

GCW. Global Compendium of Weeds. **List of plant species that have been cited in specific references as weeds**. 2023. Disponível em: <http://www.hear.org/gcw/>. Acesso em: 28 ago. 2023.

GÉRARD, A.; GANZHORN, J. U.; KULL, C. A.; CARRIÈRE, S. M. Possible roles of introduced plants for native vertebrate conservation: the case of Madagascar. **Restoration Ecology**, v. 23, n. 6, p. 768-775, 2015. <https://doi.org/10.1111/rec.12246>

GOODNESS, J. Urban landscaping choices and people's selection of plant traits in Cape Town, South Africa. **Environmental Science & Policy**, v. 85, p. 182-192, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.02.010>

GOUKER, F. E.; DIFAZIO, S. P.; BUBNER, B.; ZANDER, M.; SMART, L. B. Genetic diversity and population structure of native, naturalized, and cultivated *Salix purpurea*. **Tree Genetics & Genomes**, v. 15, n. 47, p. 1-14, 2019. <https://doi.org/10.1007/s11295-019-1359-0>

GUIMARÃES, A. L. de A.; TANQUE, P. R. do; PYRRHO, A. dos S.; VIEIRA, A. C. de M. Toxicological and anatomical study of vegetative organs of *Anthurium maricense* nadruz and mayo (Araceae). **Revista Agrogeoambiental**, v. 11, n. 2, p. 87-106, 2019. <https://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v11n220191289>

HERRON, P. M.; MARTINE, C. T.; LATIMER, A. M.; LEICHT-YOUNG, S. A. Invasive plants and their ecological strategies: prediction and explanation of woody plant invasion in New England. **Diversity and Distributions**, v. 13, n. 5, p. 633-644, 2007. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2007.00381.x>

KALTSIDI, M. P.; BAYER, I.; MITSU, C.; AROS, D. Potential use of Chilean native species in vertical greening systems. **Sustainability**, v. 15, n. 6, p. 1-25, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su15064944>. Acesso em: 8 set. 2023.

KONERSMANN, C.; NOROMIARILANTO, F.; RATOvonAMANA, Y. R.; BRINKMANN, K.; JENSEN, K.; KOBBE, S.; KÖHL, M.; KUEBLER, D.; LAHANN, P.; STEFFENS, K. J. E.; GANZHORN, J. U. Using utilitarian plants for lemur conservation. **International Journal of Primatology**, v. 43, p. 1026-1045, 2021. <https://doi.org/10.1007/s10764-021-00200-y>

KOVUR, M. **Plant species identification in the wild based on images of organs**. West Virginia University, 2021. Disponível em: <https://www.proquest.com/openview/>. Acesso em: 16 set. 2023.

KUSUMOTO, B.; KUBOTA, Y.; SHIONO, T.; VILLALOBOS, F. Biogeographical origin effects on exotic plants colonization in the insular flora of Japan. **Biological Invasions**, v. 23, n. 9, p. 2973-2984, 2021. <https://doi.org/10.1007/s10530-021-02550-3>

LÁZARO-LOBO, A.; ERVIN, G. N. A global examination on the differential impacts of roadsides on native vs. exotic and weedy plant species. **Global ecology and conservation**, v. 17, p. 1-13, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00555>

LAZZARO, L.; BOLPAGNI, R.; BUFFA, G.; GENTILI, R.; LONATI, M.; STINCA, A.; ACOSTA, A. T. R.; ADORNI, M.; ALEFFI, M.; ALLEGREZZA, M.; ANGIOLINI, C.; ASSINI, S.; BAGELLA, S.; BONARI, G.; BOVIO, M.; BRACCO, F.; BRUNDU, G.; CACCIANIGA, M.; CARNEVALI, L.; CECCO, V. di; LASTRUCCI, L. Impact of invasive alien plants on native plant communities and Natura 2000 habitats: State of the art, gap analysis and perspectives in Italy. **Journal of Environmental Management**, v. 274, p. 111140, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111140>

LIPPMANN, R.; BABBEN, S.; MENGER, A.; DELKER, C.; QUINT, M. Development of wild and cultivated plants under global warming conditions. **Current Biology**, v. 29, n. 24, p. 1326-1338, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.10.016>

LU-IRVING, P.; MARX, H. E.; DLUGOSCH, K. M. Leveraging contemporary species introductions to test phylogenetic hypotheses of trait evolution. **Current opinion in plant biology**, v. 42, p. 95-102, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2018.04.011>

MARANHO, Á. S.; PAULA, S. R. P. de; LIMA, E. L.; PAIVA, A. V. de; ALVES, A. P.; NASCIMENTO, D. O. do. Levantamento censitário da arborização urbana viária de Senador Guimard, Acre. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 7, n. 3, p. 44-56, 2012. <http://dx.doi.org/10.5380/revsbau.v7i3.66532>

MARTINO, L. di; MARTINO, L. di; CECCO, V.; CECCO, M. di; SANTO, M. di; CIASCETTI, G.; MARCANTONIO, G. Use of native plants for ornamental purposes to conserve plant biodiversity: Case of

study of Majella National Park. **Journal for Nature Conservation**, v. 56, p. 125839, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2020.125839>

MONTESINOS, D. Fast invasives fastly become faster: Invasive plants align largely with the fast side of the plant economics spectrum. **Journal of Ecology**, v. 110, n. 5, p. 1010-1014, 2022. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13616>

NESOM, G. L. Overview of Liriope and Ophiopogon (Ruscaceae) naturalized and commonly cultivated in the USA. **Phytoneuron**, v. 56, p. 1-31, 2010. <https://www.phytoneuron.net/PhytoN-LiriopegonOverview.pdf>

NESOM, G. L. Which non-native plants are included in floristic accounts? **Sida, Contributions to Botany**, v. 19, n. 1, p. 189-193, 2000. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/41967771>. Acesso em: 16 set. 2023.

NIEMEYER, C. A. da C. **Paisagismo no planejamento arquitetônico**. 2020. 3. ed. Uberlândia: EDUFU, 2019. 103 p. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/29687/>. Acesso em: 8 maio 2023.

NUNEZ-MIR, G. C.; GUO, Q.; REJMÁNEK, M.; IANNONE III, B. V.; FELI, S. Predicting invasiveness of exotic woody species using a traits-based framework. **Ecology**, v. 100, n. 10, p. 1-11, 2019. <https://doi.org/10.1002/ecs.2797>

OLIVEIRA, C. A.; JESUS, I. S. Espacialização e quantificação das áreas verdes no perímetro urbano do município de Rio Branco-Acre. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2011. Curitiba. **Anais** [...]. Curitiba-PR: SBSR, Brasil. 2011. p. 0877. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte/2011/07.15.14.40.38/doc/p0625.pdf>. Acesso em: 7 maio 2023.

PAIVA, A. V. de; LIMA, A. B. M.; CARVALHO, A.; JUNIOR, A. M.; GOMES, A.; MELO, C. S.; FARIAS, C. O.; REIS, C.; BEZERRA, C.; JUNIOR, E. A. S.; MACEDO, E.; LIMA, E. S.; SOBRINHO, F.; SILVA, F. M. BONFIM, J. C.; JUNIOR, L. S.; CORREA, M.; DUMONT, M. L.; ISAAC JUNIOR, M. A.; PANTOJA, N. V.; DAVILA, R. M.; GABRIEL, R.; SILVA, R. A.; CUNHA, R. M.; OLIVEIRA, R. S.; DIAS, R.; NICHELI, S. P.; COSTA, S.; SOUZA, T. C.; PEREIRA, T. F.; CASTELO, Z.; FERRARI, Z. S. Inventário e diagnóstico da arborização urbana viária de Rio Branco, AC. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 5, n. 1, p. 144-159, 2010. <http://dx.doi.org/10.5380/revsbau.v5i1.66256>

PENSIERO, J. F.; ZABALA, J. M.; MARINONI, L. D. R.; RICHARD, G. A. Native and naturalized forage plant genetic resources for saline environments of the southernmost portion of the American Chaco. In: TALEISNIK, E.; LAVADO, R.S. (ed.). **Saline and alkaline soils in Latin America: natural resources, management and productive alternatives**. Cham: Springer, 2021. p. 339-380. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52592-7_18

PEYTON, J.; MARTINOU, A. F.; PESCOTT, O. L.; DEMETRIOU, M.; ADRIAENS, T.; ARIANOUTSOU, M.; BAZOS, I.; BEAN, C. W.; BOOY, O.; BOTHAM, M.; BRITTON, J. R.; CERVIA, J. L.; CHARILAOU, P.; CHARTOSIA, N.; DEAN, H. J.; DELIPETROU, P.; DIMITRIOU, A. C.; DÖRFLINGER, G.; FAWCETT, J.; FYTTIS, G.; GALANIDIS, A.; GALIL, B.; HADJIKYRIAKOU, T.; HADJISTYLLI, M.; IERONYMIDOU, C.; JIMENEZ, C.; KARACHLE, P.; KASSINIS, N.; KERAMETSIDIS, G.; KIRSCHER, A. N. G.; KLEITOU, P.; KLEITOU, D.; MANOLAKI, P.; MICHAELIDIS, N.; MOUNTFORD, J. O.; NIKOLAOU, C.; PAPTAEODOULOU, A.; PAYIATAS, G.; RIBEIRO, F.; RORKE, S. L.; SAMUEL, Y.; SAVVIDES, P.; SCHAFER, S. M.; TARKAN, A. S.; SILVA-ROCHA, I.; TOP, N.; TRICARICO, E.; TURVEY, K.; TZIORTZIS, I.; TZIRKALLI, E.; VERREYCKEN, H.; WINFIELD, I. J.; ZENETOS, A.; ROY, H. E. Horizon scanning for invasive alien species with the potential to threaten biodiversity and human health on a Mediterranean island. **Biological Invasions**, v. 21, p. 2107-2125, 2019. <https://doi.org/10.1007/s10530-019-01961-7>

PFAF. Plants For A Future. **Online free-to-use information database and associated website for those interested in edible and useful plants**. 2023. Disponível em: <https://pfaf.org/user/Default.aspx>. Acesso em: 28 ago. 2023.

PICTURETHIS. **Parceiro essencial para jardinagem e atividades ao ar livre**. Identificador de plantas por imagem com informações de cultivo e cuidados. 2023. Disponível em: <https://www.picturethisai.com/pt/>. Acesso em: 6 ago. 2023.

PRANSKUNIENE, Z.; RATKEVICIUTE, K.; SIMAITIENE, Z.; PRANSKUNAS, A.; BERNATONIENE, J. Ethnobotanical study of cultivated plants in Kaišiadorys District, Lithuania: possible trends for new herbal based medicines. **Evidence-based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2019, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/3940397>

PWO. Plants of the World Online. **Royal Botanic Gardens Kew**. 2023. <https://powo.science.kew.org/>. Acesso em: 28 ago. 2023.

RAMULA, S.; KALSKE, A. Introduced plants of *Lupinus polyphyllus* are larger but flower less frequently than conspecifics from the native range: Results of the first year. **Ecology and Evolution**, v. 10, n. 24, p. 13742-13751, 2020. <https://doi.org/10.1002/ece3.6964>

SALACHNA, P. Trends in ornamental plant production. **Horticulturae**, v. 8, n. 5, p. 413, 2022. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8050413>

SALISBURY, A.; AL-BEIDH, S.; ARMITAGE, J.; BIRD, S.; BOSTOCK, H.; PLATONI, A.; TACHELL, M.; THOMPSON, K.; PERRY, J. Enhancing gardens as habitats for soil-surface-active invertebrates: should we plant native or exotic species? **Biodiversity and Conservation**, v. 29, p. 129-151, 2020. <https://doi.org/10.1007/s10531-019-01874-w>

SANTOS, L. R.; SANTOS, E. A. dos; PINHEIRO, R. M.; FERREIRA, E. J. L. Diagnóstico da arborização do parque urbano tucumã, em Rio Branco-AC. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 12, n. 2, p. 103-116, 2017. <http://dx.doi.org/10.5380/revsbau.v12i2.63529>. 2023

SEMERARO, T.; SCARANO, A.; BUCCOLIERI, R.; SANTINO, A.; AARREVAARA, E. Planning of urban green spaces: an ecological perspective on human benefits. **Land**, v. 10, n. 2, p. 105, 2021. <https://doi.org/10.3390/land10020105>

SIBBR. Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira. **Plataforma online que integra dados e informações sobre a biodiversidade e os ecossistemas de diferentes fontes**. 2023. Disponível em: <https://sibbr.gov.br/>. Acesso em: 28 ago. 2023.

SILVA, J. A.; LIMA, J. M. T. L. T. Serviços de paisagismo no município de Boa Vista-RR e a formação de preços dos produtos ornamentais. **Portal de Periódicos Eletrônicos IEDi**, v. 1, n. 1, 2023.

SILVA, J. L. D. S. e; DE OLIVEIRA, M. T. P.; OLIVEIRA, W.; BORGES, L. A.; CRUZ-NETO, O.; LOPES, A. V. High richness of exotic trees in tropical urban green spaces: Reproductive systems, fruiting and associated risks to native species. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 50, p. 126659-126668, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126659>

SIVIERO, A.; DELUNARDO, T. A.; HAVERROTH, M.; OLIVEIRA, L. C. D.; ROMAN, A. L. C.; MENDONÇA, Â. M. D. S. Plantas ornamentais em quintais urbanos de Rio Branco, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v. 9, n. 3, p. 797-813, 2014. <https://doi.org/10.1590/1981-81222014000300015>

SIVIERO, A.; DELUNARDO, T. A.; HAVERROTH, M.; OLIVEIRA, L. C. D.; MENDONÇA, Â. M. S. Cultivo de espécies alimentares em quintais urbanos de Rio Branco, Acre, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25 n. 3, p. 549-556, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062011000300006>

SIVIERO, A.; DELUNARDO, T.A.; HAVERROTH, M.; OLIVEIRA, L.C.; MENDONÇA, A.M.S. Plantas medicinais em quintais urbanos de Rio Branco, Acre. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 14, n. 4, p. 598-610, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1516-05722012000400005>

SOARES, A. C. S.; SANTOS, R. O. dos; SOARES, R. N.; CANTUARIA, P. C., LIMA, R. B. de; SILVA, B. M. D. S. e. Paradox of afforestation in cities in the Brazilian Amazon: An understanding of the composition and floristic similarity of these urban green spaces. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 66, p. 127374, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127374>. Acesso em: 7 maio 2023.

STROUD, S.; PEACOCK, J.; HASSALL, C. Vegetation-based ecosystem service delivery in urban landscapes: a systematic review. **Basic and Applied Ecology**, v. 61, p. 82-101, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2022.02.0077>

TARTAGLIA, E. S.; ARONSON, M. F. J.; RAPHAEL, J. Does suburban horticulture influence plant invasions in a remnant natural area? **Natural areas journal**, v. 38, n. 4, p. 259-267, 2018. <https://doi.org/10.3375/043.038.0406>

TOSCANO, S.; FERRANTE, A.; ROMANO, D. Response of Mediterranean ornamental plants to drought stress. **Horticulturae**, v. 5, n. 6, p. 1-20, 2019. <https://doi.org/10.3390/horticulturae5010006>

TRAN, D. X.; PEARSON, D.; PALMER, A.; GRAY, D. Developing a landscape design approach for the sustainable land management of hill country farms in New Zealand. **Land**, v. 9, n. 6, p. 185, 2020.: <https://doi.org/10.3390/land9060185>

VILÀ, M.; GALLARDO, B.; PREDÀ, C.; GARCÍA-BERTHO, E.; ESSL, F.; KENIS, M.; ROY, H. E.; GONZÁLEZ-MORENO, P. A review of impact assessment protocols of non-native plants. **Biological Invasions**, v. 21, n. 3, p. 709-723, 2019. <https://doi.org/10.1007/s10530-018-1872-3>

WALLER, L. P.; ALLEN, W. J.; BARRATT, B. I. P.; CONDRON, L. M.; FRANÇA, F. M.; HUNT, J. E.; KOELE, N.; ORWIN, K. H.; STEEL, G. S.; TYLIANAKIS, J. M.; WAKELIN, S. A.; DICKIE, I. A. Biotic interactions drive ecosystem responses to exotic plant invaders. **Science**, v. 368, n. 6494, p. 967-972, 2020. <https://doi.org/10.1126/science.aba2225>

WANG, S.; WU, M.; HU, M.; FAN, C.; WANG, T.; XIA, B. Promoting landscape connectivity of highly urbanized area: an ecological network approach. **Ecological Indicators**, v. 125, p. 107487-107499, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107487>

XU, H.; LIU, Q.; WANG, S.; YANG, G.; XUE, S. A global meta-analysis of the impacts of exotic plant species invasion on plant diversity and soil properties. **Science of the Total Environment**, v. 810, p. 152286- 152295, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152286>

YERJANOVICH, Y. B.; MAMADIYOROGLU, A. A. Principles of using ornamental plants in the interior. **European Journal of Innovation in Nonformal Education**, v. 1, n. 2, p. 79-81, 2021. <http://inovatus.es/index.php/ejine/article/view/50>

ZANI, G.; LOW, J. Botanical priming helps overcome plant blindness on a memory task. **Journal of Environmental Psychology**, v. 81, p. 101808, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2022.101808>

ZICKEL, C. S.; DIAS, G. M. Native species for ornamental use. **Ornamental Horticulture**, v. 24, p. 1-1, 2018. <https://doi.org/10.14295/oh.v24i3.1540>

ZINNEN, J.; MATTHEWS, J. W. Native species richness of commercial plant vendors in the Midwestern United States. **Native Plants Journal**, v. 23, n. 1, p. 4-16, 2022. <https://doi.org/10.3368/npj.23.1.4>

ZOU, M.; ZHANG, H. Cooling strategies for thermal comfort in cities: a review of key methods in landscape design. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 28, n. 44, p. 62640-62650, 2021. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-15172-y>