



Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro
Escola Nacional de Botânica Tropical
Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu*

Tese de Doutorado

**Conservação de espécies ameaçadas de extinção nos
jardins botânicos brasileiros**

Maria Lúcia Moreira Nova da Costa

Rio de Janeiro
2014



Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro
Escola Nacional de Botânica Tropical
Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu*

Conservação de espécies ameaçadas de extinção nos jardins botânicos brasileiros

Maria Lúcia Moreira Nova da Costa

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica, Escola Nacional de Botânica Tropical, do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Botânica.

Orientador: Dra Ariane Luna Peixoto

**Rio de Janeiro
2014**

Costa, Maria Lúcia Moreira Nova da.
C837c Conservação de espécies ameaçadas de extinção nos jardins
botânicos brasileiros / Maria Lúcia Moreira Nova da Costa. – Rio de
Janeiro, 2014.
x, 126 f. : il. ; 28 cm.

Tese (doutorado) – Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio
de Janeiro / Escola Nacional de Botânica Tropical, 2014.

Orientadora: Ariane Luna Peixoto.
Bibliografia.

1. Jardins botânicos. 2. Conservação. 3. Espécies ameaçadas.
4. Brasil. I. Título. II. Escola Nacional de Botânica Tropical.

CDD 580.74481

Conservação de espécies ameaçadas de extinção nos jardins botânicos brasileiros

Maria Lúcia Moreira Nova da Costa

Tese submetida ao corpo docente da Escola Nacional de Botânica Tropical, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro - JBRJ, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor.

Aprovada por:

Prof. Dra Ariane Luna Peixoto (Orientadora) _____
Prof. Dr. Dácio Roberto Matheus _____
Prof. Dr. Eduardo Luis Catharino _____
Prof. Dr. Fabio Rubio Scarano _____
Prof. Dr. Gustavo Martinelli _____

Em 21/02/ 2014

Rio de Janeiro
2014

Agradecimentos

À minha orientadora, Ariane Luna Peixoto, pela dedicação, pela troca de ideias e apoio em todas as etapas do trabalho e por contribuir para que o processo fosse leve e sereno.

Ao Mike Maunder, meu supervisor do estágio sanduíche, durante o doutorado, pelo pronto envolvimento e interesse no projeto, pelas conversas inspiradoras e pela generosidade de compartilhar seu conhecimento.

Aos profissionais dos jardins botânicos brasileiros que prestaram as informações sem as quais este estudo não seria possível. Meus sinceros agradecimentos por atenderem às minhas solicitações, esclarecerem dúvidas e me receberem nas visitas técnicas.

Aos colegas dos jardins botânicos mexicanos e americanos pela calorosa acolhida em minha visita, em especial Maite Lascurian, Edelmira Linares, Linda Baltazar e Diane Jackson. Ao Peter Wyse Jackson, incansável defensor da importância dos jardins botânicos e grande parceiro dos jardins botânicos brasileiros desde os anos 90.

A Anabelle, Mickey, Rocio e Ilana, pelo apoio durante a minha estadia no período do estágio no exterior.

Aos pesquisadores de vários países que atenderam ao meu pedido de envio de artigos, que ajudaram a enriquecer o estudo.

À equipe do Botanic Garden Conservation International, em especial Sara Oldfield e Suzanne Sharrock, por sua atuação no esforço de integração dos jardins botânicos e divulgação de experiências que serviram de referência para este estudo.

À Tânia Sampaio Pereira pelo fiel companheirismo na nossa longa jornada profissional, por sua contagiante paixão pelos jardins botânicos e por deixar a porta ao lado sempre aberta para me receber.

Aos colegas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro que se interessaram e de alguma forma se envolveram no projeto, especialmente ao Ricardo, Thais, Antônio, Nara, Marta, Marcão, Fatinha e Claudine pelos dados fornecidos sobre as coleções. À equipe da Biblioteca, pela ajuda com as consultas bibliográficas e sobretudo à Cristiana, pela amizade. Ao Ernani, Rafael e Vinícius pelo apoio na elaboração dos mapas e gráficos. À equipe do Centro Nacional de Conservação da Flora, pelo apoio no compartilhamento e análise de dados.

Aos docentes da Escola Nacional de Botânica Tropical e aos colegas do curso de doutorado, pelos ensinamentos e debates produtivos. Aos membros das bancas de seminários I, II e exame de qualificação, pelas contribuições ao projeto. À equipe da secretaria pelas inúmeras providências durante este período.

À coordenação do Curso de Ciências Biológicas da PUC- RJ pela oportunidade da realização do estágio docência.

Ao Gustavo Martinelli, por avaliar e contribuir com várias etapas do projeto. Ao Fábio Scarano, pelo incentivo e otimismo contagiante. A esses dois e ao Dácio Matheus, Eduardo Catharino, Massimo Bovini e Heloisa Alves, por aceitarem prontamente participar da banca de defesa e pelas valiosas sugestões.

Aos amigos que acompanharam o processo, me ouviram e me acalmaram, entre eles Stella, Eloá, Zé Al, Jorge e Graciela. À Tamar Bajgielman, em especial, pela generosa contribuição, pelos conselhos e discussões inspiradoras. À querida Irene pela revisão de textos.

Aos meus pais, Jorge e Yedda, por acreditarem que esta é a melhor tese do mundo.

Aos demais parentes, por compreenderem minha ausência nos encontros que celebraram alegrias e tristezas. Ao Luciano Martins, pelo carinho. À Vera Pedrosa, pelo constante apoio e pela ajuda com a língua inglesa.

Aos meus filhos – meus meninos, já não tão meninos assim. Ao Pedro pela ajuda na comparação de listas, com a graciosa pronúncia dos intrincados nomes científicos. Ao Antônio, meu assessor para assuntos de informática, por suportar os muitos momentos da minha ausência nos seus últimos anos de infância. Aos dois por me darem alegria de viver.

Ao Quito, companheiro de longa estrada, pelo respeito, paciência, apoio nos momentos críticos, por mostrar sempre o outro lado das coisas e especialmente pela música linda, que me move e me emociona.

RESUMO

(Conservação de espécies ameaçadas de extinção nos jardins botânicos brasileiros). Tratados internacionais sobre a temática ambiental firmados nas duas últimas décadas, como a Convenção sobre Diversidade Biológica e em especial a Estratégia Global de Conservação de Plantas (GSPC, sigla em inglês), estabeleceram uma série de objetivos estratégicos que orientam a missão e as atividades dos jardins botânicos ao redor do mundo. Estas diretrizes sugerem que as estratégias conservacionistas dos jardins botânicos devem incorporar medidas de conservação dos componentes da diversidade biológica fora de seus habitats naturais, ou seja, *ex situ*, e medidas de manutenção e recuperação de populações viáveis de espécies em seus meios naturais, conservação *in situ*. Em decorrência disso, os jardins botânicos em todo o mundo passaram a planejar estratégias de conservação integrada, tendo como foco as espécies consideradas prioritárias da flora local ou nacional. No Brasil, país de dimensões continentais, os jardins botânicos têm o enorme desafio de estudar e conservar a flora nativa, uma das mais ricas e diversas do mundo, com alta taxa de endemismo, porém com número crescente de plantas sob o alto risco de extinção. Este estudo teve como objetivo geral avaliar a atuação dos jardins botânicos brasileiros no que se refere à conservação de espécies ameaçadas de extinção. Para tanto, foi realizado um diagnóstico quantitativo e qualitativo sobre a manutenção de espécies ameaçadas nas coleções *ex situ* de 26 jardins botânicos brasileiros que participaram da pesquisa. Os resultados indicaram a presença de 102 (21%) espécies da Lista Oficial da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção em 21 jardins botânicos, sendo as espécies mais frequentes *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae) *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae) e *Caesalpinia echinata* L. (Fabaceae). Isto indica que os jardins botânicos brasileiros estão longe de cumprir a meta, estabelecida pela GSPC, de que pelo menos 75% das espécies ameaçadas esteja em coleções *ex situ*. É também preocupante a baixa representatividade de exemplares por espécie (indicando baixos níveis de amostragem genética), a carência de dados de coleta e a insuficiência de políticas e protocolos de manejo. Os resultados indicam que é preciso operar uma mudança na prática de conservação, a fim de aumentar a efetividade das coleções para atender aos propósitos conservacionistas do país. Melhorias em infraestrutura e no quadro de recursos humanos, incluindo capacitação em horticultura, também são apontadas como necessárias. O estudo incluiu também o levantamento de registros de coletas e de inventários florísticos nas reservas de vegetação natural dos jardins botânicos. Foi assinalada a ocorrência de 36 espécies ameaçadas da Lista Oficial Brasileira e de 649 espécies de listas estaduais, ressaltando a importância dessas reservas para a conservação *in situ* destas espécies. Este estudo recomenda o melhor aproveitamento do potencial de uso dessas áreas para pesquisa, capacitação de recursos humanos e atividades visando à conscientização da sociedade para uma mudança de conduta em relação ao uso dos recursos naturais. É proposta uma estratégia com ações para os jardins botânicos localizados no domínio da Mata Atlântica, vinculando as atribuições contemporâneas destas instituições com as demandas de conservação do bioma. Com a estratégia proposta, procura-se valorizar o potencial de atuação multidisciplinar em conservação, pesquisa, educação, promoção do uso sustentável dos recursos vegetais, ecoturismo e *lobby* político, no sentido de ter avanços estratégicos na conservação de plantas.

Palavras-chave: jardins botânicos, conservação *in situ*, conservação *ex situ*, espécies ameaçadas.

ABSTRACT

(Conservation of threatened species in Brazilian botanic gardens). International agreements on environmental issues signed in the last two decades, such as the Convention on Biological Diversity and in particular the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC), established a series of strategic goals that guide the mission and activities of botanic gardens worldwide. These strategic goals suggest that botanic garden conservation strategies should incorporate measures for conservation of components of biological diversity outside their natural habitats, *ex situ*, and for maintenance and recovery of viable populations of species in their natural environments, *in situ* conservation. As a result, the botanic gardens around the world have been adopting strategies for integrated conservation, focusing on priority species of the local or national flora. In Brazil, a country of continental dimensions, botanic gardens have the challenge of studying and conserving the native flora, one of the richest and most diverse in the world, with a high rate of endemism, but with increasing number of plants at high risk of extinction. This study aimed to evaluate the performance of Brazilian botanic gardens regarding the conservation of threatened species. Thus, a quantitative and qualitative assessment of threatened species in *ex situ* collections was conducted for 26 Brazilian botanic gardens. The results indicated the presence of 102 (21%) species of Brazilian Official List of Threatened Flora in 21 botanic gardens. The most frequent species were *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae), *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae) and *Caesalpinia echinata* L. (Fabaceae). This indicates that the Brazilian botanic gardens are still far from achieving the target established by the GSPC, which suggests that at least 75% of threatened species should be in *ex situ* collections. It is also of concern to note the low representation of specimens per species (indicating low levels of genetic sampling), the lack of collecting data and insufficient policies and management protocols. The results indicate that is necessary to make a change in the practice of conservation in order to increase the effectiveness of collections to meet Brazil's conservation purposes. The improvement in terms of infrastructure and human resources, including capacity building in horticulture is also necessary. The study also included an assessment of collecting records and floristic inventory of the reserves of natural vegetation within botanic gardens. The figures indicate the occurrence of 36 threatened species from the Brazilian Official List and 649 threatened species from the states lists, highlighting the importance of these reserves regarding the *in situ* conservation of such species. This study recommends the best use of the potential of these areas for research, training of human resources and activities aimed at raising awareness of society and changes of behaviour regarding the use of natural resources. It is proposed a strategy with actions for the botanic gardens situated in the Atlantic Forest domain, which links the contemporary role of these institutions to the demands for conservation of the biome. With the proposed strategy we seek to value the potential of multidisciplinary work in conservation, research, education, sustainable use of plant resources, ecotourism and political outreach in order to advance strategic gains in plant conservation

Key words: botanic gardens, *in situ* conservation, *ex situ* conservation, threatened species.

SUMÁRIO

Introdução geral	01
Referências bibliográficas.....	07

Capítulo 1 - Brazilian botanic gardens - scenarios and perspectives on delivering the conservation of threatened species

Abstract	13
Introduction	13
Methodology.....	17
Results	20
Institutional aspects	21
Characterization of <i>ex situ</i> collections.....	23
<i>Ex situ</i> collections assessment.....	24
Discussion.....	29
Institutional aspects.....	29
General aspects of <i>ex situ</i> collections.....	31
Quantitative and qualitative aspects.....	33
Use of collections.....	36
Conclusions.....	37
References.....	39
Supplementary material (Appendix A).....	47

Capítulo 2 – Contribution of Brazilian botanic gardens to *in situ* conservation of threatened species

Abstract.....	52
Introduction.....	52
Methodology.....	54
Results.....	55
Discussion.....	63
Conclusions.....	67
References.....	68

Capítulo 3 – O múltiplo papel dos jardins botânicos na conservação da Mata

Atlântica

Resumo.....	74
Introdução.....	75
A Mata Atlântica brasileira.....	81
Os jardins botânicos e os desafios da conservação.....	84
A pesquisa científica na agenda dos jardins botânicos.....	87
Os jardins botânicos na promoção do uso sustentável.....	92
O público como parceiro na missão de conservação das plantas.....	93
Comunicação externa como meio de fortalecimento institucional.....	96
Uma estratégia para a estratégia.....	96
Conclusão.....	103
Referências bibliográficas.....	103
Conclusões gerais.....	113
Anexo 1. Questionário para pesquisa de tese.....	116

Introdução Geral

As crescentes ameaças ao meio ambiente, como a exploração dos recursos naturais de forma não sustentável, a destruição e fragmentação de habitats e os impactos das mudanças climáticas e, principalmente, o aumento do risco de extinção de espécies, têm motivado reflexões em todo o mundo sobre a conservação da biodiversidade. A ampla divulgação das previsões do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) sobre a velocidade de perda de espécies e degradação da biodiversidade pela ação humana (IPCC 2007) tem levado governos e sociedade a pensar em novos modelos de desenvolvimento. A extinção de espécies é um processo natural, mas estimativas sugerem um aumento em mais de mil vezes na taxa natural de extinção (Pimm *et al.* 1995, Baillie *et al.* 2004) e atribuem à ação do homem mais de 99% das extinções da era moderna (Primack & Rodrigues 2001).

As mudanças conceituais no entendimento sobre a conservação de plantas, nos últimos 50 anos, envolvem o reconhecimento da necessidade das inter-relações entre conservação e uso sustentável, o impacto da disciplina biologia da conservação, os efeitos da adoção do conceito de biodiversidade e as implicações práticas da implementação da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) (Heywood & Iriondo 2003). Com o advento da CDB, a conservação passou a ser um tema oficial ao integrar as políticas nacionais e globais que orientam a gestão da biodiversidade. A CDB sugere em seu 8º artigo que as medidas de conservação *ex situ*, ou seja, a conservação de componentes da diversidade biológica fora de seus habitats naturais, seja adotada a fim de complementar medidas de conservação *in situ*, que envolve a conservação de ecossistemas e habitats naturais e a manutenção e recuperação de populações viáveis de espécies em seus meios naturais (Brasil 2006).

A conservação da espécie em seu habitat permite a continuidade das interações ecológicas e do processo evolutivo (Glowka *et al.* 1994). Dessa forma, a criação de áreas protegidas tem sido apontada como importante estratégia para assegurar a proteção do meio ambiente e evitar a extinção de espécies (Mittermeier & Scarano 2013). No entanto, a possibilidade de manter as espécies em segurança em seus habitats naturais tem sido questionada, diante das crescentes pressões sobre o meio ambiente e os impactos das mudanças climáticas globais (Pritchard *et al.* 2012). Em alguns casos é necessário manter a

espécie em condições *ex situ* para posterior reintrodução no habitat natural. Nesse panorama, ações de conservação *ex situ* assumem importância na função de apoiar a sobrevivência da espécie em seu habitat natural (Maunder *et al.* 2004). Esse tipo de estratégia, que agrega diferentes abordagens da conservação e diferentes atores, conhecida como conservação integrada (*sensu* Falk 1987), tem sido altamente recomendada para atender às demandas do cenário ambiental contemporâneo e reduzir a perda da diversidade de plantas.

Os jardins botânicos têm papel de destaque nesse panorama por atuarem com ênfase cada vez maior em pesquisa, educação e conservação da diversidade vegetal (Wyse Jackson & Sutherland 2000, BGCI 2012). O papel destas instituições passou por mudanças significativas desde a criação dos primeiros jardins botânicos modernos na Itália, no séc. XVI, junto às universidades, com o propósito de apoiar os estudos de plantas medicinais (Tomasi 2005). No entanto, os primeiros jardins botânicos estabelecidos no Brasil no fim do séc. XVIII, sob a administração portuguesa, tinham como foco as plantas com potencial econômico (Bediaga 2010). Esse foi o contexto para a criação do Jardim Botânico do Grão Pará, em 1798 em Belém, como centro de aclimação, domesticação e distribuição de plantas de uso comercial. Instituições similares foram criadas em Ouro Preto (1798), Rio de Janeiro (1808) e Olinda (1811). Essas instituições constituíram a rede luso-brasileira de jardins botânicos, que foi responsável por um intenso intercâmbio de plantas no início do séc. XIX (Sanjad 2010). Os objetivos dessa rede envolviam também a difusão do conhecimento sobre a aclimação das espécies e a distribuição de material vegetal para estabelecimento de novas culturas por parte dos fazendeiros (Bediaga 2007). O grande movimento de plantas também observado nos jardins botânicos das colônias inglesas, alemãs e holandesas promoveu mudanças profundas no mapa agrícola e botânico da região intertropical (Bonneuil 2002).

Entre os jardins botânicos brasileiros estabelecidos no período colonial, o Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ) é o único que permanece em atividade. Sua longa história de mais de 200 anos pode servir como exemplo para ilustrar, de forma muito sucinta, a evolução dos jardins botânicos brasileiros. É possível distinguir três fases distintas, que refletem as influências políticas, econômicas e ambientais da época. A tarefa do JBRJ no que diz respeito ao cultivo e propagação de plantas de valor econômico foi comum aos jardins botânicos criados entre o final do séc. XVIII e início do séc. XIX, e reflete um forte direcionamento dos estudos botânicos para a prática agrícola. Em uma fase posterior, correspondente ao início do séc. XX, foi observado o fortalecimento da botânica como um

campo científico, assim como um incremento dos estudos direcionados para a flora brasileira (Bediaga 2010). No cenário ambiental das últimas décadas a pesquisa botânica passou a dar ênfase a questões relativas à diversidade biológica, sua conservação e uso sustentável.

Para atender os desafios ambientais contemporâneos, os jardins botânicos, ao redor do mundo, adotaram a missão de deter a perda da diversidade de plantas e prevenir a futura degradação dos ambientes naturais (Hawkins *et al.* 2008, Probert *et al.* 2011, BGCI 2012, Wyse Jackson & Sutherland 2013). Estas instituições contam corpo técnico-científico, instalações para pesquisas, manutenção de coleções botânicas e registro de dados, que favorecem a realização de estudos referentes a documentação, conservação e avaliação do comportamento das plantas diante das mudanças climáticas (Bramwell 2007, Hawkins *et al.* 2008, Donaldson 2009, Primack & Miller-Rushing 2009). Além disso, a facilidade de interface com o público possibilita a difusão do conhecimento adquirido por meio de programas de interpretação e educação ambiental, que visam a motivar a sociedade para participar de um ciclo de desenvolvimento sustentável (Willinson 2006). Dessa forma, os jardins botânicos estão sendo reconhecidos como agentes executores de convenções e tratados de temática ambiental, em especial a Estratégia Global para Conservação de Plantas (GSPC, sigla em inglês) (Wyse Jackson & Kennedy 2009). Essa Estratégia, aprovada na VI Conferência das Partes (COP) da CDB, em 2002, foi considerada inovadora por propor metas quantificáveis voltadas para o conhecimento, a conservação e o uso sustentável da diversidade de plantas (UNEP 2002).

Embora alguns documentos sinalizem o sucesso da primeira versão da GSPC, que correspondeu ao período de 2002 a 2010, houve o reconhecimento de que seu objetivo principal não foi atingido nessa fase, tendo em vista as crescentes taxas de degradação de habitats e extinção de espécies (Blackmore *et al.* 2011). O Plant Conservation Report, relatório de avaliação global da GSPC, apontou como dificuldades para sua implementação em nível nacional a falta de integração entre instituições, a ausência de políticas e instrumentos legais adequados, a carência de tecnologia, de dados e de recursos humanos capacitados (Secretariat of the CBD 2009). A segunda fase da GSPC para o período 2011-2020, aprovada na COP10 realizada em Nagoya, Japão, manteve a estrutura das metas, porém o quantitativo de algumas delas foi incrementado (Quadro 1). Várias metas dizem respeito ao trabalho dos jardins botânicos visto que abordam questões relacionadas à conservação *in situ* e *ex situ*, documentação da flora, educação ambiental e capacitação de recursos humanos e de instituições.

Quadro 1. Objetivos e metas da Estratégia Global para Conservação de Plantas para o período de 2011 a 2020 (UNEP 2010)

I - A diversidade de plantas é bem compreendida, documentada e reconhecida

1. Uma lista funcional de todas as plantas conhecidas disponíveis *on-line*;
2. Uma avaliação do estado de conservação de todas as espécies de plantas conhecidas, tanto quanto possível, com o objetivo de orientar ações de conservação;

II - A diversidade de plantas é conservada urgentemente e eficazmente

3. Informação, pesquisa e produções associadas, e os métodos necessários para implementar a Estratégia desenvolvidos e compartilhados;
4. Pelo menos 15% de cada região ecológica ou tipo de vegetação assegurado por manejo efetivo e/ou restauração;
5. Pelo menos 75% das áreas mais importantes para a diversidade de plantas de cada região ecológica protegida com um manejo efetivo implementado para a conservação de plantas e a sua diversidade genética;
6. Pelo menos 75% das terras produtivas em cada setor manejadas de forma sustentável, compatível com a conservação da diversidade de plantas;
7. Pelo menos 75% das espécies ameaçadas conservadas *in situ*;
8. Pelo menos 75% das espécies ameaçadas em coleções *ex situ*, preferencialmente no país de origem, e pelo menos 20% disponível para os programas de recuperação e restauração;
9. 70% da diversidade genética de culturas, inclusive os parentes silvestres e outras espécies de plantas importantes de grande valor socioeconômico conservadas, respeitando, preservando e mantendo entretanto os conhecimentos indígenas e locais associados;
10. Planos de manejo efetivos implementados para impedir novas invasões biológicas e para manejar áreas importantes para a diversidade de plantas que são invadidas;

III - A diversidade de plantas é usada de forma equitativa e sustentável

11. Nenhuma espécie da flora silvestre ameaçada pelo comércio internacional;
12. Todo produto derivado de planta de coleta silvestre obtido de fontes que são manejadas de forma sustentável;
13. Conhecimentos, inovações e práticas indígenas e locais associados aos recursos vegetais mantidos ou aumentados, quando aplicável, para apoiar o uso habitual, os meios de subsistência, a segurança alimentar e os serviços de saúde sustentáveis e locais;

IV - A educação e a conscientização quanto à diversidade das plantas, assim como a sua relação com os meios de subsistência e sua importância para toda a vida na Terra são promovidas

14. A importância da diversidade de plantas e a necessidade da sua conservação, incorporadas em programas de comunicação, educacionais e de conscientização do público;

V - As capacidades e o empenho público necessários para implementar a estratégia são desenvolvidos

15. O número suficiente de pessoas capacitadas trabalhando em instalações adequadas, conforme as necessidades nacionais, para atingir as metas desta Estratégia;
16. Instituições, redes e parcerias ligadas à conservação de plantas, estabelecidas ou consolidadas em níveis nacionais, regionais e internacionais para atingir as metas desta Estratégia.

Os jardins botânicos podem contribuir para o alcance das metas 5 e 7, que tratam especificamente das ações de conservação *in situ*, com a realização de estudos que indiquem áreas prioritárias para conservação, ou mesmo por meio da manutenção de áreas de vegetação natural que contam com a ocorrência de espécies ameaçadas. A meta 8, por sua vez, está diretamente relacionada à função tradicional dos jardins botânicos de manter coleções de plantas cultivadas. Registros indicam que atualmente existem cerca de 3.000

jardins botânicos e arboretos em 180 países, que cultivam, coletivamente, mais de 100.000 espécies de plantas, quase um terço de todas as plantas conhecidas no mundo (BGCI 2012). Dados consolidados de mais de 600 jardins botânicos indicam que cerca de 30% das espécies de plantas ameaçadas em nível mundial estão presentes em coleções *ex situ* e para algumas espécies as populações cultivadas excedem a população silvestre (Oldfield 2010). Além disso, cerca de 72 espécies de plantas em cultivo são consideradas extintas na natureza (EW *sensu* IUCN 2001) (Govaerts 2010).

Tendo em vista as atuais demandas de conservação *ex situ*, diversos jardins botânicos ao redor do mundo passaram a quantificar a presença de espécies ameaçadas em suas coleções. Alguns levantamentos regionais mostraram que 42% das espécies ameaçadas da Europa eram mantidos em coleções *ex situ* (Sharrock & Jones 2011) e uma taxa similar, de 45%, foi observada para a América do Norte (Kramer *et al.* 2011). Um estudo para o México indicou que quase metade (441) das 985 espécies da lista nacional estava presente nas coleções *ex situ* em 19 jardins botânicos (Caballero 2013). Apesar das iniciativas de inventariar as espécies ameaçadas nas coleções *ex situ*, de forma geral poucos estudos têm avaliado a qualidade das coleções e sua utilidade para conservação (Godefroid *et al.* 2011, Miranto *et al.* 2012). O Brasil, em particular, carece de estudos com esse enfoque.

O conhecimento produzido pela ciência no país começa a auxiliar os tomadores de decisão a aumentar a precisão e a qualidade das decisões referentes ao meio ambiente, (Scarano 2007). A tomada de decisão e o estabelecimento de estratégias para a conservação das espécies ameaçadas de extinção são medidas de caráter urgente. Este é um tema complexo em um país megadiverso, mas algumas iniciativas que proporcionaram um avanço no conhecimento sobre a flora, como a publicação da lista nacional de espécies ameaçadas de extinção (Brasil 2008), da lista da flora do Brasil (Forzza *et al.* 2010) e do Livro Vermelho da Flora do Brasil (Martinelli & Moraes 2013), bem como a disponibilização *on-line* dos dados das coleções de herbários, podem subsidiar os jardins botânicos a estabelecer suas prioridades nesse sentido. O Livro Vermelho da Flora do Brasil, por exemplo, apresenta o resultado da avaliação do risco de extinção de 4.617 espécies e informações sobre as 2.118 espécies classificadas como ameaçadas com base nos critérios e categorias da International Union for Conservation of Nature (IUCN).

A tarefa dos jardins botânicos brasileiros de atender às demandas de conservação é especialmente desafiadora, tendo em vista o pequeno número de instituições deste tipo estabelecido em contraposição à vasta extensão territorial. Esse desafio se revela ainda

maior quando se levam em consideração a alta diversidade da flora e a variada gama de tipos vegetacionais (Joly *et al.* 1999, Fiaschi & Pirani 2009). São reconhecidas mais de 40.000 espécies de plantas, sendo uma grande proporção delas endêmicas no país (Forzza *et al.* 2012). O Brasil conta com 36 jardins botânicos distribuídos em 17 estados da federação (vide figura 1 do capítulo 1 desta tese), com notada concentração nas regiões Sudeste e Sul (Pereira & Costa 2010, RBJB 2010). Estas instituições diferem em tamanho, estrutura e filiação administrativa, sendo vinculadas a ministérios, secretarias de Meio Ambiente e universidades, enquanto algumas são de caráter privado. De acordo com a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente, os jardins botânicos são definidos como

a área protegida, constituída, no seu todo ou em parte, por coleções de plantas vivas cientificamente reconhecidas, organizadas, documentadas e identificadas, com a finalidade de estudo, pesquisa e documentação do patrimônio florístico do país, acessível ao público, no todo ou em parte, servindo à educação, à cultura, ao lazer e à conservação do meio ambiente. (Brasil 2003).

Integrados no esforço de apoiar as iniciativas nacionais e internacionais que buscam reverter o alarmante quadro ambiental, os jardins botânicos brasileiros elaboraram em 2004 um Plano de Ação para orientar suas ações com vistas a atender à GSPC. Esse plano estabelece metas para 2014, que tratam de educação, documentação, fortalecimento institucional, conservação e uso sustentável da diversidade de plantas, tendo sempre como foco a flora local e as espécies ameaçadas de extinção (Pereira *et al.* 2004). Embora os jardins botânicos, reunidos na Rede Brasileira de Jardins Botânicos, tenham avançado em suas atividades em prol da conservação de espécies, acredita-se que estão distantes de cumprir as metas estabelecidas, tanto nos acordos globais como no Plano de Ação (Pereira & Costa 2010). No entanto, não há estudos que avaliem a atuação dos jardins botânicos, sobretudo no que diz respeito à conservação das espécies da flora ameaçada de extinção, com base nos atuais paradigmas da conservação.

Este estudo teve como objetivo geral avaliar a atuação dos jardins botânicos brasileiros no que se refere à conservação de espécies ameaçadas de extinção. A hipótese de que os jardins botânicos não estão sendo eficientes na conservação *ex situ* de espécies ameaçadas será testada a partir de um diagnóstico quantitativo e qualitativo da

representação destas espécies nas coleções vivas dos jardins botânicos (capítulo 1). Para esta análise foram adotados parâmetros citados na literatura como importantes para que as coleções atendam aos propósitos de apoiar a sobrevivência da espécie no habitat natural por meio de reintrodução, restauração de áreas e outras ações de conservação. Adicionalmente, de forma a verificar a contribuição dos jardins botânicos para a conservação *in situ*, foi feito um levantamento dos registros de ocorrência de espécies ameaçadas nas áreas de vegetação natural mantidas por estas instituições (capítulo 2). Os dados e discussões dos dois capítulos citados possibilitou a elaboração de uma estratégia com sugestões de ações vinculadas ao múltiplo papel dos jardins botânicos, que são convergentes para a conservação da flora brasileira (capítulo 3). Esta estratégia foi formulada para os jardins botânicos localizados no domínio da Mata Atlântica como um modelo a ser replicado para os demais biomas.

Referências bibliográficas

- Baillie, J.E.M.; Hilton-Taylor C.; Stuart S.N. (Eds.) 2004. 2004 IUCN Red List of Threatened Species. A Global Species Assessment. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 191p.
- Bediaga, B. 2007. Joining pleasure and work in the making of science: the Jardim Botânico do Rio de Janeiro - 1808 to 1860. *História, Ciências, Saúde* 14: 1131-1157.
- Bediaga, B. 2010. Jardim Botânico do Rio de Janeiro e as ciências agrárias. *Ciência e Cultura* 62: 28-32.
- BGCI, Botanic Gardens Conservation International. 2001. Normas Internacionais de Conservação para Jardins Botânicos. Rio de Janeiro: MMA, JBRJ, RBJB. 109p.
- BGCI, Botanic Gardens Conservation International. 2012. International Agenda for Botanic Gardens in Conservation. Richmond: Botanic Gardens Conservation International. 48p.
- Blackmore, S.; Gibby, M. & Rae, D. 2011. Strengthening the scientific contribution of botanic gardens to the second phase of the Global Strategy for Plant Conservation. *Botanical Journal of the Linnean Society* 166: 267-281.
- Bonneuil, C. 2002. Los jardines botánicos coloniales. *Ciencias* 68: 46-51.
- Bramwell, D. 2007. The response of botanic gardens to climate change. *BGjournal* 4: 3-8. Disponível em <<http://www.bgci.org/resources/article/0575/>>. Acesso em 17 Out 2009.

- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. 2003. Resolução CONAMA n. 339, de 25 de setembro de 2003. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res03/res33903.xml>>. Acesso em 25 Nov 2011.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. 2006. Convenção sobre Diversidade Biológica - CDB. Brasília: MMA. 30p. Série Biodiversidade 2.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. 2008. Instrução Normativa n. 6 de 23 de setembro de 2008. Diário Oficial da União de 24 de setembro de 2008, n. 185, Seção 1. Pp.75-83.
- Caballero, N.J. (Ed.) 2013. Jardines Botánicos: contribución a la conservación vegetal de México. México: Comisión Nacional para la Conservación y Uso de la Biodiversidad. 183p.
- Donaldson, J.S. 2009. Botanic gardens science for conservation and global change. Trends in Plant Science 14: 608-613.
- Falk, D.A. 1987. Integrated conservation strategies for endangered plants. Natural Areas Journal 7: 118-23.
- Fiaschi, P. & Pirani, J.R. 2009. Review of plant biogeographic studies in Brazil. Journal of Systematics and Evolution 47: 477-496.
- Forzza, R.C.; Baumgratz, J.F.; Bicudo, C.E.M.; Canhos D.A.L.; Carvalho Jr., A.A.; Coelho, M.A.N.; Costa, A.F.; Costa, D.P.; Hopkins, M.G.; Leitman, P.M.; Lohmann, L.G.; Lughadha, E.N.; Maia, L.C.; Martinelli, G.; Menezes, M.; Morim, M.P.; Peixoto, A.L.; Pirani, J.R.; Prado, J.; Queiroz, L.P.; Souza, S.; Souza, V.C.; Stehmann, J.R.; Sylvestre, L.S.; Walter, B.M.T. & Zappi D.C. 2012. New Brazilian floristic list highlights conservation challenges. BioScience 62: 39-45.
- Forzza, R.C.; Baumgratz, J.F.; Bicudo, C.E.M.; Carvalho Jr., A.A.; Costa, A.F.; Costa, D.P.; Hopkins, M.; Leitman, P.M.; Lohmann, L.G.; Maia, L.C.; Martinelli, G.; Menezes, M.; Morim, M.P.; Coelho, M.N.; Peixoto, A.L.; Pirani, J.R.; Prado, J.; Queiroz, L.P.; Souza, V.C.; Stehmann, J.R.; Sylvestre, L.; Walter, B.M.T. & Zappi, D. (Eds). 2010. Catálogo de plantas e fungos do Brasil. Andréa Jacobsson Estúdio. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. vol. 1 e 2.
- Glowka, L.; Burhenne-Guilmin, F. & Synge, H. (1994), A Guide to the Convention on Biological Diversity, IUCN Gland and Cambridge. 161p.
- Godefroid, S.; Rivièrè, S.; Waldren, S.; Boretos, N.; Eastwood, R. & Vanderborcht, T. 2011. To what extent are threatened European plant species conserved in seed banks? Biological Conservation 144:1494-1498.
- Govaerts, R. 2010. Safeguarding extinct plants in *ex situ* collections. BGjournal 7: 22-24.

- Hawkins, B.; Sharrock, S. & Havens, K. 2008. Plants and climate change: which future? Richmond, UK: Botanic Gardens Conservation International. 96p.
- Heywood, V.H. & Iriondo, J.M. 2003. Plant conservation: old problems, new perspectives. *Biological Conservation* 113: 321-335.
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007. Climate Change 2007: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (Eds.). Geneva, Switzerland: IPCC. 104p.
- IUCN, International Union for Conservation of Nature (2001) IUCN Red List Categories and Criteria. Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 30p.
- Joly, C.A.; Aidar, M.P.M.; Klink, C.A.; Mcgrath, D.G., Moreira, A.G.; Moutinho, P.; Nepstad, D.C.; Oliveira, A.A; Pott, A.; Rodal, M.J.N. & Sampaio, E.V.S.B. 1999. Evolution of the Brazilian phytogeography classification systems: implications for biodiversity conservation. *Ciência & Cultura* 51: 331-348.
- Kramer, A.; Hird, A.; Shaw, K.; Dosmann, M. & Mims, R. 2011. Conserving North America's Threatened Plants - Progress report on Target 8 of the Global Strategy for Plant Conservation. Glencoe, U.S.: B.G.C.I. Botanic Gardens Conservation International U.S. 48p.
- Maunder, M.; Havens, K.; Guerrant Jr., E.O. & Falk, D.A. 2004. *Ex situ* methods: a vital but underused set of conservation resources. *In*: Guerrant Jr., E.; Havens, K. & Maunder, M. (Eds.). *Ex situ* Plant Conservation: supporting species survival in the wild. London: Island Press. Pp. 3-20.
- Martinelli, G. & Moraes, M.A. (Eds). 2013. Livro Vermelho da Flora Brasileira. Rio de Janeiro: Andrea Jakobson Estúdio, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 1100p.
- Miranto, M.; Hyvärinen, M.; Hiltunen, R. & Schulman, L. 2012. *Ex situ* conservation of threatened native plants in Finland: analysis of the current status. *Endangered Species Research* 17: 227-236.
- Mittermeier, R. & Scarano, F. 2013. Ameaças globais à biodiversidade de plantas. *In*: Martinelli, G. & Moraes, M. A. (Eds). 2013. Livro Vermelho da Flora Brasileira. Rio de Janeiro: Andrea Jakobson Estúdio, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Pp. 20-21.
- Oldfield, S. 2010. Plant conservation: facing tough choices. *BioScience* 60: 778-779.

- Pereira, T.S. & Costa, M.L.M.N. 2010. Os jardins botânicos brasileiros: desafios e potencialidades. *Ciência & Cultura* 62: 23-25.
- Pereira, T. S.; Costa, M.L.M.N. & Wyse Jackson, P. (Orgs.) 2004. Plano de Ação para os Jardins Botânicos Brasileiros. Rio de Janeiro: Rede Brasileira de Jardins Botânicos. 44p.
- Pimm, S.L.; Russel, G.L.; Gittleman, J.L. & Broks, T.M. 1995. The future of biodiversity. *Science* 269: 347-350.
- Primack, R.B. & Miller-Rushing, A.J. 2009. The role of botanical gardens in climate change research. *New Phytologist* 182: 303-313.
- Primack, R.B. & Rodrigues, R. 2001. *Biologia da Conservação*. Londrina: Ed. Vida, 328p.
- Pritchard, D.J.; Fa, J.E.; Oldfield, S. & Harrop, S. 2012. Bring the captive closer to the wild: redefining the role of *ex situ* conservation. *Oryx* 46: 18-23.
- Probert, C.; Sharrock, S. & Ali, N. 2011. A REDD+ Manual for Botanic Gardens. Botanic Gardens Conservation International (BGCI), Richmond, United Kingdom & Royal Botanic Gardens, Kew, London, United Kingdom. 17p.
- RBJB, Rede Brasileira de Jardins Botânicos. 2010. Jardins botânicos. Disponível em <<http://www.rbjb.org.br/jardins>>. Acesso em 4 Out 2011.
- Sanjad, N. 2010. Os Jardins Botânicos Luso-Brasileiros. *Ciência e Cultura* 62: 20-22.
- Scarano, F.R. 2007. Perspectives on biodiversity science in Brazil. *Scientia Agricola* 64: 439-447.
- Sharrock, S. & Jones, M. 2011. Saving Europe's threatened flora: progress towards GSPC Target 8 in Europe. *Biodiversity and Conservation* 20: 325-333.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity. 2009. The Convention on Biological Diversity Plant Conservation Report: a review of progress in implementing the Global Strategy of Plant Conservation (GSPC). 48p.
- Tomasi, L.T. 2005. The origins, function and role of the botanical garden in the Sixteenth and Seventeenth century Italy. *Studies in the History of Gardens & Designed Landscapes* 25: 103-115.
- UNEP, United Nations Environment Programme. 2002. Conference of Parties to the Convention on Biological Diversity. Decision VI/9. Global Strategy for Plant Conservation. Disponível em <<http://www.cbd.int/decision/cop/?id=7183>>. Acesso em 20 Nov 2012.

- UNEP, United Nations Environment Programme. 2010. Report of Decision Adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity at its Tenth Meeting. UNEP/CBD/COP/10/3.
- Willinson, J. (Ed.) 2006. Education for Sustainable Development: Guidelines for Action in Botanic Gardens. Botanic Gardens Conservation International, UK. 25p.
- Wyse Jackson, P.S & Kennedy, K. 2009. The Global Strategy for Plant Conservation: a challenge and opportunity for the international community. *Trends in Plant Science* 14: 578-580.
- Wyse Jackson, P.S & Sutherland, L. 2000. The International Agenda for Botanic Gardens in Conservation. Botanic Gardens Conservation International (BGCI), London, U.K. 56p.
- Wyse Jackson, P.S & Sutherland, L. 2013. Role of botanic gardens. *In*: Levin S.A. (Ed.). *Encyclopedia of Biodiversity*. Waltham, MA: Academic Press. Second edition, volume 6, Pp. 504-521.

Brazilian botanic gardens - scenarios and perspectives on delivering the conservation of threatened species*

* Maria Lúcia M. N. da Costa¹, Mike Maunder², Tânia S. Pereira¹, Ariane L. Peixoto¹

¹ Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro

² College of Arts and Sciences, Florida International University

Brazilian botanic gardens - scenarios and perspectives on delivering the conservation of threatened species

Abstract

The Convention on Biological Diversity and especially the Global Strategy for Plant Conservation have established guidelines and targets to guide botanic garden activities. The task of Brazilian botanic gardens to meet the demands of plant conservation is especially challenging, given their small number in contrast to the country's vast territory and diversity of native flora. This study assesses the effective conservation role of botanic gardens in Brazil. A survey of threatened species in the *ex situ* collections gardens was undertaken with a questionnaire submitted to 36 botanic gardens. The national List of Threatened Species of Brazilian Flora (listing 472 species), and seven official states lists were used as reference for the inventory. The results, based on a sample of 26 institutions, identified a small percentage of species (n =102, 21%) in collections from the national list and 223 from the states lists, equating to less than 10% of each list. Botanic garden collections were characterized by low levels of taxonomic representation in cultivation, small number of accessions, lack of collection data and horticultural protocols. Improvement in infrastructure, technical capacity, including horticultural skills, and development of policies and protocols will be necessary to increase the effectiveness of the collections for conservation aims.

Keywords: *ex situ* conservation, living collection, seed bank, botanic garden

Introduction

Current Brazilian plant conservation policies and measures have been directly influenced by the Convention on Biological Diversity (CBD) and derived documents. The *in situ* conservation of biological resources in their natural habitats was set as a priority measure that should be complemented by *ex situ* conservation actions, such as the maintenance of biological collections in zoos, botanic gardens and gene banks (UN, 1992). In this approach *ex situ* conservation is seen as an activity that contributes to increase the prospects of species survival in the wild, and acquire more value as part of an integrated conservation strategy to reduce the rate of loss of plant diversity (Mauder et al., 2004). Indicators relating to the state of biodiversity have shown an increase in resource consumption, invasive alien species, nitrogen pollution, overexploitation, and climate change impacts (Butchart et al., 2010). Successful conservation efforts require the adoption

of a range of scientific, cultural, political and economic tools to ensure the retention of plant diversity, the continuation of evolutionary processes, the provision of essential ecosystem services and the prevention of extinctions (Maunder, 2013). Conservation however is facing an accelerating challenge, the irreversible extinction of species, which current rates are suggested to be 100 times faster than the background rate (Pimm and Jenkins, 2010). Regarding the size of the world's threatened flora, the estimate rates of plants threatened with extinction vary from 20% of the world's known species (Brummitt et al., 2008) to 30% considering the estimates of the unknown species that are also likely to be threatened (Joppa et al., 2010).

The botanic gardens are recognized as key institutions to contribute with the global initiatives for plants conservation (Wyse Jackson and Kennedy, 2009). Moving from a traditional focus on taxonomy they have been encouraged to adopt multidisciplinary scientific research to deal with the increasing exploitation of natural resources, habitat destruction, the high rate of species extinction and global climate change (Donaldson, 2009). Over time they have also strengthened their activities for outreach and public education. This commitment has become a fundamental component of the mission for contemporary botanic gardens. With about 200 million people visiting botanic gardens each year, they are uniquely placed to stimulate the curiosity about plants and raise public awareness of the negative effects of biodiversity loss (Willinson, 2006).

The Global Strategy for Plant Conservation (GSPC), adopted by the CBD, has promoted a significant transformation in the international plant conservation scene (Wyse Jackson and Kennedy, 2009). The Target 8, which is particularly relevant to the activities of botanic gardens, suggests at least 75% of threatened plant species in *ex situ* collections and at least 20% available for recovery and restoration programmes (UNEP, 2010). A review at the global level indicated that the threshold of 60% proposed in the first phase of the target had not been achieved. It was estimated that 30 to 40% of globally threatened plant species were included in *ex situ* conservation (SCBD, 2009). Some regional assessments showed that 42% of Europe's threatened species were held in *ex situ* collections (Sharrock and Jones, 2011) and a similar rate of 45% was observed for North America (Kramer et al., 2011). A particular study for Mexico indicated that almost half (441) of the 985 species from the National Red list was kept in *ex situ* collections in 19 botanic gardens in the country (Caballero, 2013). However, despite these initiatives to inventory threatened species in *ex situ* collections, few studies have been done to evaluate the quality of collection and their utility to conservation (Godefroid et al., 2011; Miranto et

al., 2012). Further work in this regard is needed to evaluate the effectiveness of the conservation role of botanic gardens (Sharrock and Jones, 2011).

Brazil has a vast territory (8,515,767 km²) with six terrestrial biomes (IBGE, 2012) and hosts a huge floristic diversity (Fiaschi and Pirani, 2009). The most recent compilation of the Brazilian flora confirmed its position as one of the most megadiverse countries in the world. The published Brazilian Catalogue of Plants and Fungi, listed 40,989 species (algae, land plants, and fungi) of which 32,364 (79%) are vascular plants. The figures indicated that the proportion of endemic vascular plants (56%) is the highest among the neotropical countries, while the absolute number (18,082) is higher than any other country (Forzza et al., 2012).

Brazil contains two hotspots, the Atlantic Forest and the Cerrado, both characterized by high species diversity and exceptional concentrations of endemism, both threatened by habitat loss and degradation (Mittermeier et al., 2004). The Atlantic Forest is among the five 'hottest hotspots' (Myers et al., 2000) and holds circa 14,818 vascular plants, of which 7,335 (50%) are endemic (Forzza et al., 2012). Most of the Atlantic Forest has been lost, 88.27% of the biome has been destroyed, due to anthropogenic pressure; nature reserves protect only 9% of the remaining forest and 1% of the original forest (Ribeiro et al., 2009). A high level of threat also affects the 11,637 known vascular plants of the Cerrado, specially the 4,199 (36%) endemic ones (Forzza et al., 2012), caused by the expanding and increasingly intensive agriculture. The agricultural expansion and deforestation contributes in a large scale to habitats loss and degradation which is considered the main drivers of threat to biodiversity in the country, as well as other tropical regions (Brazil, 2010).

A threatened species list is an important reference for the implementation of conservation measures, such as those recommended by GSPC. They can guide conservation strategies, stimulate research, help the monitoring of species and habitats, establish priority areas for conservation and disseminate the impacts of human activities on biodiversity (Possingham et al., 2002; Miller et al., 2004). The history of the Brazilian plant red lists reflects a lack of a constant review and has historically underestimated the number of threatened plant species. The Official List of Threatened Species of Brazilian Flora (hereinafter referred as to national list), approved in 2008, recorded 472 threatened species and other list were also launched with 1,079 species with data considered still deficient to be classified as threatened (Brasil, 2008). However, these species have not been assigned to any global system of categories of threat, most notably the International

Union for Conservation of Nature (IUCN) red list system (IUCN, 2001). The states of Santa Catarina, Paraná, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Pará, São Paulo and Espírito Santo have also developed their own red lists, but each state adopted a particular criteria of evaluation. The National Centre for Flora Conservation (CNCFlora) at Rio de Janeiro Botanic Garden has been designated to update the national list periodically. The first assessment was concluded in 2013 with the publication of the Red Book of Brazilian Flora. From the 4,617 plant species evaluated, 2,118 have been assigned IUCN categories of threat (Martinelli and Moraes, 2013).

National environmental strategies are coordinated by the Ministry of Environment (MMA) following the guidelines of the National Policy on Biodiversity (PNB). A National System of Protected Areas (SNUC) was established to define and regulate the two categories of protected areas- integral protection and sustainable use - at federal, state and municipal level. However, the 2010 national target of protecting at least 30% of the Amazon and 10% of other biomes has not been achieved (Brazil, 2010). The Amazon holds the largest area of federal protected areas, equating to 16% of the biome, and also the largest protected areas in extension, while in the other biomes the percentage is below the world average of 5% (IBGE, 2012). The total continental protected area equates to 17% of the territory (CNUC, 2012).

Two agencies are responsible for *ex situ* conservation measures in Brazil, the agricultural agencies, that maintain a network of gene banks focusing on agrobiodiversity, and the botanic gardens with their *ex situ* collections of wild taxa (Brazil, 2010). However, there is no legal instrument or strategy to align and coordinate the *ex situ* conservation activities of the different sectors of the forestry, agriculture and environmental protection agencies.

The 36 Brazilian botanic gardens are situated in 17 states with a concentration in the Southeast and Southern regions of the country, with a large number in the Atlantic Forest (RBJB, 2010). The few number of botanic gardens in the Amazon (3) contrasts with its large dimension - almost 50% of the Brazil territory - species richness and associated traditional knowledge. Moreover there is a reduced number of botanic gardens in the Cerrado (3), considered the most diverse tropical savanna in the world (MMA, 2007). Additionally there is no representation of such institutions in Pantanal, Pampas and Caatinga biomes, the latter with a unique domain in Brazil. These botanic gardens vary greatly in age, structure, resources and administration. They possess a wide range of administrative affiliations, such as ministries, environmental secretaries and universities,

both from the public and private sectors. Each botanic garden has defined its particular mission in attendance of the demands on plant conservation.

In 1991 a Brazilian Network of Botanic Gardens (RBJB) was established to enhance exchange and mutual cooperation. They developed an Action Plan with goals concerning education, documentation, institutional strengthening, conservation and sustainable use of plant diversity in order to guide their actions towards the implementation of GSPC (Pereira et al., 2004). The Plan suggested the inclusion of at least 50% of critically endangered species in the botanic gardens collections.

Despite the diverse national and international strategies and documents on plant conservation there is a lack of monitoring mechanisms to assess the success of implementation of these guidelines, especially the GSPC targets (Paton and Lughadha, 2011). In particular in Brazil, there are no assessments on the performance of the botanic gardens regarding the conservation of native flora based on current paradigms of conservation. The aim of this article is to evaluate the effectiveness of the Brazilian *ex situ* collections of threatened species to conservation. We assume that the botanic gardens should use the most effective tools to make the *ex situ* collections available to support species survival in the wild, through restoration and other conservation actions (Maunder et al., 2004). We also consider that to be effective the collections should have high quality standards in terms of wild origin content, documentation and verification, as well as should be under continuous review (Rae, 2011). The survey comprises a quantitative and qualitative inventory of the threatened species in the *ex situ* collections and also an assessment of some aspects of their management. Finally, this article explores strategic options on how Brazilian botanic gardens can make significant contributions to the implementation of the national and international targets, especially in what concerns to the conservation of threatened species and habitats.

Methodology

A questionnaire was submitted to all 36 Brazilian botanic gardens between 2011 and 2012 (Table 1, Figure 1). The questionnaire contained closed and open-ended questions about institutional management of *ex situ* collections (resources, curation, protocols, purposes, studies, record keeping) and presence of threatened plant species in collections (Annex 1).

Besides the number of species, the inventory requested information concerning taxonomic verification, number of accessions and specimens, collection data and use in research and environmental education actions, in order to assess the quality and utility of the collections.

In a first stage, the questionnaire was submitted to two botanic gardens with the purpose of verifying the effectiveness of the questionnaire: JBRJ and JB de Bauru (JBMB). After the improvements had been carried out the questionnaire was sent by e-mail to the remaining 34 botanic gardens, with an attached letter reporting the aim of the research and the importance of their participation. The next step comprised the clearing up of doubts and the enhancement of the given information.

The botanic gardens were asked to record the presence in *ex situ* collections of the 472 threatened plant species from the national list (Brasil, 2008). Those botanic gardens located in the 7 states which have issued state red lists were also asked to report the species from these lists in their collections. The 7 state red lists used as reference for the inventory were: Santa Catarina (Klein, 1990), Paraná (Hatschbach and Ziller, 1996), Minas Gerais (COPAM, 1997), Rio Grande do Sul (Rio Grande do Sul, 2003), Pará (COEMA, 2007), São Paulo (São Paulo, 2004) and Espírito Santo (Espírito Santo, 2005). Scientific names provided by the botanic gardens had been updated according to the Brazilian Flora List (<http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br>). The CNCFlora database was also consulted regarding the status of conservation of species (<http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/>). All the data assessed was recorded into an Access-platform database.

Technical visits to complement data were made to botanic gardens in São Paulo and Espírito Santo states. The assessment of data concerning the *ex situ* species kept in JBRJ, JB de São Paulo (JBSP), Museu Mello Leitão (MBML) and JB Plantarum (JBP) was performed straight from the collections digital files, which had been made available for the present research. Foreign experiences on *ex situ* conservation were gathered during the visits to some botanic gardens in the United States (Montgomery Botanic Center, Fairchild Tropical Botanic Garden, Naples Botanical Garden and Missouri Botanic Garden) and Mexico (Jardín Botánico del Instituto de Biología de la UNAM and Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero).

Table 1. List of Brazilian botanic gardens. Aff. (Affiliation) - F (federal); M (municipal); S (state); D (distrital); P (private).

N.	Botanic garden (Acronym)	City/ State	Creation	Aff.
1	Instituto de Pesquisas JB do Rio de Janeiro (JBRJ)	Rio de Janeiro/ RJ	1808	F
2	Bosque Rodrigues Alves (BRA) *	Belém/ PA	1883	M
3	Museu Paraense Emílio Goeldi (MG)	Belém/ PA	1895 ^a	F
4	Horto Botânico do Museu Nacional (HMN) **	Rio de Janeiro/ RJ	1896	F
5	JB de São Paulo (JBSP)	São Paulo/ SP	1928	S
6	Parque Zoobotânico Orquidario de Santos (PZOS) **	Santos/ SP	1945	M
7	Museu de Biologia Prof. Mello Leitão (MBML)	Santa Teresa/ ES	1949	F
8	JB da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (FZBRS)	Porto Alegre/ RS	1958	S
9	Museu de História Natural e JB da UFMG (MHNJB)	Belo Horizonte/ MG	1968	F
10	JB do IB – UNESP (JBUNESP)	Botucatu/ SP	1974	S
11	JB Amália Hermano Teixeira (JBGO)	Goiânia/ GO	1978	M
12	JB do Recife (JBR)	Recife/ PE	1979	M
13	JB da Universidade F Rural do Rio de Janeiro (JBUFRJ)	Seropédica/ RJ	1980	F
14	JB da Universidade Federal de Santa Maria (JBUFSM)	Santa Maria/ RS	1981	F
15	JB de Brasília (JBB)	Brasília/ DF	1985	D
16	JB da Fundação Zoobotânica de Belo Horizonte (FZBBH)	Belo Horizonte/ MG	1991	M
17	JB Municipal Francisca Maria Garfunkel Rischbieter (JBFMGR)	Curitiba/ PR	1991	M
18	JB de Pipa (JBPI) *	Tibau do Sul/ RN	1991	P
19	JB de Caxias do Sul (JBCS)	Caxias do Sul/ RS	1992	M
20	JB Municipal de Paulínia Adelelmo Piva Júnior (JBMP)	Paulínia/ SP	1992	M
21	JB Municipal de Bauru (JBMB)	Bauru/ SP	1994	M
22	JB Municipal de Santos Chico Mendes (JBMSCM)	Santos/ SP	1994	M
23	JB de Lajeado (JBL)	Lajeado/ RS	1995	M
24	JB do Instituto Agronômico de Campinas (JBIAC)	Campinas/ SP	1998 ^b	S
25	JB de João Pessoa Benjamim Maranhão (JBBM)	João Pessoa/ PB	2000	S
26	JB Adolpho Ducke de Manaus (JBAD) *	Manaus/ AM	2000	M
27	JB de Salvador (JBSSA)	Salvador/ BA	2002	M
28	Fundação JB de Poços de Caldas (FJBPC)	Poços de Caldas/ MG	2003	M
29	JB de Jundiá (JBJ)	Jundiá/ SP	2004	M
30	JB de Mato Grosso (JBMT) **	Cuiabá/ MT	2005	S
31	JB de Londrina (JBLO) **	Londrina/ PR	2006	S
32	JB da Univille (JBUNIVILLE)	Joinville/ SC	2007	P
33	JB Plantarum (JBP)	Nova Odessa/ SP	2007	P
34	JB de Sorocaba (JBS) **	Sorocaba/ SP	2010	M
35	JB Faxinal do Céu (JBFC) **	Pinhão/ PR	2010	P
36	JB Inhotim (JBI) **	Brumadinho/ MG	2010	P

* Institution didn't respond the survey; ** Institution that declared being established or renovated

^a Institution assumed botanic garden functions; ^b Creation of Zoobotanic Park

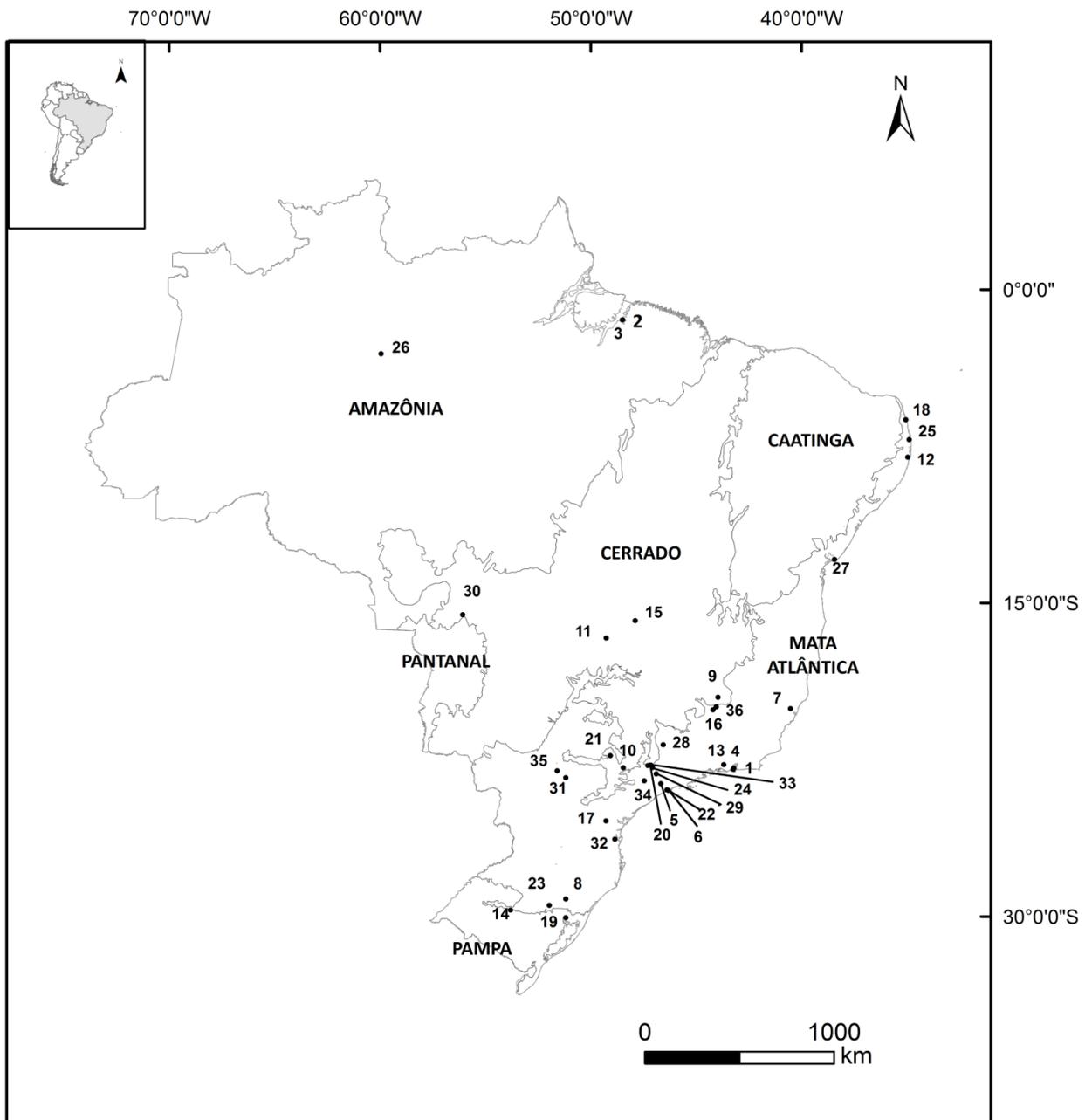


Figure 1. Geographic distribution of Brazilian botanic gardens by biome. The numbering of the map corresponds to the listing of Table 1.

Results

Out of 36 botanic gardens (bgs) contacted, 6 declared they were being established or renovated and 4 did not answer the survey. Thus, a sampling of 26 (70%) botanic gardens will be considered for the analyses of the questionnaire responses (Table 1).

Institutional aspects

A large proportion of botanic gardens were established after 1990 (Figure 2) and this probably reflects the commitment to regional flora stated in their missions (Table 2). The last decades were a period when the environmental issues were highlighted on the national and international agenda. In this scenario Brazil had played a prominent role hosting the United Nations Conference on Environment and Development (UNCED) in 1992, which produced the CBD, one of the major multilateral environmental agreements. The community of botanic gardens in particular had been benefited with the establishment of the Botanic Gardens Conservation Secretariat (BGCS) in 1987, later named Botanic Gardens Conservation International (BGCI). The creation of the RBJB was also a great incentive for the increasing number of the contemporary botanic gardens. Certainly this scenario encouraged some historic institutions, such as Museu Emílio Goeldi and Instituto Agrônômico de Campinas to incorporate the functions of botanic gardens through their trajectory (Table 1).

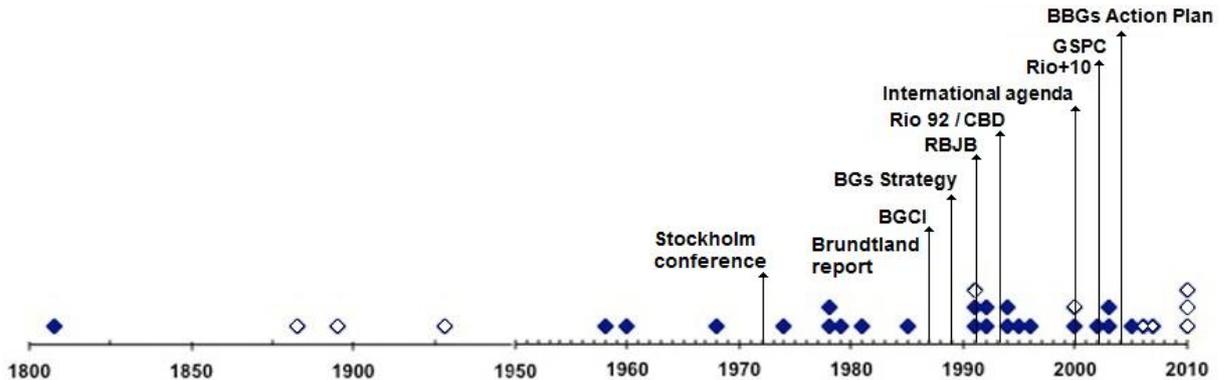


Figure 2. Creation of Brazilian botanic gardens (BBGs) over time and some relevant events in the environmental scene. ◆ BBGs participating in this survey; ◇ BBGs which are not participating in this survey.

Information regarding institutional aspects and collection management collected from the questionnaires are presented in Tables 2 and 3. Not all botanic gardens provided figures about the financial resources invested in the *ex situ* collections. The difficulty to determine the investments was due to diversification of funding sources, lack of specific heading for collections and finance administration handled by superior bodies.

Table 2. Institutional issues consolidated from the questionnaires regarding mission statements, area of the botanic gardens and human resources

Institutional aspects	BGs (n=26)	(%)
Mission scope		
Regional	14	(54%)
National	3	(12%)
Regional + national	4	(15%)
Not specified	5	(19%)
Themes stated in institutional missions		
Research/knowledge	24	(92%)
Conservation	22	(85%)
Environmental education	20	(77%)
Collections	11	(42%)
Building awareness	11	(42%)
Sustainable use	8	(31%)
Leisure	7	(27%)
Culture	4	(15%)
Threatened species	2	(8%)
Ecological restoration	1	(4%)
Total area of BG (ha)		
1 to 50	16	(62%)
51 to 100	3	(12%)
101 to 300	2	(8%)
301 to 500	3	(12%)
Over 500	2	(8%)
Area of natural vegetation (%)		
No natural vegetation	7	(27%)
Up to 50% of BG´s total area	7	(27%)
Over 50% of BG´s total area	12	(46%)
Area of collections (%)		
Up to 50% of BG´s total area	17	(65%)
Over 50% of BG´s total area	9	(35%)
Employees working with collections*		
1 a 10	8	(31%)
11 a 20	8	(31%)
21 a 40	6	(23%)
41 a 60	3	(12%)
61 a 100	-	-
101 a 200	1	(4%)

* These number includes technical staff and employees involved with the horticultural maintenance of green area.

Characterization of *ex situ* collections

The predominance of living plant collections (hereinafter referred to as living collections) was observed among the botanic gardens (Table 3). The living collections were grouped mainly by taxonomy (56%) and by themes (32%), e.g. useful species, fruit, medicinal, aromatic and ornamental plants. Other collections were grouped by vegetation types or biomes. Two collections, in JB de Lajeado and JB de Santos, were entitled as ‘plants threatened with extinction’. In most cases more than one purpose was indicated for the living collections. The purpose of education was mentioned for a large number of collections (103), followed by conservation (89), display (79) and research (73). Thirteen botanic gardens mentioned undertaking environmental education actions with a focus on threatened species. The importance of their conservation and information on the biology of the species, uses and threats were addressed in folders, lectures and trails.

Table 3. Issues regarding collections management consolidated from questionnaires.

Collection management	BGs (n=26)
Curator	21 (81%)
Collection policies	3 (12%)
Management plan	2 (8%)
Collecting guidelines	7 (27%)
Expeditions to collect botanic material	20 (77%)
Types of collections	Collections (n=130)
Living collections	125 (96%)
<i>In vitro</i> collections	3 (2,5%)
Seed collections	2 (1,5%)
Data management	Collections (n=130)
Collections with manual records	16 (12%)
Collections with no records systems	9 (7%)
Collections with digital records	105 (81%)
Percentage of digitization	Collections (n=105)
Collections fully digitized	69 (66%)
Collections partially digitized (50 a 99%)	28 (27%)
Not informed	8 (8%)

Eight botanic gardens informed being carrying out research with threatened species from national list. The most cited studies were on cultivation and phenology, respectively reported for 10 and 9 species. Experiences with reintroduction were mentioned for 6 species, including the project with *Tillandsia linearis* (Bromeliaceae) carried out by JBSP. Reproductive biology and genetics were also mentioned in a small scale. *Dimorphandra wilsonii* (Fabaceae) was object of a larger number of studies (6) under the coordination of the JB da Fundação Zoobotânica de Belo Horizonte (FZBBH). The donation of seedlings and seeds of this species to other botanic gardens was the only case of exchange among these institutions cited for a threatened species.

Five botanic gardens mentioned having seed banks facilities with cold chambers and laboratories for seed research and monitoring tests. However, only two of them were storing seeds in the occasion of this study: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (FZBRS) and JBRJ. The first one included a cold (5°C and 80% RH) and a dry chamber (17°C and 45% RH) and the storage focused on native plants, mainly tree species. JBRJ maintained seeds at temperatures of 10°C or -20°C and the priority was given to threatened, endemic and medicinal plants. It also stored species for seedling production and those indicated to restoration of degraded areas. Research on germination, establishment of moisture content and storage was carried out for some threatened species. In both banks the lots of seeds were identified and labeled. The facilities not active in the occasion of the study were the recently established seed bank of FZBBH, the seed bank of JBSP which was under construction and the two cold chambers of the Instituto Agrônômico de Campinas (JBIAC), destined to store agricultural species. Other 6 botanic gardens mentioned keeping seed stocks in refrigerators or without climate control, mainly for production of seedlings. The *in vitro* collections were held by JBSP, FZBRS and JB de Brasília (JBB) with the objective to establish protocols for propagation and conservation.

***Ex situ* collections assessment**

The *ex situ* collections assessment recorded 102 (21%) threatened species from the national list and 223 species from the states lists (Table 4). The living collection was by far the most representative one.

Table 4. Number of threatened species in different collections types according to red lists.

Collection types	National list	States lists *	Total
Seed bank	3	6	9
<i>In vitro</i>	9	10	19
Living collection	102	220	322
<i>Ex situ</i> collections	102	223	325

* The numbers exclude species in common to national list

Living collections

The living collections survey recorded 102 (21%) threatened species from the national list in 21 bgs (Appendix A). Five botanic gardens had no threatened species in cultivation. The representation of species in each botanic garden varied in large scale. While 2 bgs maintained 57 and 45 threatened species in their collections, 16 bgs held less than 10 species (Figure 3).

The distribution of species in botanic gardens was also uneven. It was observed that several species (54) were held in only one institution, while a range of 1 to 3 species were recorded for more than 5 bgs (Figure 4). The most widely distributed species were *Euterpe edulis* (Arecaceae) recorded in 12 bgs. *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) and *Caesalpinia echinata* (Fabaceae) were both recorded in 11 bgs.

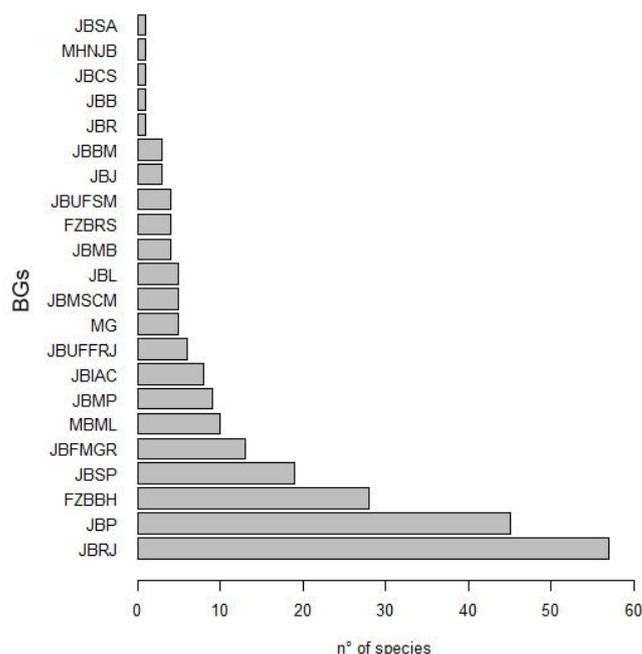


Figure 3. Number of threatened species from the national list in each botanic garden.

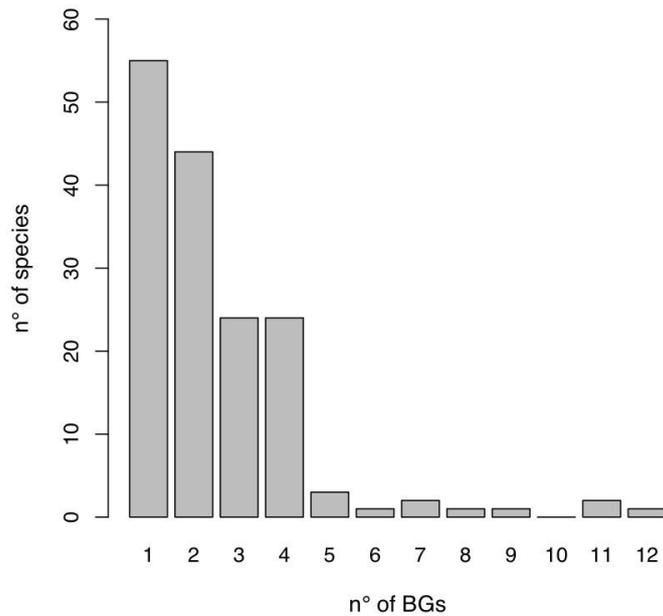


Figure 4. Distribution of threatened species from the national list in botanic gardens.

The 102 threatened species in living collections were represented by 25 families and 62 genera. The most frequent families were Bromeliaceae (30), Orchidaceae (15) and Cactaceae (10). These families were also the most frequent in the national list (Table 5). *Aechmea*, *Hadrolaelia* and *Cattleya* were the most numerous genera with respectively 9, 8 and 6 species.

Table 5. List of the most frequent families in the national list of threatened species. Columns show the number of known species for Brazilian flora, the total number of threatened species in the national list, the number of species held in living collections and the percentage from the national list in living collections.

Family	Brazilian Flora*	National list	Collections (% of national list)
Bromeliaceae	1.290	38	30 (79)
Orchidaceae	2.442	34	15 (44)
Cactaceae	254	28	10 (36)
Fabaceae	2.729	21	6 (28)
Areaceae	264	6	6 (100)
Gesneriaceae	215	8	5 (62)

*www.floradobrasil.jbrj.gov.br

The 102 species from the national list were represented by 345 accessions and 1,678 plants in the collections. A large number of species (37/36%) was represented with only one individual, a group of 45 (44%) species accounted for 2 to 10 individuals and 4 (3%) species were represented by more than 100 individuals. Some species, as *Ocotea porosa* (Lauraceae), presented a large number of accessions (20) and a relatively low number of individuals (38) indicating a low average of exemplars per accessions. A high average of individuals per accessions was observed in some species, such as *Caesalpinia echinata* (Fabaceae) (12 accessions and 193 specimens) and *Euterpe edulis* (Arecaceae) (17 accessions and 222 specimens).

Complete accession records (information concerning provenance, collector, date and locality of collection) were recorded for 132 (38%) accessions from 50 (49%) species. For the remaining 213 accessions one or more of these items were missing. Regarding provenance the records indicated that 167 (48%) accessions, which represented 69 (67%) species, were from wild origin and the others were from non wild or unknown source. The range of collection date varied from 1951 to 2010 and the majority of accessions (132/84%) have been collected in the last two decades. The records indicated that 36% of the accessions had been taxonomically verified, 14% had not been verified and for the remaining 50% this information was not reported or was unknown. Some taxonomic names reported for the inventory were synonyms and not the accepted taxa.

The 102 species listed in this study were classified in the following categories of threat (sensu IUCN), according the study carried out by CNCFlora: 12 species as Critically Endangered (CR), 45 species as Endangered (EN), 22 species as Vulnerable (VU), 3 species as Near Threatened (NT), 9 species as Least Concern (LC) and 6 species as Data Deficient (DD). The remaining 5 species were not evaluated.

Nineteen botanic gardens were located in states that have issued lists of threatened species. The majority of them (15/ 79%) maintained species from their state red list in the collections, totaling 220 species. The proportion of species per state list held in collections was very low corresponding to less than 10% of each list (Table 6). Despite the different criteria adopted for the elaboration of the states lists, it was observed a relatively small number of species in collections from the higher category of threat. The percentage of species from the Critically Endangered category of four state lists were as follow: 18% (Rio Grande do Sul), 8% (São Paulo), 2% (Minas Gerais) and 1,5% (Espírito Santo).

Table 6. Number of species from the states red list held in living collections.

States lists	Species in collections (% of state list)	Nº of bgs
São Paulo (SP)	92 (8)	7
Rio Grande do Sul (RS)	56 (9)	4
Minas Gerais (MG)	23 (4)	1
Espírito Santo (ES)	23 (3)	1
Paraná (PR)	26 (5)	1
Pará (PA)	2 (3)	1
Santa Catarina (SC)	0	0

Seed collections

The two active seed banks stored 9 threatened species: 3 from the national list (Appendix A) and 6 from the states lists. *Prosopis affinis* (Fabaceae) and *Trichilia lepidota* (Meliaceae) were held exclusively in seed banks and the remaining seven species were also represented in living collections. There was no duplication of species in more than one seed bank. The 3 species from the national list were stored in JBRJ, namely: *Swietenia macrophylla* (Meliaceae), *Dalbergia nigra* and *Dimorphandra wilsonii* (Fabaceae), the last two endemic to Brazil. The seeds from *D. wilsonii* were from wild origin while the others two were from cultivated area. The 6 species stored in JBFZBRS were from Rio Grande do Sul red list: *Annona cacans* (Annonaceae), *Aspidosperma riedelii* (Apocynaceae), *Maytenus aquifolia* (Celastraceae), *Prosopis affinis* (Fabaceae), *Schlechtendahlia luzulifolia* (Asteraceae) and *Trichilia lepidota* (Meliaceae). They are not endemic to Brazil, except for *M. aquifolia*. Only *A. riedelii* was from non wild source and the remaining were collected in the wild between 2009 and 2011.

In vitro collections

Three botanic gardens maintained 19 threatened species in collection of *in vitro* culture. Nine of them were from the national list (Appendix A) and 10 from the states lists: *Hadrolaelia purpurata*, *Miltonia regnellii*, *M. clowesii*, *Bifrenaria tyrianthina*, *Cattleya bicolor*, *Hoffmannseggella cinnabarina* and *Zygopetalum maxillare* (Orchidaceae); *Butia capitata* (Arecaceae) and *Vriesea incurvata* and *V. philippocoburgii* (Bromeliaceae). All of them, with the exception of *M. clowesii*, were also represented in the living collections. C.

bicolor and *H. purpurata* were present in two botanic gardens. There was a substantial predominance for Orchidaceae species (16) which were all maintained by JBSP, except for *M. regnellii* held by FZBRS.

Discussion

Institutional aspects

The unequal distribution of botanic gardens in Brazil raises the question about where such institutions should be located - where are they most needed. The creation of new of botanic gardens can contribute to the current efforts to conserve the country's biodiversity. However, it is necessary to identify where they can provide the best results. In this way the ecological, social and economic aspects of the region must be taken into account, as well studies such those concerning environmental diversity, endemism, threats, status of conservation of species and habitats and indications of priority areas for conservation (MMA, 2007; Ribeiro et al., 2009; Martinelli and Moraes, 2013).

The diverse sizes of the botanic gardens imply that a number of these institutions are now constrained by available land. However, in general for urban gardens, space is limited with no possibility of expansion. For this reason the development of collections must be well planned. Some priorities should be set to ensure that the collections are aligned with the main purpose of the institution. If the limitation of space for collections is a concern, on the other hand the Brazilian botanic gardens have a great asset to maintain areas with natural vegetation inside their boundaries. This fact must be taken into account in their planning for an integrated approach of plant conservation. The reserves allows the development of diverse studies such as floristic inventories, phenology, reproductive biology, dynamics of population and other *in situ* studies as part of multidisciplinary projects. They integrate the group of botanic gardens that are well-placed to interpret the elements of nature, raise public awareness of the importance of natural resources and their habitats and also to engage people directly in plant conservation (Oldfield, 2010).

The Brazilian botanic gardens, in general, deal with the limited financial resources and efforts to seek alternatives source of income are underway, as also described for others countries (Chen et al., 2009; Shaw, 2010; Negrón-Ortiz, 2014). Although the figures reported referred to a small group of botanic gardens it was observed that the investments

on the collections varied greatly among the institutions according to their diversified structure. The restriction of budget funds has been compensated by investments from research funding agencies and private companies. The JBRJ, for instance, received up to 3 million dollars in 2010 from 100 partnerships that contributed to the recruitment of professionals and maintenance of collections, among others (JBRJ, 2010). The Investing in Nature Project, performed from 2002 to 2006 in alliance with BGCI and HSBC Bank, was a good example of an international partnership that greatly benefited the Brazilian botanic gardens by supporting environmental education projects and establishment of greenhouses and plant collections. Given the increasing responsibilities of botanic gardens as executors of the national normative an adequate operational support to these institutions should be a commitment of the government agencies, either at the municipal, state or federal level.

The reduced number of human resources as well as the high proportion of the technical employees with temporary contract can be appointed as a constraint for the botanic gardens. The instability and high turnover of staff leads to discontinuity of professional training programmes and others actions undermining the work with the collections. A traditional and successful strategy adopted by diverse North American botanic gardens to alleviate the reduced number of staff is the voluntary service. In the recently created Naples Botanic Gardens there are at about 230 volunteers helping with diverse activities in the garden (Brian Holley person. com.), while at the Missouri Botanical Garden this number reaches up to 1,940 persons (Wyse Jackson person. com.). They have been extremely helpful with the environmental educational activities and in some cases they take part in collecting and monitoring data for research projects (Havens et al., 2006).

Although the majority of botanic gardens have employed curators, the lack of guiding documents for the management of collections was an outstanding issue. Only few botanic gardens have developed a collection policy. This is an essential document to ensure that the process of planning and managing collections can generate coherent and meaningful collections, in accordance with the institutions' mission (Leadley and Greene, 1998; Hohn, 2004). It address issues such as the purpose of the collection, criteria for acquisition, ethical and legal consideration in collecting, record system, evaluation, deaccessioning, disposal and delegation of authority to implement and review the policy (Donnelly and William, 1990). Given its importance this document should be accurate, achievable and flexible and be formulated with a perspective on the future (Hohn, 2004). In this way initiatives to review collection policies has been carried out by some botanic

gardens in other countries to ensure that they meet their purpose in face of the current global changes (Rae, 2011).

General aspects of *ex situ* collections

Some Brazilian botanic gardens maintain historic collections of plants usually characterized by large proportion of exotic species and some particular taxonomic groups. This suggests that collections have evolved passively over time without a strong collection strategy to guide development. The charismatic bromeliad, orchids and cacti collections are the most frequent among the botanic gardens and the most diverse in species composition (Costa et al., 2004). Examples include the Orchidaceae collection of JBSP (ca 500 species), the Bromeliaceae collections of JBRJ (ca 650 species) and the Cactaceae collection of FZBRS, which maintains circa 55 species equating to 70% of the total species with known occurrence for the state (Carneiro et al., unpublished). JB de Caxias do Sul holds a smaller but very significant collection of cactus including threatened species of *Parodia* from the Rio Grande do Sul red list. These three families are the most representative families in the national list of threatened species and with the largest number of threatened species in living collections. This is probably due to their endemism, intensive extraction for commercial use and loss of natural habitats and also by the large number of taxonomic specialists in these families which contributes to a better understanding of their biology.

Seed banking is considered the main *ex situ* technique to store genetically representative samples of large number of species for long periods in a relatively small space (Walters, 2004; Offord and Meagher, 2009). Despite seed banks being recognized an important tool for *ex situ* conservation, this resource has not been adopted at a large scale by the Brazilian botanic gardens. Few botanic gardens have seed banks and only a small number of threatened species were being stored in these conditions. The seed banks were located mainly in the older institutions with large research facilities. The exception was for JBBH, a relatively new institution, which recently invested in the implementation of a laboratory and a cold chamber to store seeds. This technique has been improved in other countries with the establishment of new *ex situ* facilities (e.g., Millenium Seed Bank in UK) and coordinated efforts regarding the conservation of seeds as the Center for Plant Conservation (CPC) and the European Native Seeds Conservation Network (ENSCONET). However, despite these efforts a recent survey identified the low proportion of European

threatened plant species stored in seed banks and the low genetic diversity in the collections (Godefroid et al., 2011).

One of the challenges for the Brazilian botanic gardens is the storage of species with recalcitrant and intermediate seed behavior, common among tropical plant species (Theilade and Petri, 2003). These species cannot be stored for the long term in the conventional conditions of low temperature and humidity (Pritchard, 2004). Baseline research to define storage behavior for tropical species is still limited. Investments in studies to identify alternatives methods to conserve seeds in *ex situ* conditions are of fundamental importance. The cryopreservation has been suggested as an appropriate technique to store germplasm (Walters et al., 2013). However, it is still in incipient stage among the Brazilian botanic gardens, with some experiment being undertaken at the JBRJ (Pereira, 2009).

Conservation *ex situ* in seed banks is an important component to be integrated to broad conservation plans. The efforts to identify techniques for the storage behavior of native Brazilian species needs to be enhanced. A strategy at a national level could consider the establishment of regional seed banks to optimize the investments and the efforts regarding the *ex situ* conservation of target species. The partnership with agriculture agencies equipped with gene banks facilities and laboratories could help the development of protocols, seed banking and cryopreservation of threatened species.

The *in vitro* culture has not been a common technique adopted for *ex situ* conservation by the Brazilian botanic gardens. The cost and specialized requirements in terms of infrastructure, personnel and equipments have limited the use of this technique to three institutions. Considering that the micropropagation is more useful for situations where the genetic variability is not a concern and also the high investments required, other propagation methods can be prioritized for the purpose of conservation (Offord and Meagher, 2009). Nevertheless, the technique has been identified as valuable to the propagation and conservation of some species, such as those with low seed production and others difficulties concerning reproduction (Bunn et al., 2011). The JBSP, for example, has been investing in research focusing *in vitro* germination and growth of some selected orchids in view of the over-exploitation of the species and their low rate of seed germination (Suzuki et al., 2009; Suzuki et al., 2010; Schneiders et al., 2012).

Quantitative and qualitative aspects

Regardless the extensive size of some collections, the proportion of threatened species in the collections was found to be very low. The number of species from the states red lists in *ex situ* collections surpassed the amount from the national list indicating a focus on the local flora, as suggested by the contemporary guidelines for plant conservation. However, the predominance of species in collections was from categories of lower threat. Similar situation was described for South Africa where most of the 813 species from the national Red List kept in botanic gardens were from the category of “Rare” or with low risk of extinction (SANBI, 2006). Considering the state lists as reference, the percentage of species from the higher risk of threat in collections has been far from 50% as suggested in the Action Plan for Brazilian Botanic Gardens. Concerning the GSPC target 8 the percentage of species from the national list (21%) held in the living collections has been far below the 75% suggested to be achieved by 2020. Similar assessments, mainly for temperate regions, showed more promising results in terms of percentages of species in *ex situ* collections (Kramer et al., 2011; Sharrock and Jones, 2011). However, the difficulty of achieving this goal is shared with other tropical countries. The fulfillment of Target 8 has been moderate especially in the Latin American and Caribbean region (Faggi et al., 2012). The imbalance between the plant diversity and distribution of botanic gardens in the northern and southern hemispheres imposes major challenges for the tropical botanic gardens regarding the GSPC (Chen et al., 2009). We can even suggest that Target 8 is an unfeasible goal for megadiverse countries, such as Brazil, where the knowledge of plant diversity and the conservation status of species remains incomplete. Moreover, the advance on the evaluation of the conservation status of the native flora will certainly increase the listings of threatened species.

The uneven distribution of threatened species among the Brazilian botanic gardens followed the same pattern described in others studies. Whilst some species were widely cultivated in the collections a great number (n=54/53%) was held in only one botanic garden. The assessment of European collections indicated a significant percentage (43%) of threatened taxa in only a single collection (Sharrock and Jones, 2011), as well as the inventory of Mexican botanic gardens that recorded 33,5% of species limited to just one garden (Caballero, 2013). A greater proportion was recorded in South Africa where 64% of the Red list species is confined to one collection (SANBI, 2006). This raises some questioning about the security of these collections, since they are subject of stochastic

events, such as disease and severe weather conditions (Maunder et al., 2001b). Natural disasters, such as hurricanes, have caused many losses to the North American collections (Klein, 1992). The major concern to Brazilian collections is the negative effect of invasive species, pest and diseases, severe storms and extreme variation in temperature.

Certain criteria related to sampling, record keeping and cultivation are crucial to enhance the conservation utility of the collections (Rae, 2011). These include obtaining genetically diverse samples and proper accession data, and also ensuring the maintenance of viable collections for the long term (Maunder et al., 2004). This study indicated that some of these requirements have not been met by the Brazilian botanic gardens. Genetic analyses would be necessary to have an accurate diagnosis in terms of genetic variability. However, given the large proportion of species represented with only one accession or individual we can assume a low level of genetic representation for these species. This situation indicates the absence of intra-specific genetic diversity sampling and entails the impossibility of sexual reproduction of the dioecious species or those with self incompatibility. The traditional approach of botanic gardens favours the accumulation of living collections with large diversity of species. This is contrary to the needs of today that requires better representation of genetic diversity for each species. The low genetic representation in *ex situ* collections can be a result from the inherent condition of the threatened with few populations in the wild. Some difficulties involving the collection of seeds can be associated to the fragmented populations in the natural habitat, their location in inaccessible places and the low production due to environmental conditions (Godefroid et al., 2011).

The lack of managing procedures can also affect the representation of species in collections. This study showed that the majority of the botanic gardens were not adopting standards protocols to guide the collection of biological material. The sampling protocols are essential to guide the establishment of a genetically representative collection (CPC, 1991), however, the adequate size of the sampling will depend on the genetic variability of the species (Walters, 2004). Whenever is not possible to follow some existing guidelines (Brown and Briggs, 1991; Guerrant Jr. et al., 2004; Havens et al., 2004; Walter et al., 2005; ENSCONET, 2009), the common practice adopted is the collecting of many propagules as possible from the larger number of populations respecting the common sense and the safety of populations. Some procedure should be adopted as part of the genetic management of the collections in order to minimize the risk of genes loss by genetic drift,

artificial selection, hybridization, inbreeding and outbreeding depression, among others (Havens et al., 2004).

Despite the unknown origin of some accessions, the great proportion of accessions (48%) from wild origin is a positive characteristic of the Brazilian collections. Plant material collected from its natural range can potentially allow a better genetic representation and useful assessment of information from their locality. On the other hand, the material from non wild source might be of hybrid origin or its locality of origin might be unknown (Rae, 2011). Genetic analyses have become extremely useful tools to assess the history of collections and solve some uncertainties about the unknown origin of the material. Nevertheless, the investment of resources and time required can hinder the implementation of this method to a large number of samples and species. The research on genetics has also become useful to define the optimal sampling for *ex situ* conservation and to identify the relationship between the genetics and economics of conservation collections (Griffith and Husby, 2010; Namoff et al., 2010).

The management of collection data should be improved by the Brazilian botanic gardens. It was observed that some information was not recorded or was missed over time. The maintenance of all these data and those accumulated during the life of the plant add value and importance to the collection (Leadley and Greene, 1998). A suitable plant record system, other than the software Excel, which has been largely adopted by botanic gardens, is an urgent requirement. A database to integrate the diverse collections of the institution and provide quick access to the information associated to the species and specimens is an essential tool to optimize the management and monitoring of the collections over time. It is also very relevant to ensure the long-term security of data. The concern with this issue led the Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero in Mexico to implement the method of microchips to monitor the collection and to ensure the safekeeping of the data (Iglesias et al., 2013).

Monitoring and evaluating the collections has been undertaken by some botanic gardens worldwide (Aplin, 2008; Bedini and Carta, 2010; Sutherland and Cosgrove, 2010; Rae, 2011), but it is not a common procedure among the Brazilian botanic gardens. These processes are essential to guide the curation of the collections and can influence their utility for conservation purposes. The quality of the horticultural skills and the curatorial activities has great influence on the dynamics of the collection (Maunder et al., 2001b). Accordingly, the periodic review of the collection over time is an important step to improve the management in course. The analysis of trends in collections, for example, led

to the establishment of targets to increase the wild origin percentage of accessions at the Edinburgh Botanic Garden (Rae, 2011). In some cases the evaluation shows the shocking reality that large part of the collection has no implications to research or conservation (Aplin, 2008).

In short all those mentioned requirements are essential to guarantee the quality of the collection and the best use of the biological material for habitat restoration, establishment of new populations and species reintroduction. In this process the botanic gardens, need to ensure that, whenever is possible, the collection has the better representation of the genetic diversity of the taxon, the management retains this genetic diversity and the reintroduced populations are ecologically and genetically viable (Donaldson, 2009).

Use of collections

Although the Brazilian botanic gardens have a mission commitment to environmental education, conservation and research, we argue that little activity was observed in practice. This study revealed a lack of research on Brazilian threatened species and the results were not being distributed through publications. Establishment of better conditions for germination and storage has been object of study in seeds laboratories, but considering the few number of this facilities it has involved a small number of threatened species. There are also some researches regarding, for instance, horticulture or phenology, but multidisciplinary studies for the species are not common. A remarkable initiative under development is the project with *Dimorphandra wilsonii* (Fabaceae), coordinated by the FZBBH in partnership with other institutions. It includes analyses on cultivation, phenology, genetics, reproductive biology and reintroduction (Fernandes et al., 2007; Fernandes, 2008; Fonseca et al., 2010; Fonseca et al., 2012). This project has the potential to become a model for other multidisciplinary studies in Brazil. Donaldson (2009) in a review of the scientific role of botanic gardens conclude that experiments with collections can be enhanced in order to address a broad conservation and global change research programme, as well as the focus on ecosystems services.

The few initiatives with reintroduction of species, focus of the second part of GSPC target 8, are an indicative of the scarce use of the plant material for one of the most important purpose of the collections. The set of projects integrated by the CPC in USA and the recently published guidelines about reintroduction practice are very useful references to

improve the work with threatened plants (Maschinski and Haskins, 2012). Additional investments on applied research involving cultivation and propagation of plants are also of great relevance for reintroduction and restoration projects. The Jardín Botánico de la UNAM in Mexico has developed cultivation protocols for 31% of the threatened species from the national red list with the objective to discourage their illegal trade and overexploitation (Caballero, 2013).

Environmental education is a common activity among the Brazilian botanic gardens, however, only a group (n =13/ 50%) mentioned threatened species as focus of their activities. Despite the limited conservation value of some collections they are of great value for education and display and can be integrated in programmes to fund and promote plant conservation (Maunder et al., 2001a). Botanic gardens have qualified staff to improve their performance with activities to motivate in the visitors a more proactive attitude in favor of sustainability. Species at risk of extinction is a good subject to be explored in these programmes. One of the fundamental task of these institutions is to promote awareness of the value of biodiversity and the human impacts to the environment, in order to encourage actions to prevent the loss of plant diversity (BGCI, 2012).

The establishment of national collection carried out in some countries, such as USA, Australia and Netherland, can be reference for a similar initiative in Brazil. The national collection could be planned with the function of providing a direct contribution to the conservation of Brazilian native flora. It should be part of an integrated conservation plan for priorities species. The composition of the collection will be determined by the need to securely store genetically representative population samples and ensure their use for conservation purposes. The national collection should be held by institutions with the demonstrated horticultural capacity to grow and store the target species. A national coordination would be necessary to guarantee high standards of collections management, the long-term survival of collections, as well as documentation and verification quality.

Conclusions

This paper reviews how the Brazilian botanic gardens are undertaking *ex situ* conservation of threatened species in a country characterized by a high diversity of ecological, social and cultural variables and increasing threats to the natural habitats. This

survey showed the quantitative, as well as the qualitative, aspect of the representation of these species in collections at national level.

The records revealed that currently the Brazilian botanic gardens maintain only a small number of threatened species from the national list (n=102) in their collections and they are not being effective for the purpose to support the reintroduction of these species in their habitats. The Brazilian botanic gardens planning should consider a shift on the representation of alpha diversity of the collection with a prioritization of species and an investment on intra-specific genetic variability. Improvement in infrastructure, technical capacity, including horticultural skill, and development of policies and protocols will be necessary to increase the effectiveness of the collections of threatened species for conservation aims. The botanic gardens should assess their potential to improve the practice of conservation.

We conclude that in order to botanic gardens play a more effective role in conservation a change in the way of thinking the conservation practice should be undertaken. We mean that they should keep evolving to an institution with a broader focus and high investment in conservation (see Victoria Zoo Strategy – www.zoo.org.au).

The Brazilian botanic gardens have undergone many changes over time, as well as the similar institutions all over the world. They have expanded their activities due to changes in the environmental, social and political scenarios. The botanic gardens established until the late middle of the 19th century followed the traditional model in which plant collections were determined by taxonomic diversity with the predominance of plants with great appeal for display. The approach on conservation was a novelty and the research programme focused basically on taxonomy. Additionally, they were places of recreation and leisure with limited education activities.

In the 20th century the botanic gardens improved the conservation approach. The collections focused on native plants from regional flora and some attention was given to endemic and threatened species. New types of collections were established, such as seed banks and tissue culture. The diversity of species remained as a characteristic of the collections, but an attempt to have a genetic variability was underway. Many plant represented in the collections were derived from research programmes. Taxonomy still played an important role, but the research activities included other areas of science and also partnerships with universities and other institutions. Some horticulture skills were developed for the most frequent groups such as bromeliads, orchids and cactus. A more specialized kind of leisure was provided to the visitors. Environmental interpretation and a

broad programme of education activities were developed to raise awareness for the importance of conservation and sustainable use of biodiversity.

Looking to the future we propose that the Brazilian botanic gardens should aim their strategies to reduce the plant extinction rates and support the long term security of species in their habitats. This goal should underline diverse functions of the institution, such as research and education. It involves the adoption of multidisciplinary actions in the short, medium and long term. The collections should be more committed with the conservation purposes. The establishment and management of collections should follow protocols to guarantee the accomplishment of these objectives. High standards of horticulture to cultivate and propagate threatened and rare species will be expected. The botanic gardens will need a staff with diverse skills to carry out multidisciplinary studies, especially those aiming the restoration of habitats and species recovery. This also implies in strengthen consortium with other institutions. They will need to be bold on advocacy on behalf of conservation and should use impact messages to sensitize the public and the decision makers. The visit to the botanic gardens besides being an enjoyable leisure programme should aggregate knowledge and inspire a behavior change concerning the use of the natural resources.

Acknowledgements

The authors thank all the botanic gardens from Brazil, United States and Mexico that contributed to this survey. The first author was granted with a scholarship by National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) - INCT Virtual Herbarium and the fourth author with a Research Scholarship.

References

- Aplin, D., 2008. How useful are botanic gardens for conservation? *Plantsman*, pp. 190-193.
- Bediaga, B., 2007. Joining pleasure and work in the making of science: the Jardim Botânico do Rio de Janeiro - 1808 to 1860. *História, Ciências, Saúde* 14, 1131-1157.
- Bediaga, B., 2010. Jardim Botânico do Rio de Janeiro e as ciências agrárias. *Ciência e Cultura* 62, 28-32.
- Bedini, G., Carta, A., 2010. Criteria for assessing Italian *ex situ* collections of threatened plants. *Kew Bulletin* 65, 649-654.
- BGCI [Botanic Gardens Conservation International], 2012. International Agenda for Botanic Gardens in Conservation. Richmond.

- Blackmore, S., Gibby, M., Rae, D., 2011. Strengthening the scientific contribution of botanic gardens to the second phase of the Global Strategy for Plant Conservation. *Botanical Journal of the Linnean Society* 166, 267-281.
- Bonneuil, C., 2002. Los jardines botánicos coloniales. *Ciencias* 68, 46-51.
- Brasil [Ministério do Meio Ambiente], 2008. Instrução Normativa nº 6 de 23 de setembro de 2008. *Diário Oficial da União* de 24 de setembro de 2008, nº 185, Seção 1, p 75-83.
- Brazil [Ministry of the Environment], 2010. Fourth National Report to the Convention on Biological Diversity: Brazil. Office of the National Program for Biodiversity Conservation - DCBio. Brasília.
- Brown, A.H.D., Briggs, J.D., 1991. Sampling strategies for genetic variation in *ex situ* collections of endangered plant species, in: Falk, D.A., Holsinger, K.E. (Eds.), *Genetics and Conservation of Rare Plants*. Oxford University Press, New York, 99-119.
- Brummitt, N., Bachman, S., Moat, J., 2008. Applications of the IUCN Red List: towards a global barometer for plant diversity. *Endangered Species Research* 6, 127-135.
- Bunn, E., Shane, R.T., Dixon, T., 2011. Biotechnology for saving rare and threatened flora in a biodiversity hotspot. *In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant* 47, 188-200.
- Butchart, S.H.M., Walpole, M., Collen, B., et al., 2010. Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines. *Science* 328, 1164-1168.
- Caballero, N.J. (Ed.), 2013. *Jardines botánicos: contribución a la conservación vegetal de México*. Comisión Nacional para la Conservación y Uso de la Biodiversidad, Mexico.
- Carneiro, A.M.; Nilson, A.D. & Glovacki, B. Unpublished. Coleção de Cactaceae nativa do Rio Grande do Sul no Jardim Botânico de Porto Alegre.
- Chen, J., Cannon, C.H., Hu, H., 2009. Tropical botanical gardens: at the *in situ* ecosystem management frontier. *Trends in Plant Science* 14, 584-589.
- CNUC [Cadastro Nacional de Unidades de Conservação], 2012. Unidades de conservação por bioma. http://www.mma.gov.br/cadastro_uc. cited 10 Mar 2013.
- COEMA [Conselho Estadual de Meio Ambiente], 2007. Resolução nº 54 de 24/10/2007. Homologa a Lista de Espécies da Flora e da Fauna Ameaçadas no Estado do Pará.
- Costa, M.L.M.N. (Org.), 2004. *Diversidade biológica nos jardins botânicos brasileiros*. Rede Brasileira de Jardins Botânicos, Rio de Janeiro

- COPAM [Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais], 1997. Deliberação Copam nº 085 de 1997. Aprova a Lista das Espécies Ameaçadas de Extinção da Flora do Estado de Minas Gerais.
- CPC [Center for Plant Conservation], 1991. Genetic sampling guidelines for conservation collections of endangered plants, in: Falk, D.A., Holsinger, K.E. (Eds.), Genetics and conservation of rare plants. Oxford University Press, New York, 225–238.
- Donaldson, J.S., 2009. Botanic gardens science for conservation and global change. Trends in Plant Science 14, 608-613.
- Donnelly, G.T., William, R.F., 1990. How to write a plant collections policy. The Public Garden, 33-36.
- ENSCONET [European Native Seed Conservation Network], 2009. ENSCONET Seed Collecting Manual for Wild Species.
- Espírito Santo, 2005. Decreto nº 499-R de 13 de junho de 2005. Declara as espécies da fauna e flora silvestres ameaçadas de extinção no Estado do Espírito Santo, e dá outras providências.
- Faggi, A., Costa, M.L.M.N., Pereira, T.S., et al., 2012. Latin American and Caribbean botanic gardens: advances and challenges at national and regional levels. Plant Ecology & Diversity 5, 259-263.
- Fernandes, F.M., 2008. Conservação e manejo de *Dimorphandra wilsonii* Rizzini, Fabaceae - Caesalpinioideae, espécie arbórea criticamente ameaçada, in: Rede Brasileira de jardins Botânicos. Anais da XVI Reunião de Jardins Botânicos: Conservação *ex situ* em jardins botânicos. Rio de Janeiro, pp.87-98.
- Fernandes, F.M., Fonseca, A.G., Kaechele, K., et al., 2007. Tentando evitar mais uma extinção: o caso do "Faveiro de Wilson" (*Dimorphandra wilsonii* Rizzini), in: Pereira, T.S., Costa, M.L.M.N., Wyse Jackson, P. (Eds.), Recuperando o verde para as cidades - a experiência dos jardins botânicos brasileiros. Rede Brasileira de Jardins Botânicos, Rio de Janeiro, pp. 87-98.
- Fiaschi, P., Pirani, J.R., 2009. Review of plant biogeographic studies in Brazil. Journal of Systematics and Evolution 47, 477-496.
- Fonseca, M.B., França, M.G.C., Zonta, E., et al., 2010. Crescimento inicial de *Dimorphandra wilsonii* (Fabaceae - Caesalpinioideae) em diferentes condições de fertilidade em solo de cerrado. Acta Botanica Brasilica 24, 322-327.

- Fonseca, M.B., Peix, A., Faria, S.M., et al., 2012. Nodulation in *Dimorphandra wilsonii* Rizz. (Caesalpinioideae), a Threatened Species Native to the Brazilian Cerrado. PLoS ONE 7, e49520.
- Forzza, R.C., Baumgratz, J.F., Bicudo, C.E.M., et al., 2012. New Brazilian Floristic List Highlights Conservation Challenges. BioScience 62, 39-45.
- Godefroid, S., Rivière, S., Waldren, S., et al., 2011. To what extent are threatened European plant species conserved in seed banks? Biological Conservation, 1494–1498.
- Govaerts, R., 2010. Safeguarding extinct plants in *ex situ* collections. BGjournal 7, 22-24.
- Griffith, P., Husby, C., 2010. The price of conservation: measuring the mission and its cost. BGjournal 7, 12-14.
- Guerrant Jr., E.O., Fiedler, P., Havens, K., et al., 2004. Revised genetic sampling guidelines for conservation collections of rare and endangered species, in: Guerrant Jr., E.O., Havens, K., Maunder, M. (Eds.), *Ex situ* Plant Conservation: Supporting Species Survival in the Wild. Island Press, Washington, pp. 419-441.
- Hatschbach, G.G., Ziller, S.R., 1996. Lista vermelha de plantas ameaçadas de extinção no Estado do Paraná. SEMA/GTZ Curitiba.
- Havens, K., Vitt, P., Maunder, M., Guerrant Jr., E.O., Dixon, K., 2006. *Ex situ* plant conservation and beyond. BioScience 56: 525- 531.
- Havens, K., Guerrant Jr., E.O., Maunder, M., et al., 2004. Guidelines for *ex situ* conservation collection management: Minimizing risks, in: Guerrant Jr., E.O., Havens, K., Maunder, M. (Eds.), *Ex situ* Plant Conservation: Supporting Species Survival in the Wild. Island Press, Washington, pp. 454-473.
- Hohn, T.C. (Ed.), 2004. Curatorial practices for botanical gardens AltaMira Press.
- IBGE, 2012. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável Brasil 2012. Estudos e Pesquisa. Informação Geográfica 9.
- Iglesias, C., Vovides, A.P., Luna, V., et al., 2013. El Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero y la Estrategia Global para la Conservación Vegetal, in: Caballero, N.J. (Eds.), Jardines botánicos contribución a la conservación vegetal de México. Comisión Nacional para la Conservación y Uso de la Biodiversidad, Mexico, pp. 111-120.
- IUCN, International Union for Conservation of Nature 2001 IUCN Red List Categories and Criteria. Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

- JBRJ, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2010. Relatório de Gestão 2003-2010. Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.
- Joppa, L.N., Roberts, D.L., Pimm, S.L., 2010. How many species of flowering plants are there? *Proceedings of the Royal Society B* 2011, 554-559.
- Klein, R.M., 1990. Espécies raras ou ameaçadas de extinção do estado de Santa Catarina. IBGE, Diretoria de Geociências, Rio de Janeiro.
- Klein, W.M., 1992. Fairchild Tropical garden hit by hurricane Andrew. *Principes* 36, 225-227.
- Klink, C.A., Machado, R.B., 2005. A conservação do cerrado brasileiro. *Megadiversidade* 1, 147-155.
- Kramer, A., Hird, A., Shaw, K., et al., 2011. Conserving North America's Threatened Plants - Progress report on Target 8 of the Global Strategy for Plant Conservation. U.S., B.G.C.I. Botanic Gardens Conservation International U.S., Glencoe.
- Leadley, E., Greene, J. (Eds.), 1998. *The Darwin Technical Manual for Botanic Gardens*. Botanic Gardens Conservation International, London.
- Martinelli, G., Moraes, M.A. (Eds.), 2013. *Livro Vermelho da Flora Brasileira*. Andrea Jakobson Estúdio. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Maschinski, J., Haskins, K.E. (Eds.), 2012. *Plant Reintroduction in a Changing Climate - Promises and Perils*. Center for Plant Conservation, Island Press, Washington.
- Maunder, M., 2013. Plant Conservation, in: *Encyclopedia of Biodiversity*, pp. 76-89.
- Maunder, M., Havens, K., Guerrant Jr., E.O., et al., 2004. *Ex situ* methods: a vital but underused set of conservation resources, in: Guerrant Jr., E.O., Havens, K., Maunder, M. (Eds.), *Ex situ* plant conservation – supporting species survival in the wild. Island Press, Washington, pp. 3-20.
- Maunder, M., Higgs, S., Culham, A., 2001a. The effectiveness of botanic garden collections in supporting plant conservation: a European case study. *Biodiversity and Conservation* 10, 383-401.
- Maunder, M., Lyte, B., Dansfield, J., et al., 2001b. The conservation value of botanic garden palm collection. *Biological Conservation* 98, 259-271.
- Miller, B., Conway, W., Reading, R.P., et al., 2004. Evaluating the Conservation Mission of Zoos, Aquariums, Botanical Gardens, and Natural History Museums. *Conservation Biology* 18, 86-93.

- Miranto, M., Hyvärinen, M., Hiltunen, R., et al., 2012. *Ex situ* conservation of threatened native plants in Finland: analysis of the current status. *Endangered Species Research* 17, 227-236.
- Mittermeier, R.A., Robles Gil, P., Hoffmann, M., et al., 2004. Hotspots Revisited. CEMEX, Mexico.
- MMA [Ministério do Meio Ambiente] 2007. Áreas prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira: Atualização – Portaria MMA nº 09, de 23 de janeiro de 2007. Série Biodiversidade, 31. MMA-Secretaria Nacional de Biodiversidade e Florestas, Brasília.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., et al., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403, 853-858.
- Namoff, S., Husby, C.E., Francisco-Ortega, J., et al., 2010. How well does a botanical garden collection of a rare palm capture the genetic variation in a wild population? *Biological Conservation* 143, 1110–1117.
- Negrón-Ortiz, V., 2014. Pattern of expenditures for plant conservation under the Endangered Species Act. *Biological Conservation* 171, 36-43.
- Offord, C.A., Meagher, P.F. (Eds.). 2009. Plant germplasm conservation in Australia: strategies and guidelines for developing, managing and utilizing *ex situ* collections. Australian Network for Plant Conservation Inc., Canberra.
- Oldfield, S., 2010. Plant Conservation: Facing Tough Choices. *BioScience* 60, 778-779.
- Paton, J.A., Lughadha, E.N., 2011. The irresistible target meets the unachievable objective: what have 8 years of GSPC implementation taught us about target setting and achievable objectives? *Botanical Journal of the Linnean Society* 166, 250-260.
- Pereira, A.R., 2009. Morfologia, germinação e conservação de sementes de espécies de Bromeliaceae ameaçadas de extinção. Tese de doutorado, Programa de Pós-Graduação em Botânica, ENBT, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro
- Pereira, T.S., Costa, M.L.M.N., Wyse Jackson, P. (Eds.), 2004. Plano de Ação para os Jardins Botânicos Brasileiros. Rede Brasileira de Jardins Botânicos, Rio de Janeiro.
- Pimm, S.L., Jenkins, C.N., 2010. Extinctions and the practice of preventing them, in: Sodhi, N.S., Ehrlich, P.R. (Eds.), *Conservation biology for all*. Oxford University Press, Oxford.
- Possingham, H.P., Andelman, S.J., Burgman, M.A., et al., 2002. Limits to the use of threatened species lists. *Trends in Ecology and Evolution* 17, 503-507.

- Pritchard, H.W., 2004. Classification of seed storage 'types' for *ex situ* conservation in relation to temperature and moisture, in: Guerrant Jr., E.O., Havens, K., Maunder, M. (Eds.), *Ex situ* Plant Conservation: Supporting Species Survival in the Wild. Island Press, Washington, pp. 139-161.
- Rae, D., 2011. Fit for purpose: the importance of quality standards in the cultivation and use of live plant collections for conservation. *Biodiversity and Conservation* 20, 241–258.
- RBJB [Rede Brasileira de Jardins Botânicos], 2010. Jardins botânicos. <http://www.rbjb.org.br/jardins>. cited 4 Out 2011.
- Ribeiro, M.C., Metzger, J.P., Martensen, A.C., et al., 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation* 142, 1141–1153.
- Rio Grande do Sul, 2003. Decreto nº 42.099 de 2002. Aprova a Lista das Espécies da Flora Ameaçadas do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul.
- SANBI [South African National Biodiversity Institute], 2006. Integrating *ex situ* and *in situ* conservation. *Biodiversity Series* 1, 35-39.
- Sanjad, N., 2010. Os Jardins Botânicos Luso-Brasileiros. *Ciência e Cultura* 62, 20-22.
- São Paulo, 2004. Resolução SMA 48, de 21 de setembro de 2004. Publica a lista oficial das espécies da flora do Estado de São Paulo ameaçadas de extinção. *Diário Oficial do Estado de São Paulo*, de 22 de setembro de 2004, Seção 1, p 26-29.
- SCBD [Secretary of the Convention on Biological Diversity], 2009. The Convention on Biological Diversity Plant Conservation Report: A Review of Progress in Implementing the Global Strategy of Plant Conservation (GSPC). Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal.
- Schneiders, D., Pescador, R., Booz, M.R., et al., 2012. Germinação, crescimento e desenvolvimento in vitro de orquídeas (*Cattleya* spp., Orchidaceae). *Revista Ceres* 59, 185-191.
- Sharrock, S., Jones, M., 2011. Saving Europe's threatened flora: progress towards GSPC Target 8 in Europe. *Biodiversity and Conservation* 20, 325–333.
- Shaw, K., 2010. Conserving Mexico's Threatened Plants: Progress towards Target 8 of the Global Strategy for Plant Conservation. MSc. dissertation, Faculty of Natural Science. Centre for Environmental Policy, Imperial College London, London
- Sutherland, L., Cosgrove, C., 2010. Valuing a national collection - a work in progress at the Australian National Botanic Gardens. *BGjournal* 7, 7-11.

- Suzuki, R.M., Almeida, V., Pescador, R., et al., 2010. Germinação e crescimento in vitro de *Cattleya bicolor* Lindley (Orchidaceae). *Hoehnea* 37, 731-742.
- Suzuki, R.M., Moreira, V.C., Nakabashi, M., et al., 2009. Estudo da germinação e crescimento in vitro de *Hadrolaelia tenebrosa* (Rolfe) Chiron & V.P. Castro (Orchidaceae), uma espécie da flora brasileira ameaçada de extinção. *Hoehnea* 36, 657-666.
- Theilade, I., Petri, L., 2003. Conservation of tropical trees *ex situ* through storage and use. Guidelines and Technical Notes n° 65. Danida Forest Seed Centre, Humlebach.
- Tomasi, L.T., 2005. The origins, function and role of the botanical garden in the sixteenth and seventeenth century Italy. *Studies in the History of Gardens & Design* Landscapes 25, 103-115.
- UN [United Nations], 1992. Convention on Biological Diversity. <http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf>. cited 20 Apr 2013.
- UNEP [United Nations Environment Programme], 2010. Conference of Parties to the Convention on Biological Diversity. Decision X/17. Consolidated update of the Global Strategy for Plant Conservation 2011–2020. <http://www.cbd.int/decision/cop/?id=12283>. cited 20 Feb 2013.
- Walter, B.M.T., Cavalcanti, T.B., Bianchetti, L.B., 2005. Princípios da coleta de germoplasma, in: Walter, B.M.T., Cavalcanti, T.B. (Eds.), *Fundamentos para a coleta de de germoplasma vegetal*. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, pp. 140-177.
- Walters, C., 2004. Principles for preserving germplasm in genebanks, in: Guerrant Jr., E.O., Havens, K., Maunder, M. (Eds.), *Ex situ Plant Conservation: Supporting Species Survival in the Wild*. Island Press, Washington, pp. 113-138.
- Walters, C., Berjak, P., Pammenter, N., et al., 2013. Preservation of Recalcitrant Seeds. *Science* 339, 915-916.
- Willinson, J. (Ed.), 2006. *Education for Sustainable Development: Guidelines for Action in Botanic Gardens*. Botanic Gardens Conservation International, UK.
- Wyse Jackson, P., Kennedy, K., 2009. The Global Strategy for Plant Conservation: a challenge and opportunity for the international community. *Trends in Ecology and Evolution* 14, 578-580.
- Wyse Jackson, P., Sutherland, L., 2000. *International Agenda for Botanic Gardens in Conservation*. Botanic Gardens Conservation International, UK.

Appendix A. Species from the national List of Threatened Species of Brazilian Flora in *ex situ* collections of botanic gardens. CT: (Collections type) - P (living plant collections); S (seedbanks); T (tissue culture). BGs (acc.): Botanic gardens (accessions). RC: Risk category based on the Red Book of Brazilian Flora (Martinelli and Moraes, 2013) - CR (Critically Endangered); EN (Endangered); VU (Vulnerable); NT (Near Threatened); LC (Least Concern); DD (Data Deficient). Biome - AF (Atlantic Forest); CE (Cerrado); CA (Caatinga); PN (Pantanal); AM (Amazon).

Family/ Species	CT	BGs (acc)	RC	Biome
Amaryllidaceae				
<i>Griffinia liboniana</i> Morren	P	2 (2)	EN	AF
<i>Hippeastrum brasilianum</i> (Traub & J.L.Doran) Dutilh	P	1 (1)	EN	AF
Anacardiaceae				
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão ¹	P	5 (5)	LC	AF,CA,CE
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl. ¹	P	3 (3)	LC	AF,CA,CE
Araceae				
<i>Anthurium langsdorffii</i> Schott	P	1 (1)	EN	AF
<i>Anthurium luschnathianum</i> Kunth	P	1 (1)	EN	AF
<i>Philodendron spiritus-sancti</i> G.S.Bunting	P	2 (3)	EN	AF
Araucariaceae				
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze ¹	P	11(14)	EN	AF
Arecaceae				
<i>Acrocomia emensis</i> (Toledo) Lorenzi	P	1 (1)	VU	CE
<i>Attalea barreirensis</i> Glassman	P	1 (1)	VU	CE
<i>Attalea brasiliensis</i> Glassman	P	1 (1)	EN	CE
<i>Bactris hatschbachii</i> Noblick ex A.J.Hend.	P	2 (2)	LC	AF
<i>Butia eriospatha</i> (Mart. ex Drude) Becc.	P	7 (7)	VU	AF
<i>Euterpe edulis</i> Mart. ¹	P	12(17)	VU	AF, CE
Bromeliaceae				
<i>Aechmea apocalyptica</i> Reitz	P	1 (1)	VU	AF
<i>Aechmea blumenavii</i> Reitz	P	2 (3)	LC	AF
<i>Aechmea cariocae</i> L.B.Sm.	P	1 (1)	EN	AF
<i>Aechmea eurycorymbus</i> Harms	P	1 (2)	NT	AF, CA
<i>Aechmea kleinii</i> Reitz	P	1 (2)	EN	AF
<i>Aechmea muricata</i> (Arruda) L.B.Sm.	P	1 (1)	EN	AF
<i>Aechmea pimenti-velosoi</i> Reitz	P	2 (2)	DD	AF
<i>Aechmea werdermannii</i> Harms	P	2 (2)	EN	AF, CA
<i>Aechmea winkleri</i> Reitz ¹	P	2 (2)	CR	AF
<i>Billbergia alfonsijoannis</i> Reitz	P	1 (1)	LC	AF, CE
<i>Canistrum fosterianum</i> L.B.Sm.	P	2 (2)	CR	AF
<i>Cryptanthus burle-marxii</i> Leme	P	1 (1)	VU	AF
<i>Cryptanthus fosterianus</i> L.B.Sm.	P	1 (1)	CR	AF
<i>Dyckia distachya</i> Hassl. ¹	P	2 (4)	CR	AF
<i>Dyckia hatschbachii</i> L.B.Sm.	P	1 (1)	CR	AF
<i>Dyckia ibiramensis</i> Reitz	P	1 (1)	EN	AF

(cont.)

Family/ Species	CT	BGs (acc)	RC	Biome
<i>Fernseea itatiaiae</i> (Wawra) Baker	P	1 (1)	EN	AF
<i>Guzmania monostachia</i> (L.) Rusby ex Mez ¹	P	1 (1)	VU	AF
<i>Hohenbergia castellanosi</i> L.B.Sm. & R.W.Read	P	1 (1)	EN	AF
<i>Hohenbergia correia-araujoi</i> E.Pereira & Moutinho	P	2 (4)	CR	AF
<i>Hohenbergia littoralis</i> L.B.Sm.	P	1 (1)	EN	AF
<i>Neoregelia binotii</i> (Antoine) L.B.Sm.	P	2 (2)	DD	AF
<i>Nidularium bocainense</i> Leme	P	2 (2)	EN	AF
<i>Nidularium utriculosum</i> Ule	P	1 (1)	VU	AF
<i>Orthophytum amoenum</i> (Ule) L.B.Sm.	P	1 (1)	EN	CA
<i>Portea grandiflora</i> Philcox	P	1 (3)	VU	AF
<i>Portea kermesina</i> K.Koch	P	2 (2)	EN	AF
<i>Vriesea brusquensis</i> Reitz	P	2 (2)	NT	AF
<i>Vriesea muelleri</i> Mez	P	1 (1)	DD	AF
<i>Vriesea triangularis</i> Reitz	P	1 (1)	DD	AF
Cactaceae				
<i>Arthrocerus melanurus</i> (Ritter) N.P.Taylor & Zappi	P	1 (2)		CE
<i>Cipocereus laniflorus</i> N.P.Taylor & Zappi	P	1 (1)	EN	AF
<i>Echinopsis calochlora</i> K.Schum. ¹	P	2 (2)	CR	CE, PN
<i>Espositoopsis dybowski</i> (Rol.-Goss.) Buxb.	P	1 (1)	EN	CA
<i>Melocactus azureus</i> Buining & Brederoo	P	1 (1)	EN	CA
<i>Melocactus deinacanthus</i> Buining & Brederoo	P	1 (1)	CR	CA
<i>Melocactus glaucescens</i> Buining & Brederoo	P	1 (1)	EN	CA
<i>Micranthocereus polyanthus</i> (Werderm.) Backeb.	P	1 (1)	EN	CA, CE
<i>Micranthocereus streckeri</i> Van Heek & Van Criel	P	1 (1)	CR	CA, CE
<i>Tacinga braunii</i> Esteves	P	2 (2)	VU	CA
Combretaceae				
<i>Terminalia acuminata</i> (Allemão) Eichler	P	1 (1)	EN	AF
Convolvulaceae				
<i>Ipomoea cavalcantei</i> D.F.Austin	P	1 (1)	EN	AM
Costaceae				
<i>Chamaecostus cuspidatus</i> (Nees & Mart.) C.D. Specht & D.W.Stev.	P	3 (4)		AF
Dicksoniaceae				
<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	P	8 (11)	EN	AF
Ephedraceae				
<i>Ephedra tweediana</i> C.A.Mey. ¹	P	3 (3)		AF, PN
Erythroxylaceae				
<i>Erythroxylum substriatum</i> O.E. Schulz	P	2 (2)		
Fabaceae				
<i>Caesalpinia echinata</i> Lam.	P	11(12)	EN	AF
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.	P/ S	9 (9)	VU	AF
<i>Dimorphandra wilsonii</i> Rizzini	P/ S	4 (4)	CR	AF, CE

(cont.)

Family/ Species	CT	BGs (acc)	RC	Biome
<i>Grazielodendron rio-docensis</i> H.C.Lima	P	1 (1)	NT	AF
<i>Machaerium obovatum</i> Kuhl. & Hoehne	P	1 (1)	VU	AF
<i>Melanoxylon brauna</i> Schott	P	1 (1)	VU	CE, CA
Gesneriaceae				
<i>Sinningia cardinalis</i> (Lehm.) H.E.Moore	P	1 (1)	CR	AF
<i>Sinningia guttata</i> Lindl.	P	1 (1)	EN	AF
<i>Sinningia hirsuta</i> (Lindl.) G.Nicholson	P	1 (1)	EN	AF
<i>Vanhouttea fruticulosa</i> (Glaz. ex Hoehne) Chautems	P	1 (1)	DD	AF
<i>Vanhouttea lanata</i> Fritsch	P	1 (1)	EN	AF
Heliconiaceae				
<i>Heliconia angusta</i> Vell.	P	4 (5)	LC	AF
<i>Heliconia farinosa</i> Raddi	P	1 (1)	LC	AF
Lauraceae				
<i>Aniba rosaeodora</i> Ducke	P	2 (3)	EN	AM
<i>Ocotea catharinensis</i> Mez ¹	P	4 (7)	VU	AF
<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	P	4 (7)	EN	AF,CE,AM
<i>Ocotea porosa</i> (Nees & Mart.) Barroso ¹	P	5 (20)	EN	AF
Lecythidaceae				
<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl. ¹	P	4 (4)	VU	AM
<i>Cariniana ianeirensis</i> R.Knuth ¹	P	2 (2)	EN	AF
<i>Couratari asterotricha</i> Prance	P	1 (1)	EN	AF
Malvaceae				
<i>Pavonia alnifolia</i> A.St.-Hil.	P	1 (1)	DD	AF
Meliaceae				
<i>Swietenia macrophylla</i> King ¹	P/S	7 (7)	VU	AM
Moraceae				
<i>Dorstenia tenuis</i> Bonpl. ex Bureau ¹	P	1 (2)	LC	AF, CE
Orchidaceae				
<i>Cattleya dormaniana</i> Rchb.f.	P/T	6 (19)	VU	AF
<i>Cattleya granulosa</i> Lindl.	P/T	3 (3)	VU	AF
<i>Cattleya labiata</i> Lindl.	P	2 (3)	EN	AF, CA
<i>Cattleya schilleriana</i> Rchb.f.	P/T	5 (17)	VU	AF
<i>Cattleya velutina</i> Rchb.f.	P	1 (1)	VU	AF
<i>Cattleya warnerii</i> T.Moore	P	1 (1)	CR	AF
<i>Constantia cipoensis</i> Porto & Brade	P	1 (2)	VU	CE
<i>Hadrolaelia brevipedunculata</i> (Cogn.) Chiron & V.P.Castro	P/T	1 (4)		CE
<i>Hadrolaelia fidelensis</i> (Pabst) Gutfreund	P	3 (3)	EN	AF
<i>Hadrolaelia jongheana</i> (Rchb.f.) Chiron & V.P.Castro	P/T	3 (13)	EN	CE
<i>Hadrolaelia lobata</i> (Lindl.) Chiron & V.P.Castro	P	3 (9)	EN	AF
<i>Hadrolaelia perrinii</i> (Lindl.) Chiron & V.P.Castro	P/T	4 (10)	VU	AF

(cont.)

Family/ Species	CT	BGs (acc)	RC	Biome
<i>Hadrolaelia tenebrosa</i> (Rolfe) Chiron & V.P.Castro	P/ T	2 (9)	EN	AF
<i>Hadrolaelia virens</i> (Lindl.) Chiron & V.P.Castro	P/ T	1 (3)	LC	AF
<i>Hadrolaelia xanthina</i> (Lindl.) Chiron & V.P.Castro	P/ T	3 (6)	EN	AF
Passifloraceae				
<i>Passiflora hatschbachii</i> Cervi	P	1 (1)	EN	AF
Rubiaceae				
<i>Rudgea macrophylla</i> Benth.	P	1 (1)	EN	AF
Rutaceae				
<i>Almeidea coerulea</i> (Nees & Mart.) A.St.-Hil.	P	2 (2)	EN	AF
<i>Pilocarpus microphyllus</i> Stapf ex Wardlew. ¹	P	1 (1)	EN	AM

¹ Species not endemic to Brazil

Capítulo 2

Contribution of Brazilian botanic gardens to *in situ* conservation of threatened species*

* Maria Lúcia M. N. da Costa¹, Ricardo Avancini², Ariane L. Peixoto¹

¹ Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro

² Centro Nacional de Conservação da Flora, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro

Formatado seguindo normas do periódico Biodiversity and Conservation.

Contribution of Brazilian botanic gardens to *in situ* conservation of threatened species

Abstract

Botanic gardens have a unique opportunity to contribute to global initiatives to safeguard plant diversity. They are encouraged to adopt complementary measures for species conservation in their original localities, *in situ*, and under cultivation, *ex situ*. This integrated approach is particularly important for the botanic gardens in the tropical climate zone, which face the challenge to conserve highly diverse and usually threatened flora. Some botanic gardens in Brazil maintain reserves of natural vegetation, which are a great asset that can improve their performance regarding *in situ* conservation. This study has gathered information on the occurrence of threatened species in the reserves of 20 Brazilian botanic gardens. The assessment was based on herbarium records of the database of the National Centre for Flora Conservation and also on existing plant inventories of these reserves. The results indicate that 36 species from the official List of Threatened Species of Brazilian Flora, 649 species from the states red lists and 149 species from the Red Book of Brazilian Flora are registered as having been collected in the reserves. The occurrence of threatened species in the botanic gardens' reserves reinforces the scientific value of these areas, as well as their biological, social and cultural importance for conservation. Multidisciplinary studies are recommended to support the management and the survival of species in their natural habitats. This knowledge will assist the planning of suitable conservation strategies for each species.

Key words: threatened species, *in situ* conservation, botanic garden

Introduction

In recent decades, relevant changes in the understanding of plant conservation have been influenced by the interrelationships between conservation and sustainable use, by the adoption of the concept of biodiversity, and by the discipline of conservation biology (Heywood and Iriondo 2003). The Convention on Biological Diversity (CBD) gave rise to many international commitments and strategies which stimulated the adoption of these new approaches in response to increasing environmental threats. Since CBD was adopted, nations have been encouraged to join global initiatives to safeguard plant diversity.

Some countries have developed national targets to address the requirements of the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC) and although advances have been made, the efforts need to be intensified (Wyse Jackson and Kennedy 2010). Botanic gardens have a unique opportunity to contribute to the GSPC, as a group of scientific institutions that work on the documentation and preservation of plant diversity, simultaneously engaging citizens to mobilize their response to global environmental change (Blackmore et al. 2011). These institutions have appropriate facilities and staff to perform plant taxonomic and horticultural research. Also, the establishment of partnerships with other institutions enables broader performance which includes other areas of science.

The revision of the GSPC, approved by the Conference of the Parties to the CBD in 2010, brought new challenges, especially for countries with high biodiversity (SCBD 2010). As a consequence, a major engagement of botanic gardens is required in providing technical recommendations for the establishment of measures by governments aiming at the conservation and sustainable use of biological diversity. The botanic gardens are encouraged to focus on local flora, assisting in the conservation of threatened and endemic species, mainly those of economic value (BGCI 2012). The adoption of complementary measures for species conservation in their original locality, *in situ*, and in cultivation, *ex situ*, has also been recommended. This approach is particularly meaningful for Brazilian botanic gardens, challenged to encompass a broader performance that goes beyond their traditional *ex situ* role, in order to deal with conservation of native flora.

Specific challenges for the existing 36 Brazilian botanic gardens are intensified considering that the country possesses one of the richest flora in the world and a great variety of vegetation types (Joly et al. 1999; Giulietti et al. 2005). The Brazilian Catalogue of Plants and Fungi, continually updated, has registered up to now nearly 41,000 species, with a high number of endemics one (Forzza et al. 2010; 2012). This diversity has been strongly affected by processes of urbanization and agricultural expansion, considered major causes of habitat destruction and species extinction within Brazilian territory (Brandom et al. 2005). In this context, the red list is an important tool of assistance to botanic gardens, as well as to other institutions, to prioritize the planning and relevant action for conservation (Possingham et al. 2002; Donaldson 2013). The official national List of Threatened Species of Brazilian Flora, launched in 2008, includes 472 species (Brasil 2008). Alongside the national list, regional lists of threatened species have been developed for seven states in Brazil, namely: Santa Catarina (Klein 1990), Paraná (Hatschbach and Ziller 1996), Minas Gerais (COPAM 1997), Rio Grande do Sul (Rio

Grande do Sul 2003), Pará (COEMA 2007), São Paulo (São Paulo 2004) and Espírito Santo (Espírito Santo 2005).

A study carried out by the National Centre for Flora Conservation (CNCFlora) reassessed the extinction risk of 4,617 plant species, originated from the national, states and international red list issued by the International Union for Conservation of Nature (IUCN). This reevaluation, which is present in the Red Book of Brazilian Flora (Martinelli et al. 2013), categorized 2,118 species as threatened in different risk categories according the IUCN version 3.1 (IUCN 2001) The estimated increase (400%) in the number of threatened species at national level makes the botanic gardens' task even more complex and reinforces the need of using their potential to integrate diverse approaches of plant conservation.

A great asset of the Brazilian botanic gardens is their areas of natural vegetation, which enables improvement of performance regarding *in situ* conservation. These institutions, as well as other tropical botanic gardens, are encouraged to invest expertise in implementing *in situ* conservation management programmes, involving monitoring, restoration, educational and policy involvement (Chen et al. 2009, Crane et al. 2009).

This study aims to verify the contribution of Brazilian botanic gardens to *in situ* conservation of threatened species. It is based on information of occurrence of threatened species – according the states red lists, the official national list and the Red Book list – in reserves maintained by the botanic gardens. The results will assist in planning conservation strategies for threatened species, involving either *in situ* as *ex situ* approaches. The implementation of such conservation initiatives is an essential step in the process of excluding the species from the red lists.

Methodology

A questionnaire (Annex 1) with open questions was submitted to 36 botanic gardens (Table 1) to gather information regarding the maintenance of areas of natural vegetation, hereinafter referred to as reserves. The botanic gardens were asked to inform the size of the reserve, the biome, the dominant vegetation types and the existence of plant inventories of the area.

Data on collected threatened species in each reserve was gathered from the CNCFlora's database (<http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/>). This system compiles herbarium

records available at the base Species Links (<http://splink.cria.org.br/>) and Global Biodiversity Information Facility (<http://gbif.org/>) concerning 4,617 species from the national, states and international red lists. All the records were validated by taxonomists and the database contains the accepted species name and valid synonyms in accordance with the list of Flora of Brazil (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/>).

Assessment of threatened species with collecting records in the reserves of botanic gardens, using the CNCFlora's database, was performed by means of a search by the states and municipalities of the reserves, and also by the 'locality' field, using as keywords names and acronyms of reserves. Additional assessment was made of plant inventories of some reserves. This procedure consisted in the comparison of species from the inventories with the threatened species in the CNCFlora's system. All the data assessed was recorded into an Access-platform database.

Results

Out of 26 botanic gardens that answered the questionnaire, 21 informed of the maintenance of a reserve of natural vegetation, inside or outside their boundaries, including the management of protected areas in association with other institutions (Table 1).

According to information provided by the botanic gardens, various types of vegetation are represented in these reserves. In ECFPn, which is part of the Floresta Nacional de Caxiuanã (PA), the following types of vegetation are represented: 'floresta de terra firme', 'floresta permanentemente inundada', 'floresta de várzea' and 'capoeira'. Regarding the Atlantic Forest the physiognomies represented in reserves included: 'Floresta Ombrófila Mista'; 'Floresta Ombrófila Densa' and various formations of 'Floresta Estacional Semidecidual'. The reserves located in Cerrado biome comprise physiognomies which varies from 'cerradão' to 'campo limpo', also including 'matas ciliares'.

The majority of botanic gardens mentioned the existence of surveys on the floristic composition of the reserve and some of them are unpublished. These surveys are part of theses (Barbosa 1996; Weiser 2007; Miachir 2009), dissertations (Pinheiro 2000; Souza-Júnior 2006; Matos 2007; Felix 2009; Silva 2010), graduation monographs, chapter of books (Cervi et al. 1989; Lisboa 2002) and articles (Bueno 1986; Thomaz and Monteiro 1997; Marquete et al. 2001; Nobrega and Prado 2008). Some plant inventories focused the entire reserve and others are limited to parts of them. In the case of Parque Estadual Fontes

do Ipiranga (JBSP), for example, a floristic inventory of the area as a whole was published in a number of volumes of Hoehnea journal, from 1981 to 2001.

Table 1: Reserves managed by botanic gardens and the respective biomes. St: State - MG (Minas Gerais); DF (Distrito Federal); PB (Paraíba); RS (Rio Grande do Sul); GO (Goiás); SP (São Paulo); PR (Paraná); PE (Pernambuco); RJ (Rio de Janeiro); BA (Bahia); SC (Santa Catarina); ES (Espírito Santo); PA (Pará). Biome: AF (Atlantic Forest); CE (Cerrado); AF/CE; transition between these two biomes; AM (Amazon).

St	Botanic garden (acronym) / reserve designation	AF (ha)	CE (ha)	AF/CE (ha)	AM (ha)
BA	JB de Salvador (JBSSA)/ Reserve	16			
DF	JB de Brasília (JBB) Estação Ecológica do JBB		4,800		
ES	Museu de Biologia Prof. Mello Leitão (MBML)/ Reserve * Estação Biológica da Caixa d'Água * Estação Biológica de Santa Lúcia	5 21 52			
GO	JB Amália Hermano Teixeira (JBGO)/ Reserve Fundação JB de Poços de Caldas (FJBPC)/ Reserve		72 15		
MG	JB da Fundação Zoobotânica de Belo Horizonte (JBFZB-BH)/ Reserve Museu de Historia Natural e JB de UFMG (MHNJB)/ Reserve	60		60	
PA	Museu Paraense Emilio Goeldi e Parque Zoobotânico (MG) * Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn)				33,000
PB	JB Benjamin Maranhão (JBBM)/ Reserve	343			
PE	JB do Recife (JBR)/ Reserve	10			
PR	JB Municipal Francisca M ^a a Garfunkel Rischbieter (JBFMGR)/ Reserve	7			
RJ	JB do Rio de Janeiro (JBRJ)/ Reserve JB de Caxias do Sul (JBCS)/ Reserve *Parque Municipal do Mato Sanvitto	85 40 15			
RS	JB da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (JBFZB-RS)/ Reserve JB de Lajeado (JBL)/ Reserve	2.5 14			
SC	JB da Universidade Univille (JBUNIVILLE)/ Reserve *Centro de Estudos e Pesquisas Ambientais Rugendas *Centro de Estudos e Pesquisas Ambientais Vila da Glória	1 2.8 0.5			
	JB do Instituto Agrônomo de Campinas (JBIAC)/ Reserve JB Municipal de Bauru (JBMB)/ Reserve	16 12	115 278		
SP	JB Municipal de Paulínia Adelelmo Piva Junior (JBMP) *Parque Municipal da Amizade *Parque Municipal Cerrado JB de São Paulo (JBSP) Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI) *Reserva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba *Reserva Biológica de Mogi Guaçu	8 375 336		10 470	
	JB do Instituto de Biociências da UNESP (JBUNESP)/ Reserve	11			
	Total	1,448	5,745	60	33,000

*Reserve located outside the boundary of the BG

The data of the assessment of threatened species in the reserves will be presented separately by each type of list: the states lists, the official national list and the Red Book list. The number of threatened species from the states lists with collecting records in the reserves of botanic gardens was 649 species. They correspond to 120 families and 364 genera. Orchidaceae (106), Bromeliaceae (63) and Myrtaceae (45) were the families with the largest number of threatened species collected in the reserves. The genera most frequent were *Vriesea* (25) and *Eugenia* (19). These 649 threatened species have collecting records for 20 reserves, 15 of them located in states that have issued red lists (Table 2). Most of the 649 species (n=434, 67%) have collecting records in just a single reserve. The species with records for the largest number of reserves were *Myrcia guianensis* (Myrtaceae) and *Sloanea hirsuta* (Elaeocarpaceae), with records for seven reserves.

Table 2 - Number of threatened species from each state red list which have been collected in the reserves of botanic gardens. In gray, the number of species of the red list of the state where the reserve is situated. State: MG (Minas Gerais); PA (Pará); ES (Espírito Santo); SP (São Paulo); SC (Santa Catarina); PR (Paraná); RS (Rio Grande do Sul); PE (Pernambuco); BA (Bahia); PB (Paraíba); DF (Distrito Federal); RJ (Rio de Janeiro).

State	Reserve located in state which have issued red list	Total species	State's red lists						
			PA	MG	ES	SP	SC	PR	RS
PA	MG	13	2		3	4	1	2	1
MG	JBFBZB-BH	5		2		2		1	
	MHNJB	9	1	2	1	3		3	2
ES	MBML – EB Santa Lucia	278		38	153	59	6	33	47
	MBML – EB Caixa D'água	66		9	36	13	4	7	13
SP	JBMB	47	1	2	2	9	4	27	5
	JBFIAC	10			2	2	1	1	5
	JBUNESP	12		1	2	2	1	5	3
	JBSP – PEF Ipiranga	112		11	11	38	11	29	43
	JBSP – RB Mogi Guaçu	35		4	1	2	4	25	5
	JBSP – RB Paranapiacaba	177		15	44	50	12	33	60
SC	JBUNIVILLE – Rugendas	7		1	1		2	1	3
	JBUNIVILLE – Vila da Glória	4		1	1		1	1	1
PR	JBFBMGR	21		4	2	7	4	6	8
RS	JBFBZB-RS	13			1	3	1	5	7
	Reserve in state with no red list								
PE	JBR	16		2	3	4	1	6	2
BA	JBSSA	4		2		2		1	
PB	JBBM	26	1	5	3	10		3	7
DF	JBB	59	2	6	3	24	2	21	8
RJ	JBRJ	75		10	24	30		7	15

The collecting records of threatened species from the official national list summed 36 (8%) species, corresponding to 28 genera and 16 families (Table 3). The records of these species were distributed in 10 reserves located in the Atlantic Forest and in one reserve in the Cerrado, the Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília. The species which have been collected in a greater number of reserves was *Euterpe edulis*, with records for five reserves.

The number of threatened species from the Red Book which have been collected in the reserves of botanic gardens was 149 (7%) (Table 3). They correspond to 42 families and 111 genera. The families of Orchidaceae (28), Bromeliaceae (14) and Myrtaceae (10) were represented with the largest number of species. The genera with the largest number of species were *Ocotea* (6) and *Heteropterys* (5) following by *Aechmea*, *Begonia*, *Eugenia*, *Hadrolaelia* and *Vriesea*, all of them with four species each.

The collecting records for these 149 species were distributed in 15 reserves. The majority of reserves (12) are located in the Atlantic Forest, two in Cerrado and one in the Amazon. The Estação Biológica de Santa Lúcia (EBSL) from MBML, presented the largest number of records of threatened species (74), followed by the Reserva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba (RBASP) from JBSP, with records for 36 species. The great majority of species (n=134, 90%) have records of collection in just a single reserve, while a low percentage have been collected in two reserves (n=11, 7%) and three reserves (n=4, 3%). The extinction risk categories for the 149 threatened species were as follow: 18 (12%) species as Critically Endangered (CR), 78 (52%) species as Endangered (EN) and 53 (36%) species as Vulnerable (VU).

The species classified as CR have collecting records for 6 different reserves; however each species have been collect in a single reserve. The species classified as EN have records for 14 reserves. A small percentage of these species (n=9, 12%) have been collected in two reserves while the remaining (n=69, 88%) in only one reserve. The 53 species categorized as VU have collecting records for 12 different reserves. In this case four species have been collected in three reserves, two species in two reserves and the 47 remaining in just one reserve.

Table 3: Threatened species from the national list and Red Book with occurrence in the reserves of botanic gardens, indicating the number of reserves with respective state, where the species have been collected, the endemism and biome of occurrence of the species. NL= National List: ● - presence on the list. RBC= Red Book Category: CR (Critically Endangered); EN (Endangered); VU (Vulnerable). R (St): number of reserves with collecting records and respective state. St – State: MG (Minas Gerais); DF (Distrito Federal); PB (Paraíba); RS (Rio Grande do Sul); GO (Goiás); SP (São Paulo); PR (Paraná); PE (Pernambuco); RJ (Rio de Janeiro); BA (Bahia); SC (Santa Catarina); ES (Espírito Santo); PA (Pará). End: endemism. >1 = distribution range of the species in more than one state. Biome: MA (Atlantic Forest); CE (Cerrado); AM (Amazon), CS (Campos Sulinos). Data from endemism and biome based on List of Brazilian Flora (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>) and Red book (Martinelli & Moraes, 2013).

Family/ Species	NL	RBC	R (St)	End.	Biome
ACANTHACEAE					
<i>Aphelandra margaritae</i> E.Morren		VU	1 (ES)	ES	AF
<i>Aphelandra maximiliana</i> (Nees) Benth.		EN	1 (ES)	ES	AF
<i>Odontonema dissitiflorum</i> (Nees) Kuntze		EN	1 (ES)	>1	AF
AMARYLLIDACEAE					
<i>Hippeastrum striatum</i> (Lam.) Moore		EN	1 (SP)	>1	AF
ANEMIACEAE					
<i>Anemia blechnoides</i> J.Sm.		VU	1 (RJ)	>1	AF
ANNONACEAE					
<i>Trigynaea axilliflora</i> D.M.Johnson & N.A.Murray		CR	1 (RJ)	RJ	AF
ARACEAE					
<i>Anthurium xanthophylloides</i> G.M.Barroso		VU	1 (ES)	ES	AF
ARAUCARIACEAE					
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	●	EN	2 (PR,SP)	>1	AF
ARECACEAE					
<i>Bactris timbuiensis</i> H.Q.B.Fern.		EN	1 (ES)	ES	AF
<i>Butia eriospatha</i> (Mart. ex Drude) Becc.	●	VU	1 (SP)	>1	AF
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	●	VU	3 (DF,ES,SP)	>1	AF,CE
<i>Lytocaryum insigne</i> (Drude) Toledo		VU	1 (ES)	>1	AF
ASTERACEAE					
<i>Cololobus longiangustatus</i> (G.M.Barroso) H.Rob.		EN	1 (ES)	>1	AF
<i>Mikania argyreiae</i> DC.		VU	1 (ES)	>1	AF,CE
<i>Mikania dusenii</i> B.L.Rob.		CR	1 (RS)	>1	AF
<i>Schlechtendalia luzulifolia</i> Less.		EN	1 (RS)	RS	CS
<i>Stenachaenium macrocephalum</i> Benth. ex Benth. & Hook.f.		CR	1 (RS)	>1	AF
<i>Viguiera bracteata</i> Gardner	●	—	1 (DF)	>1	CE
BEGONIACEAE					
<i>Begonia besleriifolia</i> Schott		EN	1 (PA)	>1	AF
<i>Begonia piresiana</i> Handro		CR	1 (SP)	SP	AF
<i>Begonia ruschii</i> L.Kollmann		CR	1 (ES)	ES	AF
<i>Begonia vicina</i> Irmsch.		EN	1 (SP)	SP	AF
BIGNONIACEAE					
<i>Anemopaegma arvense</i> (Vell.) Stellfeld ex de Souza		EN	2 (DF,SP)	>1	AF,CE
<i>Handroanthus spongiosus</i> (Rizzini) S.Grose		EN	1 (PE)	>1	AF,CE,CA
<i>Jacaranda microcalyx</i> A.H.Gentry		EN	1 (ES)	>1	CE,CA
<i>Tabebuia cassinoides</i> (Lam.) DC.		EN	1 (SP)	>1	AF
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex Verl.		VU	1 (SP)	>1	AF,CE

(cont.)

Family/ Species	NL	RBC	R (St)	End.	Biome
BROMELIACEAE					
<i>Aechmea castanea</i> L.B.Sm.		EN	1 (ES)	ES	AF
<i>Aechmea macrochlamys</i> L.B.Sm.		EN	1 (ES)	ES	AF
<i>Aechmea mutica</i> L.B.Sm.		EN	1 (ES)	ES	AF
<i>Aechmea triangularis</i> L.B.Sm.		EN	1 (ES)	ES	AF
<i>Canistropsis albiflora</i> (L.B.Sm.) H.Luther & Leme		VU	1 (ES)	>1	AF
<i>Canistrum triangulare</i> L.B.Sm. & Reitz		EN	1 (ES)	ES	AF
<i>Neoregelia ruschii</i> Leme & B.R.Silva		EN	1 (ES)	ES	AF
<i>Nidularium minutum</i> Mez		VU	1 (SP)	>1	AF
<i>Nidularium utriculosum</i> Ule	●	VU	1 (ES)	>1	AF
<i>Tillandsia kautskyi</i> E.Pereira		VU	1 (ES)	ES	AF
<i>Vriesea delicatula</i> L.B.Sm.		VU	1 (ES)	ES	AF
<i>Vriesea gracilior</i> (L.B.Sm.) Leme		VU	1 (ES)	ES	AF
<i>Vriesea kautskyana</i> E.Pereira & I.A.Penna		VU	1 (ES)	>1	AF
<i>Vriesea menescalii</i> E.Pereira & Leme		EN	1 (ES)	ES	AF
CACTACEAE					
<i>Pilosocereus brasiliensis</i> (Britton & Rose) Backeb.	●	—	1 (RJ)	>1	AF,CA
CELASTRACEAE					
<i>Tontelea martiana</i> (Miers) A.C.Sm.		EN	1 (ES)	>1	AF
CHRYSOBALANACEAE					
<i>Hirtella insignis</i> Briq. ex Prance	●	EN	1 (BA)	>1	AF
<i>Licania indurata</i> Pilg.	●	EN	1 (SP)	>1	AF
CISTACEAE					
<i>Helianthemum brasiliense</i> (Lam.) Pers.		EN	1 (RS)	>1	AF
CLUSIACEAE					
<i>Clusia aemygdioi</i> Gomes da Silva & B.Weinberg		EN	1 (ES)	ES	AF
<i>Kielmeyera occhioniana</i> Saddi		EN	1 (ES)	ES	AF
COMBRETACEAE					
<i>Buchenavia pabstii</i> Marquete & C.Valente	●	VU	1 (ES)	>1	AF
<i>Buchenavia rabelloana</i> N.F.Mattos	●	VU	1 (SP)	>1	AF
COMMELINACEAE					
<i>Dichorisandra acaulis</i> Cogn.		EN	1 (ES)	ES	AF
<i>Siderasis fuscata</i> (Lodd.) H.E.Moore		EN	1 (RJ)	RJ	AF
DIOSCOREACEAE					
<i>Dioscorea sanpaulensis</i> R.Knuth		EN	1 (SP)	SP	AF
<i>Dioscorea trilinguis</i> Griseb.		EN	1 (SP)	>1	AF
ELAEOCARPACEAE					
<i>Sloanea obtusifolia</i> (Moric.) Schum.		EN	2 (ES,SP)	>1	AF
FABACEAE					
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.		VU	3 (MG,PB,RJ)	>1	AF,CE,CA,AM
<i>Caesalpinia echinata</i> Lam.	●	EN	2 (DF,PE)	>1	AF
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.	●	VU	2 (BA,MG)	>1	AF
<i>Melanoxylon brauna</i> Schott	●	VU	3 (ES,MG,RJ)	>1	CE,CA
<i>Swartzia pickelii</i> Killip ex Ducke	●	—	2 (PE,PB)	>1	AF,CA
<i>Vouacapoua americana</i> Aubl.		EN	1 (PA)	>1	AM
<i>Zollernia magnifica</i> A.M.Carvalho & Barneby		VU	1 (ES)	>1	AF
GESNERIACEAE					
<i>Sinningia villosa</i> Lindl.		EN	1 (ES)	>1	AF
HELICONIACEAE					
<i>Heliconia angusta</i> Vell.	●	—	2 (ES,RJ)	>1	AF
<i>Heliconia farinosa</i> Raddi	●	—	1 (RJ)	>1	AF

(cont.)

Family/ Species	NL	RBC	R (St)	End.	Biome
LAURACEAE					
<i>Ocotea basicordatifolia</i> Vattimo-Gil	●	EN	1 (SP)	SP	AF
<i>Ocotea catharinensis</i> Mez	●	VU	2 (ES,SP)	>1	AF
<i>Ocotea cryptocarpa</i> Baitello		EN	1 (ES)	ES	AF
<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	●	EN	2 (ES,SP)	>1	AF,CE,AM
<i>Ocotea porosa</i> (Nees & Mart.) Barroso	●	EN	2 (PR,SP)	>1	AF
<i>Ocotea serrana</i> Coe-Teix.		EN	1 (SP)	SP	AF
<i>Williamoderon cinnamomeum</i> van der Werff		CR	1 (ES)	ES	AF
LECYTHIDACEAE					
<i>Eschweilera compressa</i> (Vell.) Miers		EN	1 (RJ)	RJ	AF
MALPIGHIACEAE					
<i>Banisteriopsis sellowiana</i> (A.Juss.) B.Gates		VU	1 (RJ)	>1	AF
<i>Heteropterys admirabilis</i> Amorim		EN	1 (ES)	ES	AF
<i>Heteropterys capixaba</i> Amorim		EN	1 (ES)	ES	AF
<i>Heteropterys crinigera</i> Griseb.		VU	1 (RJ)	>1	AF
<i>Heteropterys ternstroemiifolia</i> A.Juss.		EN	1 (RJ)	RJ	AF
<i>Heteropterys thyrsoidea</i> (Griseb.) A.Juss.		EN	1 (SP)	SP	AF
MARANTACEAE					
<i>Calathea widgrenii</i> Körn.		EN	1 (RJ)	>1	AF
MELASTOMATACEAE					
<i>Bertolonia hoehneana</i> Brade		CR	1 (SP)	SP	AF
<i>Huberia espiritosantensis</i> Baumgratz		VU	1 (ES)	ES	
<i>Meriania callophylla</i> (Cham.) Triana		VU	1 (ES)	>1	AF
<i>Miconia capixaba</i> R.Goldenb.		CR	1 (ES)	ES	AF
<i>Miconia setosociliata</i> Cogn.		VU	1 (ES)	>1	AF
<i>Tibouchina boudetii</i> P.J.F.Guim. & R.Goldenb.		VU	1 (ES)	ES	AF
MELIACEAE					
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.		VU	3 (PE,PR,SP)	>1	AF,CE,AM
<i>Cedrela odorata</i> L.		VU	1 (SP)	>1	AF,CE,CA,AM
METZGERIACEAE					
<i>Metzgeria hegewaldii</i> Kuwah.		EN	1 (SP)	>1	AF
MONIMIACEAE					
<i>Macrotorus utriculatus</i> (Mart.) Perkins	●	—	2 (ES,RJ)	>1	AF
<i>Mollinedia boracensis</i> Peixoto	●	—	1 (SP)	>1	AF
<i>Mollinedia gilgiana</i> Perkins	●	—	2 (ES,RJ)	>1	AF
<i>Mollinedia stenophylla</i> Perkins	●	—	1 (ES)	>1	AF
MORACEAE					
<i>Dorstenia elata</i> Hook.	●	—	1 (ES)	>1	AF
MYRTACEAE					
<i>Eugenia bunchosiifolia</i> Nied.		VU	1 (SP)	>1	AF
<i>Eugenia hermesiana</i> Mattos		CR	1 (SP)	SP	AF
<i>Eugenia pruinosa</i> D.Legrand		EN	1 (SP)	>1	AF
<i>Eugenia pseudomalacantha</i> D.Legrand		EN	1 (SP)	>1	AF
<i>Marlierea skortzoviana</i> Mattos		CR	1 (SP)	SP	AF
<i>Myrceugenia hoehnei</i> (Burret) D.Legrand & Kausel		VU	1 (SP)	>1	AF
<i>Neomitranthes amblymitra</i> (Burret) Mattos		VU	1 (SP)	>1	AF
<i>Neomitranthes obscura</i> (DC.) N.Silveira	●	—	1 (ES)	>1	AF
<i>Neomitranthes pedicellata</i> (Burret) Mattos	●	EN	1 (SP)	SP	AF
<i>Plinia edulis</i> (Vell.) Sobral		VU	1 (ES)	>1	AF
<i>Plinia renatiana</i> G.M.Barroso & Peixoto	●	EN	1 (ES)	ES	AF

(cont.)

Family/ Species	NL	RBC	R (St)	End.	Biome
ORCHIDACEAE					
<i>Anathallis gehrtii</i> (Hoehne & Schltr.) F.Barros		VU	1 (SP)	>1	AF
<i>Brachionidium restrepioides</i> (Hoehne) Pabst		VU	1 (SP)	>1	AF
<i>Brassia arachnoidea</i> Barb.Rodr.		VU	1 (ES)	>1	AF,AM
<i>Cattleya labiata</i> Lindl.	●	VU	1 (ES)	>1	AF,CA
<i>Cirrhaea fuscolutea</i> Lindl.		EN	1 (SP)	>1	AF
<i>Cleistes gracilis</i> (Barb.Rodr) Schltr.	●	—	1 (SP)	>1	AF,CE
<i>Dichaea mosenii</i> Cogn.		VU	1 (ES)	>1	AF
<i>Dungsia harpophylla</i> (Rchb.f.) Chiron & V.P.Castro		VU	1 (ES)	>1	AF
<i>Encyclia bragancae</i> Ruschi		EN	1 (ES)	>1	AF
<i>Epidendrum ecostatium</i> Pabst		VU	1 (SP)	>1	AF
<i>Grandiphyllum divaricatum</i> (Lindl.) Docha Neto		VU	1 (SP)	>1	AF
<i>Grobya fascifera</i> Rchb.f.		VU	1 (SP)	>1	AF
<i>Habenaria brachyplectron</i> Hoehne & Schltr.		CR	1 (SP)	SP	AF
<i>Hadrolaelia pumila</i> (Hook.) Chiron & V.P.Castro		VU	1 (ES)	>1	AF
<i>Hadrolaelia pygmaea</i> (Pabst) Chiron & V.P.Castro		EN	1 (ES)	ES	AF
<i>Hadrolaelia wittigiana</i> (Barb.Rodr.) Chiron & V.P.Castro		EN	1 (ES)	>1	
<i>Hadrolaelia xanthina</i> (Lindl.) Chiron & V.P.Castro	●	EN	1 (ES)	>1	AF
<i>Houlletia brocklehurstiana</i> Lindl.		EN	2 (ES,SP)	>1	AF
<i>Masdevallia discoidea</i> Luer & Würtle		CR	1 (ES)	ES	AF
<i>Myoxanthus ruschii</i> Fraga & L.Kollmann		CR	1 (ES)	ES	AF
<i>Octomeria lichenicola</i> Barb.Rodr.		EN	1 (ES)	>1	AF
<i>Octomeria truncicola</i> Barb.Rodr.		VU	1 (ES)	>1	AF
<i>Pabstia jugosa</i> (Lindl.) Garay		EN	1 (SP)	>1	AF
<i>Pseudolaelia canaanensis</i> (Ruschi) F.Barros		VU	1 (ES)	>1	AF
<i>Pseudolaelia dutrae</i> Ruschi		VU	1 (ES)	>1	AF
<i>Saundersia mirabilis</i> Rchb.f.		EN	1 (SP)	>1	AF,CE
<i>Saundersia paniculata</i> Brade		VU	1 (ES)	>1	AF
<i>Specklinia ruschii</i> (Hoehne) Luer		CR	1 (ES)	>1	AF
<i>Zygostates linearisepala</i> (Senghas) Toscano		CR	1 (ES)	>1	AF
PASSIFLORACEAE					
<i>Passiflora hatschbachii</i> Cervi	●	EN	1 (PB)	>1	AF
PIPERACEAE					
<i>Piper carautensei</i> E.F.Guim. & M.Carvalho-Silva		EN	1 (ES)	ES	AF
<i>Piper laevicarpum</i> Yunck.		EN	1 (ES)	ES	AF
POACEAE					
<i>Agrostis longiberbis</i> Hack. ex L.B.Sm.		EN	1 (SP)	>1	AF
<i>Chusquea attenuata</i> (Döll) L.G. Clark		EN	1 (SP)	>1	AF
<i>Digitaria neesiana</i> Henrard		EN	1 (DF)	>1	CE
<i>Merostachys burmanii</i> SE.		EN	1 (SP)	>1	AF
<i>Merostachys scandens</i> SE.		CR	1 (SP)	SP	AF
POLYPODIACEAE					
<i>Lellingeria pumila</i> Labiak		CR	1 (ES)	ES	AF
<i>Terpsichore taxifolia</i> (L.) A.R.Sm.		EN	1 (ES)	>1	AF
PROTEACEAE					
<i>Panopsis multiflora</i> (Schott) Ducke		EN	1 (SP)	>1	AF
<i>Roupala sculpta</i> Sleumer		VU	1 (SP)	SP	AF
PTERIDACEAE					
<i>Pteris congesta</i> J.Prado		EN	1 (RJ)	RJ	AF

(cont.)

Family/ Species	NL	RBC	R (St)	End.	Biome
RUBIACEAE					
<i>Faramea coerulea</i> Nees & Mart.	●	—	1 (ES)	>1	AF
<i>Melanopsidium nigrum</i> Colla	●	VU	1 (ES)	>1	AF,CE
<i>Palicourea fulgens</i> (Müll.Arg.) Standl.		VU	1 (ES)	>1	AF
<i>Rudgea acrophylla</i> Benth.	●	EN	1 (RJ)	RJ	AF
<i>Rustia angustifolia</i> K.Schum.		EN	1 (ES)	>1	AF
<i>Simira hatschbachiorum</i> J.H.Kirkbr.		EN	1 (ES)	ES	AF
SAPINDACEAE					
<i>Cupania furfuracea</i> Radlk.		VU	1 (ES)	>1	AF
<i>Serjania divaricocca</i> Somner & Acev.-Rodr.		CR	1 (ES)	ES	AF
SAPOTACEAE					
<i>Pouteria bullata</i> (S.Moore) Baehni		EN	2 (ES,SP)	>1	AF
<i>Pouteria macahensis</i> T.D.Penn.		EN	1 (ES)	>1	AF
<i>Pradosia granulosa</i> Pires & T.D.Penn.		VU	1 (PA)	>1	AM
SIPARUNACEAE					
<i>Siparuna brasiliensis</i> (Spreng.) A.DC.	●	—	1 (SP)	>1	AF,CE
SMILACACEAE					
<i>Smilax spicata</i> Vell.		EN	2 (RJ,SP)	>1	AF
VOCHYSIACEAE					
<i>Vochysia santaluciae</i> M.C.Vianna & Fontella		EN	1 (ES)	ES	AF
XYRIDACEAE					
<i>Xyris vacillans</i> Malme		EN	1 (SP)	>1	AF,CE
<i>Xyris wawrae</i> Heimerl		EN	1 (SP)	>1	AF

Discussion

The majority of botanic gardens reserves are found in the Atlantic forest domain, which concentrates the largest number of botanic gardens. The Amazon biome is by far the largest area of reserve, although it is represented in a single reserve, the ECFPn linked to Museu Goeldi, PA. This illustrates the difference of characteristics in the protected areas of these two biomes. According to the Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), the Amazon has the largest percentage of protected area in the country and the largest protected areas in extent, when compared to other biomes, which have relatively small and fragmented protected areas (IBGE 2012). In the case of the Atlantic Forest, this is due to the high degree of fragmentation of the vegetation, which currently occupies 12% of its original area (Ribeiro et al. 2009).

The three largest reserves of botanic gardens located in the Atlantic forest have the dimension of 336ha, 343ha and 375ha and the remaining occupy less than 100ha each one. Despite their small size, in some situations the reserves in the Atlantic forest consolidate a network of protected areas. This is the case of JBRJ's reserve. Although it is located in a

very large and populous city (ca. 6 million inhabitants), it is adjacent to two conservation units, the Parque da Cidade (47ha) and the Parque Nacional da Tijuca (3.953ha), and together they form one of the largest urban forests in the world (Peixoto and Guedes-Bruni 2010). This reserve functions as a corridor for the movement of local fauna and for the dispersion of plant species. Besides, the area of the JBRJ is part of the UNESCO Atlantic Rain Forest Biosphere, as well as a national cultural heritage due to its historic landscape design, and ecological and scientific relevance.

Similar situation occurs with the Estação Ecológica do JBB. It integrates with the Reserva Ecológica do IBGE and the Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília, a mosaic of protected areas, which is part of the Cerrado Biosphere Reserve (Saracura and Giustina 2010). Considering the antropic pressure on these two biomes, these reserves play an important role in landscape connectivity and biodiversity conservation.

The data presented in this study was derived, in large part, from online herbarium records and to a lesser extent from floristic inventories, which records are not available in digital system. Advances in the dissemination of such data in digital form are important to comprehensive studies of species distribution and characterization of important areas for conservation, as such reserves of botanic gardens.

This study indicated a large number of threatened species from the states lists (649) with collecting records in the areas of natural vegetation maintained or managed by botanic gardens. This result indicates the importance of these areas for conservation. The presence of threatened species in the reserves provides the ideal opportunity to botanic gardens implement conservation strategies with focus on the local flora, as suggested by the International Agenda for Botanic Gardens in Conservation (BGCI 2012). The states red lists are useful to prioritize conservation actions at local level and are a relevant instrument to guide the planning of botanic gardens strategies. Nevertheless, these lists did not follow a standardized criterion for assessing the risk of extinction of species (Moraes and Kutschenko 2012) and some of them have not been revised for a long time, specially the red lists of Santa Catarina (Klein 1990), Paraná (Hatschbach and Ziller 1996) and Minas Gerais (COPAM 1997). It is also of concern to note the absence of red list in most Brazilian states.

It was observed that the number of threatened species at national level which have collecting records for the reserves move from 36 (8%) species considering the official list (Brasil 2008) to 149 (7%) species when considering the Red Book (Martinelli and Moraes

2013). This is due to the study of re-evaluation of the risk of extinction of plant species in the country at national level.

The occurrence of threatened species at national level in the reserves stresses the scientific value of these areas, as well as their biological, social and cultural importance for conservation. This assessment when consolidated with data from other protected areas, will contribute to obtain an actual figure concerning the fulfillment of GSPC Target 7 by the country, which suggests that at least 75 per cent of the world's threatened species should be conserved *in situ*.

The group of threatened species (36) from the official national list in reserves includes diverse species (16) which are also held in the *ex situ* collections of botanic gardens (Costa et al. unpublished). This finding is useful to guide the planning of botanic gardens towards the implementation of integrated conservation measures, including the development of studies *in situ* and *ex situ*, as well as the display of the species in the cultivated area of the botanic garden. *Euterpe edulis*, for instance, is the species with collecting records for a great number of reserves and is also the most frequent species in *ex situ* collections of botanic gardens (Costa et al. unpublished). In this case a national strategy for the species should consider the best conservation practice in order to optimize financial resources and avoid duplicating efforts.

The threatened species from the Red Book in reserves of botanic gardens (149) included a great number of endemic species (55), mainly to states of the Southeast region of the country. Espírito Santo stands with the largest number of endemic and threatened species (37) present in reserves, followed by São Paulo (13). The investment of the botanic gardens in the conservation of threatened species, which are also endemic to the state where the institution is situated, is a strategic goal to be pursued considering their geographic proximity and the local knowledge of the species.

The study indicated that the highest number of threatened species, whether from national or states level, with records in the reserves of botanic gardens was from the Atlantic Forest domain. This is probably due to the concentration of the reserves in this biome and also to the concentration of institutions, taxonomists and herbarium collections in the Southeast region, which contributes to the advancement of knowledge about the flora of the biome (Lewinsohn 2005). Furthermore, the Atlantic Forest along with the Caatinga is better represented in digitized and online collections (Moraes and Kutschenko 2012). The Estação Biológica de Santa Lúcia, Espírito Santo, and the Parque Estadual Fontes do Ipiranga, São Paulo are examples of reserves with consolidated inventories and

high number of herbarium collections online (Thomaz and Monteiro 1997; Murray-Smith et al. 2008).

Conservation of threatened species in their natural habitat is highly recommended in order to continue to be part of biotic interactions and evolutionary processes (Wyse Jackson and Sutherland 2013). However, Heywood and Iriondo (2003) emphasized that the presence of a species in a protected area does not guarantee its conservation. They suggest it should also involve monitoring and management of individual populations. This implies an increase in the understanding of species biology. Research on population dynamics, phenology and regeneration processes, amongst others, is recommended in order to understand local behavior of threatened species in the reserves. This knowledge is essential for setting out conservation actions suitable for each species.

The botanic gardens can be more active in *in situ* conservation by carrying studies on habitat restoration and reintroduction to support the survival of the species in their natural habitat and also by working closely with institutions responsible for the management of other protected areas (BGCI 2012). This suggestion is especially important for Brazilian botanic gardens, which are faced with the challenge to encompass a broader performance, beyond their traditional *ex situ* role, so as to deal with the conservation of a highly diverse and often much threatened flora. By the maintenance of areas of natural vegetation, they are in a privileged situation to implement integrated conservation actions, as recommended by documents and strategies concerning the planning of these institutions. The reserves not only enable the development of *in situ* research studies but can also provide plant material to improve the genetic representation of *ex situ* collections and correlated studies. The botanic gardens need to evaluate the *ex situ* and *in situ* conditions of the threatened species to identify the suitable management and conservation actions.

The majority of the reserves of Brazilian botanic gardens encompass remnants of vegetation in urban centers. Considering the current expansion of urban centers, such areas have increasing importance as biodiversity reserves (Alvey 2006) and serve as refuges for many species of local fauna and flora (Willis and Morkel 2008). In addition to their importance as a natural bank of floristic genetic diversity, they play a role providing ecosystem services, which improve environmental quality and generate direct and indirect benefits for the local population. These services include microclimate regulation, mitigation of storm water flow, erosion control, air pollutants removal, carbon emission, and recreation, among others (Jim and Chen 2009; Ward 2010).

Besides ecological aspects, the urban green spaces are important for social and cultural reasons (Ward 2010). In this type of place people can learn about native, exotic, wild and managed plants (Oldfield 2008). The easy accessibility of these reserves facilitates the connection of people with the natural remnant vegetation. The social benefits from the reserves may be enhanced by the installed capacity of the botanic gardens, with their facilities and technical and scientific expertise in areas of biology, interpretation and environmental education. They have the mission to increase knowledge about Brazilian flora and disseminate to the public the vital importance of plants in their life.

Small urban forest reserves, as those maintained by some botanic gardens, have a crucial role in spreading conservation messages, which could mitigate human pressure on natural areas (Pinheiro et al. 2006). In some cases, the botanic gardens are one of the most visited tourist attractions in the city, receiving ca 600,000 visitors annually (RBJB 2000). Their reserves have the potential to be included in activities aiming at public awareness. These areas should be explored by environmental education activities and also included in visitation routes, with guided tours and appropriate interpretation. They can offer visitors a unique experience and increase the audience for conservation messages. The diffusion of the presence of threatened species in the reserves should be part of educational programmes to highlight the importance of the rational use of vegetal resources and the impact of urbanization on natural ecosystems.

Conclusions

This study provides information, that has so far not been available, on the presence of threatened species in areas of natural vegetation of Brazilian botanic gardens and their role in *in situ* conservation. These areas maintain diverse types of vegetation, many of them including fragments of Atlantic Forest and Cerrado biomes. The presence of large number of threatened species in the botanic gardens reserves strengthens the biological, social and cultural value of the areas, which are usually under strong urban pressure.

The improvement of the *in situ* research in these reserves and their management integrated with *ex situ* support and activities aiming at public awareness are highly recommended to enhance the conservation of the threatened species.

The data hereby presented has the potential to complement a comprehensive assessment of threatened species in other protected areas. This study, added to an inventory

of threatened species in *ex situ* collections of botanic gardens, may constitute a relevant contribution to the evaluation of fulfillment of the GSPC's targets for conservation by Brazil.

References

- Alvey AA (2006) Promoting and preserving biodiversity in the urban forest. *Urban Forestry and Urban Greening* 5: 195-201
- Barbosa MRV (1996) Estudo florístico e fitossociológico da Mata do Buraquinho, remanescente de mata atlântica em João Pessoa, Paraíba. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas
- Blackmore S, Gibby M, Rae D (2011) Strengthening the scientific contribution of botanic gardens to the second phase of the Global Strategy for Plant Conservation. *Botanical Journal of the Linnean Society* 166: 267-281
- Brasil, Ministério do Meio Ambiente (2008) Instrução Normativa nº 6 de 23 de setembro de 2008. Diário Oficial da União de 24 de setembro de 2008. nº 185. Seção 1. p.75-83
- BGCI, Botanic Gardens Conservation International (2012) International Agenda for Botanic Gardens in Conservation. Botanic Gardens Conservation International, Richmond
- Bueno OL, Martins SMA (1986) A flora e vegetação espontânea do Jardim Botânico de Porto Alegre, RS, Brasil. *Fanerógamas herbáceas e arbustivas*. Iheringia, Série Botânica 35: 5-23
- Brandom K, Fonseca GAB, Rylands AB, Silva JMC (2005) Conservação brasileira: desafios e oportunidades. *Megadiversidade* 1: 7-13
- Cervi AC, Paciornick EF, Vieira RF, Marques C (1989) Espécies vegetais de um Remanescente de Floresta de Araucária (Curitiba, Brasil). Estudo preliminar I. *Acta Biológica Paranaense* 18: 73-114
- Chen J, Cannon CH, Hu H (2009) Tropical botanical gardens: at the *in situ* ecosystem management frontier. *Trends in Plant Science* 14: 584-589
- COEMA, Conselho Estadual de Meio Ambiente (2007) Resolução nº 54 de 24/10/2007. Homologa a Lista de Espécies da Flora e da Fauna Ameaçadas no Estado do Pará

- COPAM, Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais (1997) Deliberação Copam nº 085 de 1997. Aprova a Lista das Espécies Ameaçadas de Extinção da Flora do Estado de Minas Gerais
- Costa MLMN, Maunder M, Pereira TS, Peixoto AL, Unpublished, Chapter 1 of this thesis. Brazilian botanical gardens: scenarios and perspectives on delivering the conservation of threatened species
- Crane PR, Hopper SD, Raven PH, Stevenson DW (2009) Plant science research in botanic gardens. *Trends in Plant Science* 14: 575-577
- Donaldson J (2013) The Red Book of Brazilian Flora – Meeting a Global and National Challenge. In: Martinelli G, Moraes MA (Eds.) (2013) Livro Vermelho da Flora Brasileira. Andrea Jakobson Estúdio e Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Pp. 9-10
- Espírito Santo, 2005. Decreto nº 499-R de 13 de junho de 2005. Declara as espécies da fauna e flora silvestres ameaçadas de extinção no Estado do Espírito Santo, e dá outras providências
- Felix DF (2009) Composição florística do Museu de História Natural e Jardim Botânico da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais. Dissertação de Mestrado. ICB/UFMG. 111 p
- Forzza RC, Baumgratz JFA, Bicudo CEM, Carvalho Jr. AA, Costa AF, Costa DP, Hopkins MG, Leitman PM, Lohmann LG, Maia LC, Martinelli G, Menezes M, Morim MP, Coelho MAN, Peixoto AL, Pirani JR, Prado J, Queiroz LP, Souza VC, Stehmann JR, Sylvestre LS, Walter BMT, Zappi DC (Eds.) (2010) Catálogo de plantas e fungos do Brasil. 2 vols. Andréa Jacobsson Estúdio e Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro
- Forzza RC, Baumgratz JF, Bicudo CEM, Canhos DAL, Carvalho Jr. AA, Coelho MAN, Costa AF, Costa DP, Hopkins MG, Leitman PM, Lohmann LG, Lughadha EM, Maia LC, Martinelli G, Menezes M, Morim MP, Peixoto AL, Pirani JR, Prado J, Queiroz LP, Souza S, Souza VC, Stehmann JR, Sylvestre LS, Walter BMT, Zappi DC (2012) New Brazilian floristic list highlights conservation challenges. *BioScience* 62: 39-45
- Giulietti AM, Harley RM, Queiroz LP, Wanderley MGL, Van Den Berg C (2005) Biodiversity and conservation of plants in Brazil. *Conservation Biology* 19: 632-639
- Hatschbach GG, Ziller SR (1996) Lista vermelha de plantas ameaçadas de extinção no Estado do Paraná. SEMA/GTZ Curitiba

- Heywood VH, Iriondo JM (2003) Plant conservation: old problems, new perspectives. *Biological Conservation* 113: 321-335
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2012) Indicadores de desenvolvimento sustentável – Brasil 2012. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estudos e Pesquisas. Informação Geográfica nº 9
- IUCN, International Union for Conservation of Nature (2001) IUCN Red List Categories and Criteria. Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK
- Jim CY, Chen W Y (2009) Ecosystem services and valuation of urban forests in China. *Cities* 26: 187-194
- Joly CA, Aidar MPM, Klink CA et al (1999) Evolution of the Brazilian phytogeography classification systems: implications for biodiversity conservation. *Ciência e Cultura* 51: 331-348
- Klein RM (1990) Espécies raras ou ameaçadas de extinção do estado de Santa Catarina. IBGE, Diretoria de Geociências, Rio de Janeiro
- Lewinsohn TM (2005) Avaliação do estado do conhecimento da biodiversidade brasileira. Ministério do Meio Ambiente. Série Biodiversidade 15 vol I
- Lisboa PLB (Org.) (2002) Caxiuanã: populações tradicionais, meio físico e diversidade biológica. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi. 738 p
- Marquete R, Valente MC, Marquete NFS et al. (2001) Checklist das espécies ocorrentes nas áreas do entorno do Jardim Botânico do Rio de Janeiro – Pteridófitas e Angiospermas. *Bradea* 8: 227-258
- Martinelli G, Moraes MA (Eds.) (2013) Livro Vermelho da Flora Brasileira. Andrea Jakobson Estúdio e Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 1100p
- Martinelli G, Valente ASM, Maurenza D et al. 2013. Avaliações de risco de extinção de espécies da flora brasileira. In: Martinelli G, Moraes MA (Eds.) Livro Vermelho da Flora Brasileira. Andrea Jakobson Estúdio e Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Pp.60-84
- Matos WR (2007) Composição florística e estrutura de um trecho de floresta urbana, nos contrafortes do Maciço da Tijuca, Dissertação, Universidade Federal do Rio de Janeiro
- Miachir JI (2009) Caracterização da vegetação remanescente visando à conservação e restauração florestal no município de Paulínia – SP. Tese Doutorado. ESALQ/USP. Piracicada, SP. 121 p

- Moraes M, Kutschenko DC (Orgs.) (2012) Manual operacional - Avaliação de Risco de Extinção das Espécies da Flora Brasileira. Centro Nacional de Conservação da Flora. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro
- Murray-Smith C, Brummitt N, Oliveira-Filho AT, Bachman S, Moat J, Lughadha EN, Lucas EJ (2008) Plant Diversity Hotspots in the Atlantic Coastal Forests of Brazil. *Conservation Biology* 23: 151-163
- Nobrega GA, Prado J (2008) Pteridófitas da vegetação nativa do Jardim Botânico Municipal de Bauru, Estado de São Paulo, Brasil. *Hoehnea* 35: 7-55
- Oldfield S (2008) Urban botanic gardens – benefiting people and biodiversity. *BGjournal* 5: 2-3
- Peixoto AL, Guedes-Bruni R (2010) No Rio de Janeiro, um jardim botânico bicentenário. *Ciência e Cultura* 62: 32-35
- Pinheiro MHO (2000) Levantamento florístico e fitossociológico da floresta estacional semidecidual do Jardim Botânico Municipal de Bauru, São Paulo. Dissertação Universidade de Campinas, Instituto de Biologia
- Pinheiro MHO, Neto LCA, Monteiro R (2006) Urban areas and isolated remnants of natural habitats: an action proposal for botanical gardens. *Biodiversity and Conservation* 15: 2747-2764
- Possingham HP, Andelman SJ, Burgman MA, Medellín RA, Master LL, Keith DA (2002) Limits to the use of threatened species lists. *Trends in Ecology and Evolution* 17: 503-507
- RBBJ, Rede Brasileira de Jardins Botânicos (2000) Directory of the Botanical Gardens of Brazil. *Expressão e Cultura, Rede Brasileira de Jardins Botânicos*, Rio de Janeiro
- Ribeiro MC, Metzger JP, Martensen AC, Ponzoni FJ, Hirota MM (2009) The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation* 142: 1141-1153
- Rio Grande do Sul (2003) Decreto nº 42.099 de 2002. Aprova a Lista das Espécies da Flora Ameaçadas do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul
- Saracura VF, Giustina CC (2010) Plano diretor do Jardim Botânico de Brasília. *Geo Lógica Consultoria Ambiental: Brasília*
- São Paulo 2004. Resolução SMA 48, de 21 de setembro de 2004. Publica a lista oficial das espécies da flora do Estado de São Paulo ameaçadas de extinção. *Diário Oficial do Estado de São Paulo*, de 22 de setembro de 2004, Seção 1, Pp 26-29

- SCBD, Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2010) Decision Adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity at its Tenth Meeting. UNEP/CBD/COP/DEC/X/17
- Silva IC (2010) Caracterização fisionômica de fragmentos vegetacionais do distrito de Rubião Júnior, município de Botucatu, São Paulo. Dissertação Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista
- Sousa-Júnior PRC (2006) Estrutura da comunidade arbórea e da regeneração natural em um fragmento de floresta urbana, Recife-PE. Dissertação. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife
- Thomaz LD, Monteiro R (1997) Composição florística da Mata Atlântica de encosta da Estação Biológica de Santa Lúcia, Município de Santa Teresa – ES. Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão 7: 3-48
- Ward CD, Parker CM, Shackleton CM (2010) The use and appreciation of botanical gardens as urban green spaces in South Africa. *Urban Forestry and Urban Greening* 9: 49-55
- Weiser VLB (2007) Árvores, arbustos e trepadeiras do cerradão do Jardim Botânico Municipal de Bauru, SP. Tese. Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo
- Willis CK, Morkel A (2008) National Botanical Gardens: South Africa's urban conservation refuges. *BGjournal* 5: 4-7
- Wyse Jackson P, Kennedy K (2010) The Global Strategy for Plant Conservation: a challenge and opportunity for the international community. *Trends in Plant Science* 14: 578-580
- Wyse Jackson P, Sutherland L (2013) Role of Botanic Gardens. In: Levin S.A. (Ed.) *Encyclopedia of Biodiversity*, second edition, volume 6, Pp. 504-521. Waltham, MA: Academic Press

Capítulo 3

O múltiplo papel dos jardins botânicos na conservação da Mata Atlântica*

* Maria Lúcia M. N. da Costa¹, Mike Maunder², Ariane L. Peixoto¹

¹ Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro

² College of Arts and Sciences, Florida International University

Formatado seguindo normas da revista Rodriguésia

O múltiplo papel dos jardins botânicos na conservação da Mata Atlântica

Resumo

O bioma Mata Atlântica é considerado uma área crítica no que diz respeito à conservação por abrigar alta taxa de diversidade e endemismo de plantas, e ao mesmo tempo encontrar-se submetido a intensa pressão antrópica. O histórico de desmatamento e de exploração dos recursos naturais do bioma levou à supressão de grande parte de suas áreas naturais, restando hoje cerca de 12% de sua cobertura original. O estabelecimento de estratégias de conservação para o bioma envolve fatores sociais, políticos e econômicos e requer ações de diferentes instituições e setores da sociedade. O presente trabalho propõe uma estratégia de conservação a ser adotada pelos jardins botânicos estabelecidos no bioma Mata Atlântica, que vincula as atribuições contemporâneas destas instituições com as demandas de conservação. Para tal, consideramos as principais ameaças que afetam a Mata Atlântica e o conjunto de competências dos jardins botânicos nas áreas de conservação, pesquisa, educação, promoção do uso sustentável da flora, ecoturismo e *lobby* político. Embora em certas situações não seja possível atacar diretamente as causas da perda da diversidade, os jardins botânicos podem usar o conhecimento técnico e científico para influenciar as políticas ambientais e a promoção de práticas conservacionistas para salvaguardar a biodiversidade do bioma. As atuais demandas de conservação requerem, entretanto, maior capacitação dos jardins botânicos para adotar abordagens multidisciplinares de conservação *ex situ* e *in situ*.

Palavras-chave: Mata Atlântica, jardins botânicos, conservação, educação, uso sustentável.

Abstract

The Atlantic Forest biome is considered a critical area with regard to conservation. It possesses high species diversity and endemism of plants which have been under intense human pressure. The history of deforestation and exploitation of natural resources of the biome provoked the suppression of the greater part of its natural areas, leaving today circa 12% of the original cover. The establishment of conservation strategies for the biome involves social, political and economic factors and requires actions from different institutions and sectors of society. This paper proposes a conservation strategy to be adopted by the botanic gardens established in the Atlantic Forest, which links the contemporary role of these institutions to the demands for conservation. To this end, we

consider the main threats affecting the Atlantic Forest and the potential skill of botanic gardens in the areas of conservation, research, education, sustainable use of plant resources, ecotourism and political outreach. Although in certain situations it is not possible to halt directly the causes of diversity loss, botanic gardens can use scientific and technical knowledge to influence environmental policies and the promotion of conservation practices to safeguard biome biodiversity. The current demands for plant conservation, however, require further capacity building of botanic gardens to adopt multidisciplinary approaches of *ex situ* and *in situ* conservation.

Key words: Atlantic Forest, botanic gardens, conservation, education, sustainable use.

Introdução

O reconhecimento da crise ambiental global decorrente da ação antrópica tem sido difundido na maior parte dos documentos que tratam da conservação do meio ambiente há várias décadas. As grandes convenções e reuniões internacionais que debatem este tema expressam a preocupação com a velocidade e persistência com que as ameaças estão atuando nos ambientes naturais e os impactos negativos sobre as espécies e sistemas ecológicos responsáveis pelo fornecimento de bens e serviços indispensáveis para a humanidade.

Os países tropicais têm como responsabilidade conservar a alta diversidade de ambientes e espécies de seus territórios. Nestes países é comum a coexistência conflitante de grande riqueza de diversidade biológica e atividades econômicas em desenvolvimento, que desconsideram medidas sustentáveis de exploração dos recursos naturais. O Brasil se destaca pela alta diversidade de sua biota. São reconhecidas mais de 100.000 espécies de animais (Brazil 2010) e 40.000 espécies de plantas (Forzza *et al.* 2012), distribuídas em seis distintos biomas (MMA 2007b). A Mata Atlântica, um desses biomas, integra o grupo dos cinco principais *hotspots* mundiais, áreas caracterizadas por elevados índices de diversidade e endemismo de espécies e ao mesmo tempo submetidas a expressivos graus de ameaça (Myers *et al.* 2000).

A área original do bioma Mata Atlântica se estendia de norte a sul ao longo da costa leste do território brasileiro, alcançando ainda a Argentina e Paraguai. No Brasil, sua devastação teve início há cinco séculos com a extração de pau-brasil, seguida de outros ciclos econômicos caracterizados pelo cultivo em larga escala de cana-de-açúcar e café, e

pela exploração de minérios (Dean 1995). Ao longo do tempo, a região seguiu sofrendo impactos decorrentes da extração de madeira, lenha e carvão vegetal, e do uso da terra para agricultura, pecuária e ocupação urbana (Morellato & Haddad 2000). Essas pressões ocorreram de diversas formas e provocaram drástica redução na vegetação do bioma. Em consequência desse histórico de uso do solo, sua cobertura original estimada em 1.363.000 km² (Câmara 2003) atualmente está reduzida a cerca de 12%, com 80% dos remanescentes de vegetação em fragmentos menores que 50 ha (Ribeiro *et al.* 2009) (Tabela 1).

A situação é mais alarmante se considerarmos que dentre as 14.818 espécies de plantas vasculares conhecidas para a Mata Atlântica, cerca de 50% (7.335 espécies) são consideradas endêmicas (Forzza *et al.* 2012) e que ainda há lacunas no conhecimento da vegetação do bioma (Stehmann *et al.* 2009). Essa riqueza de espécies e alta porcentagem de endemismos resulta de condições ambientais particulares que envolvem grandes variações de latitude (3° a 30° S), altitude (0 a 2.700 m), clima (regimes com estação seca a pluviosidade extrema) e tipos vegetacionais (Câmara 2003). A vegetação inclui Florestas Ombrófilas Densa, Mista e Aberta e de Florestas Estacionais Semidecidual e Decidual, além de manguezais, restingas, campos de altitude e encaves florestais do Nordeste (Brasil 2006, IBGE 2012).

Em função dessas características, *hotspots* como a Mata Atlântica são considerados áreas críticas no que diz respeito à conservação. Entretanto, conservar o bioma é uma tarefa complexa, por envolver fatores sociais, políticos e econômicos que afetam a saúde e a sobrevivência das espécies e dos ambientes onde vivem (Galindo-Leal *et al.* 2003b). Um grande desafio para a conservação está em conciliar a manutenção dos processos ecológicos com a exploração econômica dos recursos naturais. No caso da Mata Atlântica, essa tarefa é especialmente desafiadora em função do grande conflito de interesses econômicos, já que 80% do Produto Interno Bruto brasileiro são gerados na região de domínio do bioma (Pinto & Brito 2003).

Os jardins botânicos, além da sua missão original de manutenção de coleções vivas de plantas, integram o conjunto de instituições com diferentes competências e recursos técnicos e científicos para atender às demandas da conservação. Ações destacadas como importantes para apoiar a conservação, tais como gerar conhecimento sobre espécies e ecossistemas e suas necessidades de conservação, identificar as ameaças e causas da perda da biodiversidade, promover a conscientização ambiental e buscar novas abordagens e incentivos para o estabelecimento de estratégias de conservação (Galindo-Leal *et al.* 2003b), fazem parte das funções contemporâneas dos jardins botânicos.

Tabela 1 – Síntese de dados sobre o bioma Mata Atlântica (MA).

Denominação	Dimensão e/ou número	Porcentagem	Fonte
Área original no território brasileiro	1.363.000 km ²	16% da área do país	Câmara 2003
Área estimada com remanescentes de vegetação	157.193 km ²	ca. de 12% da área original	Ribeiro <i>et al.</i> 2009
Espécies de plantas vasculares	14.818 espécies	45% das plantas vasculares do país	Forzza <i>et al.</i> 2012
Espécies de plantas vasculares endêmicas	7.335 espécies	50% das plantas vasculares do bioma	Forzza <i>et al.</i> 2012
Unidades de conservação de Proteção Integral	26.678 km ² 306 UCs		CNUC 2012
Unidades de conservação de Uso Sustentável	80.054 km ² / 641 UCs		CNUC 2012
Áreas prioritárias para conservação	428.409 km ² 880 áreas		MMA 2007a
Área indicada para recuperação	46.588 km ²		MMA 2007a
Jardins botânicos (jbs) no bioma	28 jbs	78% dos jbs brasileiros	Costa <i>et al.</i> ined.b
Área de reservas dos jardins botânicos estabelecidos na MA	1.448 ha (14 km ²)		Costa <i>et al.</i> ined.a
Espécies da MA na lista nacional de espécies ameaçadas de extinção	238 espécies	50% das espécies da lista nacional	Stehmann <i>et al.</i> 2009
Espécies da MA da lista nacional de espécies ameaçadas de extinção presentes nas coleções dos jbs	79 espécies	77% das espécies da lista nacional nas coleções	Costa <i>et al.</i> ined.b
Espécies da MA da lista nacional de espécies ameaçadas de extinção presentes nas reservas dos jbs	33 espécies	91% das espécies da lista nacional nas reservas	Costa <i>et al.</i> ined.a
Espécies da MA classificadas como ameaçadas de extinção no Livro Vermelho da Flora	1.544 espécies	73% das espécies do Livro Vermelho	Martinelli & Moraes 2013
Espécies da MA classificadas como ameaçadas de extinção no Livro Vermelho com registros nas reservas dos jbs	143 espécies	97% das espécies do Livro Vermelho nas reservas	Costa <i>et al.</i> ined.a

Nas últimas décadas, os jardins botânicos adotaram em seus documentos norteadores as diretrizes de conservação da biodiversidade propostas por convenções, tratados e estratégias internacionais. Em consequência, a missão dos jardins botânicos passou a atribuir mais ênfase à educação, à pesquisa, à conservação e ao uso sustentável dos recursos vegetais (Wyse Jackson & Sutherland 2000, BGCI 2012). Isso representou uma ampliação das funções tradicionais destas instituições, que por muito tempo atuaram principalmente com foco na manutenção de coleções *ex situ* e nos estudos de taxonomia e horticultura. As novas demandas de conservação, no entanto, requerem a capacitação dos jardins botânicos para adotar estratégias de conservação integrada, que combinem ações de conservação *ex situ* e *in situ*. Essa abordagem de conservação envolve uma atuação multidisciplinar, com ações e pesquisas direcionadas tanto para a propagação, o cultivo e a conservação de espécies fora de seu habitat, como para a reintrodução e o manejo de populações e habitats, sempre conjugados com a gestão e difusão dos conhecimentos gerados (BGCI 2012). Além disso, os jardins botânicos são incentivados a mitigar os efeitos da ação antrópica e trabalhar coletivamente para deter a perda da diversidade biológica.

Nos últimos 20 anos a quantidade de jardins botânicos mais que duplicou ao redor do mundo, devido, em grande parte, à intensificação de debates ambientais, que demonstraram a necessidade de engajamento de um maior número de instituições na conservação de plantas (Wyse Jackson & Sutherland 2013). No Brasil, a quantidade de jardins botânicos também aumentou consideravelmente a partir dos anos 90 do último século, passando de 15 para 36 instituições. No entanto, esse número ainda é insuficiente diante da dimensão territorial, da diversidade de ecossistemas e espécies e dos desafios de conservação.

Os jardins botânicos brasileiros se concentram predominantemente no bioma Mata Atlântica, e mais especificamente na região Sudeste. É também nesta região que se localiza grande parte das universidades, dos institutos de pesquisas, dos taxonomistas e das coleções de herbário (Lewinsohn 2005). Por outro lado, é preocupante a ausência de jardins botânicos nos biomas Pantanal, Campos Sulinos e Caatinga, com prejuízos para a conservação das respectivas floras, já que cabe a cada instituição priorizar a flora local nas suas ações de pesquisa e conservação (Pereira *et al.* 2004). Além do número insuficiente e da distribuição desequilibrada dos jardins botânicos, nem todos eles estão adequadamente instrumentalizados, em termos de infraestrutura e recursos financeiros e humanos, para desempenhar suas novas atribuições (Pereira & Costa 2010, Costa *et al.* Inédito b).

Os 28 jardins botânicos localizados na região de abrangência da Mata Atlântica, foco deste artigo, são instituições muito distintas entre si (Tabela 2). Aqueles criados antes da década de 1990 são predominantemente vinculados aos governos federal e estadual, e de modo geral contam com quadro de profissionais capacitados e infraestrutura de pesquisa. Os demais são, na sua maioria, subordinados a órgãos municipais e alguns se encontram em processo de implantação. Apesar de não contarem com infraestrutura de pesquisa estabelecida, alguns jardins botânicos municipais se constituem em importantes espaços de visitação e de condução de ações de educação ambiental (Pinheiro *et al.* 2006). Além dos jardins botânicos vinculados a órgãos governamentais existem aqueles de caráter privado, categoria que vem crescendo nos últimos anos. Apesar de suas particularidades estas instituições compartilham dificuldades e desafios. São comuns a vários jardins botânicos a carência de recursos orçamentários e a instabilidade do corpo técnico, o que gera descontinuidade no planejamento e na execução de projetos. Por outro lado, todos compartilham a tarefa de gerar conhecimento e promover a conservação da flora do bioma. Para lidar com esses desafios os jardins botânicos devem identificar suas atribuições contemporâneas e adotar abordagens multidisciplinares que atendam às prioridades de conservação da diversidade vegetal.

No presente trabalho propomos uma estratégia de conservação para os jardins botânicos estabelecidos na Mata Atlântica, que vincula as atribuições contemporâneas destas instituições com as demandas de conservação das espécies e dos ambientes onde elas vivem. Para tal, consideramos os principais problemas que afetam a Mata Atlântica e o conjunto de competências dos jardins botânicos nas áreas de conservação, pesquisa, educação, promoção do uso sustentável da flora, ecoturismo e *lobby* político. Diante da diversidade de aspectos ecológicos, culturais e econômicos do bioma e da complexidade inerente à prática da conservação, nesta estratégia são propostas ações de caráter abrangente, a serem adotadas por cada jardim botânico de acordo com o seu potencial e o contexto regional no qual está inserido.

Tabela 2 – Jardins botânicos (JB) brasileiros estabelecidos na área de abrangência do bioma Mata Atlântica. Vínculo: F (federal); M (municipal); E (estadual); P (privado).

Jardim Botânico (Sigla)	Cidade/ Estado	Ano de criação	Vínculo
Fundação JB de Poços de Caldas (FJBPC)	Poços de Caldas/MG	2003	M
Horto Botânico do Museu Nacional (HMN)	Rio de Janeiro/RJ	1896	F
Instituto de Pesquisas JB do Rio de Janeiro (JBRJ)	Rio de Janeiro/RJ	1808	F
JB da Fundação Zoobotânica de Belo Horizonte (FZBBH)	Belo Horizonte/MG	1991	M
JB da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (FZBRS)	Porto Alegre/RS	1958	E
JB da Universidade Federal de Santa Maria (JBUFSM)	Santa Maria/RS	1981	F
JB da Uniersidade Federal Rural do Rio de Janeiro (JBUFRRJ)	Seropédica/RJ	1980	F
JB da Univille (JBUNIVILLE)	Joinville/SC	2007	P
JB de Caxias do Sul (JBSCS)	Caxias do Sul/RS	1992	M
JB de João Pessoa Benjamim Maranhão (JBBM)	João Pessoa/PB	2000	E
JB de Jundiá (JBJ)	Jundiá/SP	2004	M
JB de Lajeado (JBL)	Lajeado/RS	1995	M
JB de Londrina (JBLO)	Londrina/PR	2006	E
JB de Pipa (JBPI)	Tibau do Sul/RN	1991	P
JB de Salvador (JBSSA)	Salvador/BA	2002	M
JB de São Paulo (JBSP)	São Paulo/SP	1928	E
JB de Sorocaba (JBS)	Sorocaba/SP	2010	M
JB do Instituto Agrônômico de Campinas (JBIAC)	Campinas/SP	1998*	E
JB do Recife (JBR)	Recife/PE	1979	M
JB Faxinal do Céu (JBFC)	Pinhão/PR	2010	P
JB Inhotim (JBI)	Brumadinho/MG	2010	P
JB Francisca Maria Garfunkel Rischbieter (JBC)	Curitiba/PR	1991	M
JB Municipal de Paulínia “Adelelmo Piva Júnior” (JBMP)	Paulínia/SP	1992	M
JB Municipal de Santos “Chico Mendes” (JBMSCM)	Santos/SP	1994	M
JB Plantarum (JBP)	Nova Odessa/SP	2007	P
Museu de Biologia Prof. Mello Leitão (MBML)	Santa Teresa/ES	1949	F
Museu de História Natural e JB da UFMG (MHNJB)	Belo Horizonte/MG	1968	F
Parque Zoobotânico Orquidário de Santos (PZOS)	Santos/SP	1945	M

* Instituição assume funções de jardim botânico

A Mata Atlântica brasileira

As ameaças decorrentes da dinâmica da ocupação do solo e da exploração dos recursos da Mata Atlântica têm provocado uma alta fragmentação de habitats e perda de biodiversidade. Estes são considerados os principais problemas que afetam o bioma atualmente (MMA 2007a). As ameaças ao bioma, classificadas de acordo com as categorias proposta por Salafsky *et al.* (2008), incluem: desenvolvimento urbano e comercial (expansão urbana, áreas industriais, expansão de infraestrutura turística); agricultura (culturas agrícolas, reflorestamento com espécies exóticas e uso do solo para pastagem); uso dos recursos biológicos (corte ilegal de madeira, extração de plantas e captura de animais); espécies invasoras e mudanças climáticas. Os impactos não são homogêneos ao longo do bioma e ocorrem em diferentes escalas, de acordo com aspectos econômicos e sociais da região (Conservation International do Brasil *et al.* 2000, Tabarelli *et al.* 2003, Young 2003, MMA 2007a).

A forte pressão que incide sobre o bioma advém notadamente da população estimada em 112 milhões de habitantes na área do bioma, que corresponde a 61% da população brasileira (SOS & INPE 2009). No domínio da Mata Atlântica estão os maiores centros industriais e urbanos do país, localizados nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro. A necessidade de recursos naturais e energia para atender os grandes centros gera enormes pressões sobre a biodiversidade e problemas decorrentes de resíduos industriais e domésticos, chuva ácida, abertura de estradas, implantação de hidrelétricas e gasodutos e ocupação desordenada do solo (Conservation International do Brasil *et al.* 2000, Aguiar *et al.* 2003, Hirota, 2003). Além disso, a ocupação irregular em áreas de alta declividade causa sérios problemas ambientais. As interferências antrópicas em áreas de preservação permanente, como margens de rios e áreas de encostas, foram apontadas como as principais causas dos deslizamentos de terras e rochas ocorridos em 2011 na região serrana do Rio de Janeiro, que teve efeitos catastróficos para a população local (Schaffer *et al.* 2011). Os ecossistemas da região litorânea são especialmente impactados por empreendimentos imobiliários e pelo turismo, com a implantação de *resorts*, hotéis e casas de veraneio (Aguiar *et al.* 2003). O desmatamento que vem ocorrendo desde a época da colonização, a exploração imobiliária e o turismo predatório são pressões que incidem de forma mais acentuada sobre a Mata Atlântica do que nos demais biomas (Young 2003).

O monitoramento das áreas remanescentes da Mata Atlântica mostra o contínuo processo do desmatamento e fragmentação da cobertura vegetal no bioma nas últimas

décadas. Altos índices de desmatamento foram observados entre 1985 a 1995, quando foi registrada uma perda de 1.036.797 ha (SOS & INPE 2013). Os resultados revelam que a situação mais crítica nesse período ocorreu nos estados do Paraná, onde 228.849 ha foram desmatados, e no Rio de Janeiro, que teve perda de 170.951 ha. No período de 2000 a 2012 o desmatamento foi da ordem de 344.199 ha. Apesar da redução, as taxas de desmatamento continuam preocupantes em razão do alto grau de fragmentação do bioma. Medidas para reverter esse quadro são relevantes, sobretudo no Espírito Santo, no Rio de Janeiro e em Santa Catarina, onde a Mata Atlântica cobria 100% de seus territórios e atualmente esta porcentagem corresponde a apenas 11%, 19% e 29% respectivamente. Também merecem atenção os estados que apresentaram maior taxa de desmatamento em 2012, a saber: Minas Gerais (10.752 ha) e Bahia (4.516 ha) (SOS & INPE 2013).

No que se refere ao uso do solo para agricultura e silvicultura, o plantio intensivo de lavouras e reflorestamentos com espécies exóticas tem tido um impacto significativo no processo perda de habitats na região (Galindo-Leal & Câmara 2003). Grandes extensões de plantação de eucaliptos ocupam áreas no extremo sul da Bahia e norte do Espírito Santo em função da expansão da indústria de celulose (Aguiar *et al.* 2003). De forma geral, a exploração florestal não tem sido feita de forma sustentável (Young 2003). A extração ilegal de produtos não madeireiros tem sido registrada como um problema para a região, como é caso da exploração do palmito (*Euterpe edulis*), que já foi suprimido de algumas manchas florestais do Paraná (Reis *et al.* 2000).

Intervenções humanas no ambiente acarretam a proliferação de espécies invasoras, que por sua vez é considerada uma séria ameaça à biodiversidade e uma das principais causas de extinção de espécies no mundo (SCBD 2010). Embora, para a Mata Atlântica, ainda sejam escassos os estudos sobre os impactos da invasão de espécies exóticas nos habitats naturais, alguns registros incluem a dispersão de pinheiros (*Pinus elliottii* e *P. taeda*) nas regiões sul e sudeste do Brasil e casuarina (*Casuarina equisetifolia*) na região costeira, além de espécies como amendoeira (*Terminalia cattapa*), leucena (*Leucaena leucocephala*) e jaca (*Artocarpus heterophyllus*) (Ziller 2001, Reaser *et al.* 2003, Abreu & Rodrigues 2010).

Outros impactos sobre a biodiversidade decorrem das mudanças climáticas globais, cujo enfrentamento tem sido apontado como um dos maiores desafios deste século. Estima-se que tais mudanças repercutirão na distribuição geográfica das espécies e até mesmo na extinção de muitas delas, além de causar outras catástrofes ambientais com efeitos danosos para a humanidade (Thomas *et al.* 2004, IPCC 2007, Pimm 2009). Nesse

sentido, entender o comportamento das espécies em função dos futuros cenários do clima para a Mata Atlântica é fundamental para o planejamento de estratégias de conservação (Buckeridge *et al.* 2008). As projeções climáticas para o final do século estimam para as regiões sul e sudeste do bioma um aumento de temperatura (de 0,5° a 3°C) e precipitação (de 15% a 30%), e para a região nordeste um aumento de temperatura (de 0,5° a 4°C), porém com decréscimo de precipitação (de 10% a 35%) (PBMC 2013). Eventos como aumento do nível médio do mar e possíveis inundações em áreas planas da região costeira (PBMC 2012) reforçam a necessidade de estudos de ecossistemas como os da restinga, que já sofrem impacto da pressão imobiliária.

Esse conjunto de ameaças incidentes sobre a Mata Atlântica exerce grande influência no status de conservação das espécies ali ocorrentes, especialmente se consideradas as altas taxas de endemismo. Cerca de 60% das 627 espécies da lista vermelha da fauna (Paglia *et al.* 2008) e 50% das 472 espécies da lista nacional da flora ameaçada de extinção ocorrem na Mata Atlântica (Stehmann *et al.* 2009). O pau-brasil (*Caesalpinia echinata*) é um exemplo emblemático de uma espécie que ocorria na Mata Atlântica do Rio Grande do Norte ao Rio de Janeiro (Mello-Filho *et al.* 1992) e teve sua população drasticamente reduzida, com indícios de ter sido suprimida dos estados do Espírito Santo e de Sergipe (Rocha 2011). Em consequência, a espécie está presente na lista nacional da flora brasileira ameaçada de extinção desde 1992 (Brasil 1992, 2008) e consta também na lista da International Union for Conservation of Nature (IUCN 2013).

O total de espécies ameaçadas da lista nacional pode estar subestimado, em função do conhecimento incompleto que se tem da flora da Mata Atlântica. Somente nos últimos três anos cerca de 300 novas espécies de plantas foram descritas, sendo a maioria restrita a esse domínio (Stehmann *et al.* 2009). O trabalho conduzido pelo Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora), que reavaliou o status de conservação de 4.617 espécies vegetais, presentes nas listas vermelhas internacional, nacional e estaduais, também ilustra essa situação. Esse estudo resultou na publicação do Livro Vermelho da Flora do Brasil, que classificou 2.118 espécies como ameaçadas, de acordo com as categorias de ameaça da IUCN, o que representa um aumento de quatro vezes da lista nacional vigente, publicada em 2008 (Martinelli & Moraes 2013).

As iniciativas de conservação, no que dizem respeito à criação de unidades de conservação, não têm sido consideradas suficientes para conter a perda da biodiversidade do bioma (Conservation International do Brasil *et al.* 2000, Pinto & Brito 2003). As áreas protegidas englobam cerca de 9% dos remanescentes florestais e 1% da floresta original

(Ribeiro *et al.* 2009). Embora em número significativo – 947 unidades de conservação, das quais 32% de proteção integral e 68% de uso sustentável (CNUC 2012) –, grande parte dessas áreas carece de planos de manejo, infraestrutura e recursos humanos, que dificultam a fiscalização contra atividades predatórias como invasões, caça, queimadas e exploração dos recursos naturais (Câmara 2003). A sociedade civil passou a ter uma atuação mais concreta na última década ao aderir voluntariamente ao sistema de Reservas Particulares do Patrimônio Natural, que corresponde a quase metade do total de unidades de conservação (Oliveira 2010), em borá em áreas muito fragmentadas.

Organizações não governamentais também têm sido parceiras no esforço coletivo para ampliar o conhecimento e conservação do bioma. Algumas iniciativas nesse sentido incluem o monitoramento dos remanescentes da vegetação (SOS & INPE 2013), a identificação de áreas prioritárias para conservação (Conservation International do Brasil *et al.* 2000, MMA 2007a) e o pacto envolvendo diversos atores, que objetiva a restauração de 15 milhões de hectares até o ano 2050 (Rodrigues *et al.* 2009). Alguns instrumentos no campo legislativo dizem respeito à conservação da Mata Atlântica, tais como resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e a Lei da Mata Atlântica, que estabelece restrições de uso dos remanescentes de vegetação e dispõe sobre sua regeneração e conservação (Brasil 2006).

Os jardins botânicos e os desafios da conservação

O cenário acima descrito evidencia que a reversão da situação crítica em que se encontra a vegetação da Mata Atlântica requer ações contundentes e coletivas, que envolvam várias instituições governamentais e não governamentais, atuando de forma integrada. Os jardins botânicos são peças fundamentais nessa equação e podem contribuir para mitigar os problemas ecológicos do bioma, de forma direta ou indireta, nas suas ações de conservação, pesquisa, educação, promoção do uso sustentável dos recursos naturais, ecoturismo e *lobby* político, conforme sugerido na estratégia aqui proposta (Tabela 3).

Conforme mencionado anteriormente, as estratégias de conservação integrada voltadas para atender às atuais demandas da conservação da diversidade biológica requerem uma atuação multidisciplinar. Nesse contexto, os jardins botânicos têm que avaliar a abordagem ou o conjunto de abordagens mais apropriado para atender às necessidades particulares de espécies, populações, comunidades e ambientes naturais da Mata Atlântica. Em algumas circunstâncias será necessário investir esforços na

conservação *ex situ* de determinadas espécies, com o intuito de apoiar projetos de reintrodução e restauração de áreas e contribuir com outros propósitos de pesquisa e educação ambiental. Em outras circunstâncias será mais efetivo conduzir estudos que contribuam com a indicação de áreas prioritárias para conservação, medida que poderá resultar na conservação de um maior número de espécies. De todo modo, qualquer estratégia deve ser orientada pela meta de interromper e reverter os processos de extinção e amenizar os impactos negativos sobre as espécies e o meio ambiente. As ações devem ser planejadas com o intuito de mover as espécies da categoria de maior risco para categoria de menor risco, até sua exclusão da lista vermelha. Ao mesmo tempo é necessário evitar que outras espécies tenham suas populações reduzidas a níveis críticos a ponto de serem classificadas como ameaçadas.

No que se refere à conservação *ex situ*, as coleções dos jardins botânicos devem atender a alguns parâmetros para fornecer material viável para apoiar a sobrevivência da espécie em seu habitat natural ou outros propósitos conservacionistas. Os princípios norteadores para tal fim incluem a formação de coleções com material de procedência silvestre, a conservação da melhor representatividade genética intraespecífica possível, o registro dos dados de coleta e informações associadas aos espécimes e o manejo apropriado da coleção de forma a manter a viabilidade do material pelo tempo requerido. Em vista disso, nos últimos anos os jardins botânicos de vários países vêm avaliando suas coleções, e os resultados indicam que grande parte delas tem valor limitado para conservação, com maior utilidade para fins de exibição e educação ambiental. Essa constatação tem levado a comunidade de jardins botânicos a promover uma mudança na prática da curadoria das coleções, que passou a priorizar a conservação da diversidade genética de espécies consideradas como prioritárias, em detrimento da manutenção de extensas coleções com alta diversidade de espécies, muitas vezes sem um uso aplicado para conservação (Maunder *et al.* 2004, Aplin 2008).

No caso dos jardins botânicos brasileiros, um recente estudo também detectou limitações no que diz respeito à composição e uso das coleções *ex situ* (Costa *et al.* Inédito b). Os dados registraram um baixo número de espécies ameaçadas da lista nacional nas coleções vivas – 102 (21%) espécies de um total de 472 da lista nacional. A maioria das espécies ameaçadas nas coleções (79) era do domínio da Mata Atlântica, sendo Bromeliaceae a família mais frequente. Dentre as coleções de bromélias, a mais representativa foi a coleção do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ). Tal coleção foi incrementada a partir de um projeto de conservação de bromélias

ameaçadas da Mata Atlântica, realizado no período de 1998 a 2001, em que se buscou coletar de três a quatro indivíduos de cada espécie (Martinelli *et al.* 2008). Apesar de ser representativa em quantidade de espécies – mantém 27 (71%) espécies de bromélias ameaçadas da Mata Atlântica da lista nacional –, a qualidade genética das amostras está altamente comprometida, uma vez que a maioria das espécies é representada por um único indivíduo. Nessas condições, o valor dessa coleção para conservação passa a ser limitado. Considerando que a maioria das espécies não está duplicada em outros jardins botânicos, existe também o risco de perda de material. Este exemplo ilustra a necessidade de uma revisão, por parte dos jardins botânicos brasileiros, do planejamento para formação, manutenção e uso das coleções, como vem ocorrendo em outros países.

O resultado da avaliação do risco de extinção de espécies da flora brasileira sugeriu um aumento significativo no número de espécies ameaçadas da Mata Atlântica (Martinelli & Moraes 2013), o que torna ainda mais complexa a tarefa de conservação de tais espécies. Diante dessa perspectiva, fica evidente que a abordagem focada apenas na conservação *ex situ* não será suficiente para reverter o quadro da flora ameaçada. Nem todas as espécies necessitam ou podem ser conservadas *ex situ*. Uma priorização de espécies deverá ser feita levando-se em consideração o seu risco de extinção e sua biologia, assim como os recursos e instalações disponíveis nos jardins botânicos. Dados sobre a distribuição geográfica das espécies, usos, principais ameaças e ações de conservação em andamento são bastante úteis para a definição das prioridades.

Uma singularidade dos jardins botânicos brasileiros, que contribui para a conservação *in situ*, é a manutenção de áreas de vegetação nativa dentro de seus limites, que serão referidas neste texto como reservas. Na região da Mata Atlântica, 15 jardins botânicos mantêm reservas, e a soma dessas áreas alcança 1.448 ha (Tabela 1). Abrangem remanescentes de diferentes fisionomias de vegetação, tais como: Floresta Ombrófila Mista; Floresta Ombrófila Densa; Floresta Estacional Semidecidual das terras baixas; restinga e vegetação de tabuleiros e trechos de transição entre Floresta Estacional Semidecidual e Cerrado. Essas áreas adquirem particular importância, tendo em vista as recomendações para conservação de pequenos fragmentos de vegetação do bioma (Tabarelli *et al.* 2003, MMA 2007a, Ribeiro *et al.* 2009).

As reservas adquirem ainda mais importância com o incremento do seu uso para realização de pesquisas, atividades de educação ambiental e ecoturismo. Elas têm grande potencial para estudos não só taxonômicos, mas também anatômicos, fisiológicos e ecológicos, incluindo experimentos com reintrodução de espécies ameaçadas, quando for

apropriado. Um levantamento feito com base em registros de herbário e inventários florísticos sugere a presença de 598 espécies ameaçadas das listas estaduais e 33 espécies ameaçadas da lista nacional nas reservas dos jardins botânicos sediados na Mata Atlântica (Costa *et al.* Inédito a). O uso dessas áreas como campo de pesquisa, além de gerar conhecimento sobre a flora regional, poderá contribuir com a capacitação e formação de recursos humanos por meio de projetos em cooperação com universidades. Muitas delas apresentam facilidade de acesso por estarem localizadas em centros urbanos.

Além da manutenção de reservas com remanescentes de Mata Atlântica, os jardins botânicos podem contribuir com subsídios técnicos para a proteção de áreas de importância ecológica. Experiências nesse sentido incluem a criação do Parque Nacional de Itatiaia em 1937 e, mais recentemente, a criação da Área de Proteção Ambiental do Pau-Brasil em 2002, ambas realizadas com base em fundamentação técnica da equipe do JBRJ (Menezes 2008, Muniz 2002). Os resultados de estudos multidisciplinares a cargo dos jardins botânicos podem também indicar a vulnerabilidade de determinadas áreas à implantação de culturas agrícolas, hidrelétricas ou assentamentos urbanos e apontar alternativas com menor risco de danos ecológicos.

A pesquisa científica na agenda dos jardins botânicos

Os jardins botânicos tradicionalmente se dedicam à pesquisa taxonômica dos vários grupos de plantas, considerada essencial para a manutenção e expansão das coleções vivas e de herbários. Alguns jardins botânicos estabelecidos na Mata Atlântica possuem ou são associados a herbários que se destacam pelo número de espécies e pela amplitude de suas coleções, como é o caso dos herbários do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB), do Museu Nacional (R), do Instituto de Botânica de São Paulo e do Museu Botânico Municipal de Curitiba (MBM) (Peixoto 2003). Essas coleções mantêm amplo acervo de espécimes da flora da Mata Atlântica e são fundamentais para os estudos de descrição de espécies, revisão taxonômica, estudos filogenéticos, inventários florísticos e fitossociológicos e análise de padrão de distribuição geográfica, dentre muitos outros. Os acervos dos herbários também são considerados estratégicos para as avaliações do estado de conservação das espécies. Todos esses estudos, de uma forma geral, contribuem para diminuir lacunas no conhecimento sobre as espécies e os ambientes da Mata Atlântica.

Além das pesquisas taxonômicas, estudos de outras áreas da ciência merecem atenção por parte dos jardins botânicos. A multidisciplinaridade é importante para se

entender a dinâmica da Mata Atlântica, os efeitos da ação antrópica e subsidiar as abordagens de conservação com vistas a deter a perda da diversidade, restaurar áreas degradadas e reintroduzir espécies ameaçadas em seu habitat. Investigar a adaptação das espécies às diferentes técnicas *ex situ* é um passo essencial para definir as estratégias de conservação mais apropriadas.

A conservação em bancos de sementes apresenta certas vantagens em relação às coleções de plantas cultivadas, por possibilitar o acondicionamento de grande número de espécies e amostras com ampla variabilidade genética em espaços reduzidos a custos proporcionalmente baixos. Essa técnica tem se mostrado útil para a conservação de espécies ameaçadas de extinção, endêmicas, medicinais e de uso para a restauração de ambientes degradados, mas requer um conjunto de conhecimentos técnicos para orientar a coleta, o beneficiamento e o armazenamento desses propágulos, para que seja mantida sua qualidade fisiológica pelo maior período possível (Nogueira 2002, Nogueira & Medeiros 2007). No entanto, nem todas as espécies se adéquam ao método convencional de armazenamento em banco de sementes, que envolve a secagem de sementes a baixos teores de umidade e manutenção em câmaras sob baixas temperaturas. Esse método é eficiente especificamente para espécies de comportamento ortodoxo, que toleram a desidratação a teores muito baixos de água e mantêm a viabilidade por longo prazo em baixas temperaturas (Roberts 1973). O armazenamento nessas condições não é adequado para as espécies recalcitrantes e intermediárias, que não toleram a redução do teor de água a níveis muito baixos e mantêm respectivamente, de baixa a média longevidade nos bancos de sementes. As espécies com esse comportamento, muito comum na flora tropical, requerem estudos que identifiquem condições alternativas para a sua conservação.

No entanto, poucos jardins botânicos contam com instalações de laboratório e bancos de sementes, e pessoal capacitado para avançar nessa linha de estudos. Os quatro jardins botânicos equipados com essa estrutura estão localizados na Mata Atlântica, sendo três na região Sudeste – JBRJ, Jardim Botânico do Instituto Agrônomo de Campinas (JBIAC) e Jardim Botânico da Fundação Zoobotânica de Belo Horizonte (FZBBH) – e um no sul do país – Jardim Botânico da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (FZBRS). Estas instituições, embora em pequeno número, têm contribuído com pesquisas sobre a ecofisiologia e conservação de sementes de espécies do bioma (Pereira *et al.* 2010, Fior *et al.* 2011, Leonhardt *et al.* 2011, Martins *et al.* 2012).

A criopreservação tem sido indicada como alternativa promissora para a conservação em longo prazo de espécies recalcitrantes e intermediárias (Walters *et al.*

2013). Essa técnica envolve a manutenção de células, tecidos e órgãos vegetais em condições de temperaturas ultrabaixas, geralmente em nitrogênio líquido (Engelmann 2004). Investigações com o uso dessa técnica no Brasil têm sido conduzidas principalmente por empresas agrícolas e universidades (Santos *et al.* 2013) e ainda são incipientes nos jardins botânicos.

Avanço na conservação de sementes será possível a partir de um planejamento que identifique o potencial das diversas instituições estabelecidas na Mata Atlântica com competência para atuar nesta esfera e estabeleça, por exemplo, polos regionais de pesquisa e conservação de espécies da flora local. Essa seria uma forma de otimizar esforços e custos, já que não seria viável, nem mesmo a opção mais efetiva em curto prazo, equipar todos os jardins botânicos para o desenvolvimento de pesquisas em tecnologia e fisiologia de sementes. O modelo aqui apresentado propõe direcionar recursos para aprimorar a infraestrutura já existente nos jardins botânicos e estabelecer mecanismos de cooperação com outras instituições de pesquisa. As empresas de pesquisa agrícola, como os vários centros da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), se constituem em parceiros estratégicos nessa iniciativa, por contarem com experiência e tecnologia desenvolvida para as técnicas *ex situ*, que poderiam ser aplicadas nos estudos de espécies da flora autóctone ameaçadas.

A cultura de tecidos é apontada como uma técnica alternativa para a propagação e conservação de espécies com reprodução vegetativa ou com sementes recalcitrantes, intermediárias e inviáveis. No entanto, seu uso parece mais indicado para propósitos específicos, como, por exemplo, a propagação de grande número de exemplares, em que a questão da diversidade genética não é a consideração principal (Offord & Meagher 2009). Entretanto, vem sendo utilizada em alguns grupos, principalmente orquídeas, que apresentam baixa taxa de germinação em condições naturais, para as quais a obtenção de grande quantidade de plantas contribui para diminuir a pressão de coleta na natureza (Suzuki *et al.* 2009, 2010).

Apesar de a horticultura ser uma prática inerente à missão dos jardins botânicos, muito progresso necessita ser feito no que concerne ao estabelecimento de protocolos para a propagação e cultivo das espécies da flora brasileira. Alguma experiência tem sido acumulada para alguns grupos taxonômicos de grande apelo ornamental, tais como bromélias, orquídeas e cactos, mas ainda há carência de protocolos, sobretudo para as espécies ameaçadas e submetidas à exploração ilegal. O desenvolvimento de tais protocolos precisa ser fortalecido, sobretudo nos jardins botânicos de países megadiversos,

a exemplo do que vem ocorrendo no JB da Universidade Autônoma do México (UNAM). Esse jardim botânico adotou como prioridade a meta de estabelecer protocolos de cultivo para todas as espécies ameaçadas presentes nas suas coleções vivas. Atualmente, 84 dentre as 266 espécies da coleção contam com esses protocolos e um terço delas está à venda na loja do jardim botânico (Caballero 2013).

De forma geral, os estudos de germinação, armazenamento, propagação e cultivo, dentre outros, além de contribuir para diminuir a pressão da coleta e extração ilegal das plantas, fornecem subsídios a projetos de reintrodução e restauração ambiental. Esses projetos adquirem especial importância para o bioma Mata Atlântica, já que a recuperação de áreas degradadas e o estabelecimento de corredores ecológicos estão entre as principais ações sugeridas em várias diretrizes de conservação para o bioma (Conservation International do Brasil *et al.* 2000, Tabarelli *et al.* 2003, MMA 2007a). Várias iniciativas de restauração foram implantadas na Mata Atlântica nos últimos anos (Rodrigues *et al.* 2009), porém esta é uma vertente na qual os jardins botânicos brasileiros precisam envidar esforços. Estas instituições podem ter papel importante no embasamento científico, com indicação de técnicas para a restauração e reintrodução de espécies ameaçadas. O projeto de restauração de área degradada da Reserva Biológica de Poços das Antas, executado por pesquisadores, técnicos e estudantes do JBRJ, representa experimentos de cerca de 20 anos de plantios com espécies nativas, que já resultou na elaboração de um manual técnico de referência para restauração de áreas que perderam sua cobertura florestal (Moraes *et al.* 2013). O JBSP, por sua vez, tem contribuído para o aprimoramento da prática da restauração ao coordenar simpósios que debatem linhas de pesquisas interdisciplinares, legislação e políticas públicas relacionadas à restauração, e mecanismos para monitoramento de áreas restauradas (Barbosa 2011). Esses debates são importantes para fortalecer as ações dos jardins botânicos brasileiros e promover o engajamento em iniciativas conjuntas, como é o caso da Aliança para Restauração Ecológica (Ecological Restoration Alliance) coordenada pela rede Botanic Gardens Conservation International (BGCI), que tem como meta restaurar pelo menos 15% dos ecossistemas mais ameaçados do mundo até 2020 (www.bgci.org). Outra referência no cenário internacional é o trabalho do Center for Plant Conservation (CPC), que coordena ações de conservação *ex situ* de várias instituições nos Estados Unidos e recentemente consolidou diretrizes de boa prática para o estabelecimento de projetos de reintrodução e restauração (Maschinski & Haskins 2012).

Os estudos de genética vêm adquirindo cada vez mais importância como ferramenta para as iniciativas de conservação. No caso da Mata Atlântica, essas pesquisas têm grande utilidade para a conservação *in situ* de espécies e de remanescentes de vegetação, por proverem informações sobre a estrutura genética de populações nos seus habitats naturais. Um estudo que ilustra a aplicabilidade dessa ciência foi realizado com *Dyckia ibiramensis*, bromélia endêmica do sul do país e ameaçada de extinção (Hmeljevski *et al.* 2011). Os resultados das análises influenciaram o deslocamento da construção de uma barragem, para impedir a supressão de uma população que apresentava as melhores condições em termos genéticos para a perpetuação da espécie em seu ambiente natural. Outros enfoques da genética da conservação podem auxiliar na definição dos protocolos de coleta e variabilidade genética das coleções *ex situ*, itens importantes para a formação e manejo dessas coleções e disponibilização de material de qualidade genética para os projetos de reintrodução e restauração (Namoff *et al.* 2011).

O acompanhamento fenológico, que analisa os ciclos biológicos das plantas indicando suas fases reprodutivas, além de orientar a coleta de frutos e sementes e subsidiar estudos de biologia reprodutiva, tem sido apontado como elemento-chave no entendimento e monitoramento dos efeitos das mudanças climáticas na vegetação. A condução desse estudo por jardins botânicos em diferentes regiões pode possibilitar uma análise mais consistente do comportamento das plantas em diversas condições de clima e tipos vegetacionais. Com o mesmo intuito, estudos de modelagem preditiva de distribuição de espécies podem analisar projeções de aumento de temperatura e redução de índices pluviométricos previstos para o bioma.

O leque de estudos que podem ser conduzidos por jardins botânicos inclui ainda a investigação sobre a ecologia de populações e ecologia funcional das espécies, bem como as pesquisas sobre a anatomia foliar e de madeira. Vários desses estudos, alguns de forma isolada, outros como parte integrante de projetos multidisciplinares, se constituem em importantes subsídios para a elaboração de plano de manejo de unidades de conservação e plano de ação para as espécies ameaçadas da flora. Este último é um instrumento previsto na instrução normativa n. 6/2008, que delega ao JBRJ a coordenação da elaboração e implementação dos planos de ação com vistas à retirada da espécie da lista de plantas ameaçadas (Brasil 2008). Nesse sentido, muito trabalho está por ser feito, uma vez que até o momento há somente dois planos de ação publicados para a flora. Esses planos são direcionados para 28 espécies ameaçadas de Cactaceae, de ocorrência no Cerrado e

Caatinga (Suelma *et al.* 2011) e 16 espécies ameaçadas de Eriocaulaceae de distribuição mais ampla abrangendo áreas da Mata Atlântica (ICMBio 2012).

Os estudos multidisciplinares conduzidos por jardins botânicos para espécies ameaçadas da Mata Atlântica ainda são escassos e não se constituíram até o momento em planos de ação oficiais. Exemplos incluem os trabalhos com o pau-brasil, *Caesalpinia echinata*, que envolveram estudos de taxonomia, etnobotânica, genética e dinâmica de população (JBRJ *et al.* ined.) e um projeto de conservação para oito espécies de orquídeas do gênero *Cattleya* (Fraga *et al.* 2009), ambos coordenados pelo JBRJ. Além desses, um projeto em desenvolvimento com a leguminosa arbórea *Dimorphandra wilsonii* (faveiro de Wilson), espécie endêmica em Minas Gerais ocorrente no domínio do Cerrado e Mata Atlântica, abrange diversas linhas de pesquisa e pode servir como referência para iniciativas similares com outras espécies. Esse projeto, coordenado pelo FZBBH, teve início em 2004 e conta com a parceria de universidades e sociedade civil para o desenvolvimento de estudos de prospecção, genética de populações, biologia reprodutiva, fenologia, fisiologia e conservação de sementes (Fernandes *et al.* 2007). Resultados práticos dessas pesquisas foram a proibição do corte e exploração da espécie no estado (Minas Gerais 2004), bem como a inclusão da espécie na lista nacional de espécies ameaçadas (Brasil 2008) e em 2006 na lista vermelha internacional na categoria de criticamente ameaçada (IUCN 2013).

Os jardins botânicos, na sua maioria, não dispõem de equipes capacitadas para desenvolver essas diversas linhas de estudos, o que configura a necessidade do estabelecimento de colaborações técnico-científicas, principalmente com universidades e institutos de pesquisa. Por isso, devem investir na ampliação e na capacitação do quadro de recursos humanos, para compor uma equipe multidisciplinar, envolvendo profissionais de diferentes formações a fim de avançar na prática da conservação integrada.

Os jardins botânicos na promoção do uso sustentável

Diante do reconhecimento dos efeitos da ação antrópica na degradação do meio ambiente, a promoção do uso sustentável dos recursos naturais passou a ter relevância nas estratégias de conservação. Nessa esfera, os jardins botânicos podem conduzir iniciativas que contribuem tanto para o uso sustentável das plantas e dos ambientes onde elas ocorrem como para o desenvolvimento sustentável local (BGCI 2012). No caso da Mata Atlântica, têm destaque os estudos com espécies de uso atual ou potencial e o resgate do

conhecimento tradicional associado às plantas úteis, medidas importantes para a definição de técnicas sustentáveis e de baixo custo para a produção e exploração destes recursos. Os jardins botânicos com foco nas plantas agrícolas, como é o caso do JBIAC, podem contribuir com os estudos de parentes silvestres de plantas de uso econômico, especialmente levando em consideração as coleções científicas que essa instituição possui e as especializações de seu quadro técnico.

Adicionalmente, os jardins botânicos contam com programas de interpretação e educação ambiental, que podem ser instrumentos motivadores para a participação da sociedade em um ciclo de desenvolvimento sustentável. Nesse escopo têm destaque as coleções de plantas úteis e coleções etnobotânicas e seu papel na difusão do valor cultural, de subsistência e econômico dos recursos vegetais (Fonseca-Kruel & Pereira 2009).

O envolvimento das comunidades locais é um passo decisivo para a obtenção de resultados práticos na conservação da diversidade cultural e socioeconômica do bioma da Mata Atlântica. Avanços também podem ser obtidos com o estabelecimento de parcerias com órgãos de extensão rural, no que diz respeito ao fornecimento de assistência técnica a produtores rurais sobre modos de produção, manejo e exploração sustentáveis das espécies nativas.

Como instituições que lidam com a conservação da biodiversidade, os jardins botânicos devem adotar práticas sustentáveis na sua rotina, tais como realizar compras públicas com critérios de sustentabilidade, reciclar material e buscar eficiência no consumo de água e energia. Essas iniciativas devem ser divulgadas para incentivar uma mudança no padrão de consumo de outras instituições e do público em geral.

O público como parceiro na missão de conservação das plantas

Considerando que as ameaças que incidem sobre os habitats naturais envolvem componentes culturais e econômicos e estão intimamente relacionadas com condutas de indivíduos, comunidades, instituições e governos (Galindo-Leal *et al.* 2003a), a atuação dos jardins botânicos deve motivar mudanças de comportamento da sociedade. Eles reúnem elementos-chave para a implantação de ações de conscientização e educação ambiental em prol da conservação, como equipe especializada, conhecimento sobre o reino vegetal, coleções didáticas de plantas, áreas com vegetação nativa e público visitante diversificado.

Esforços devem ser investidos para que os programas de educação ambiental sejam eficientes em fomentar mudança de conduta com relação ao uso dos recursos da Mata Atlântica. O ritmo e a escala da degradação do bioma requer a adoção de ações de impacto, que atraiam a curiosidade do público como um todo, transmitam conhecimento e acima de tudo promovam inspiração e motivação para atitudes menos predatórias em relação à biodiversidade.

É fundamental que haja estreita relação entre os programas de pesquisa dessas instituições e as atividades de educação e interpretação ambiental. A decodificação do conhecimento científico gerado sobre a Mata Atlântica, principais ameaças e importância dos remanescentes de vegetação, deve resultar em mensagens consistentes e de linguagem acessível para o público de diferentes faixas etárias. As atividades podem ser incrementadas por meio da articulação com as escolas locais e da participação em programas de popularização da ciência.

O intercâmbio com outras instituições é uma fonte de aprendizado sobre experiências bem-sucedidas, que podem ser replicadas pelos jardins botânicos com adaptações para as situações e necessidades locais. O projeto Jardim Botânico vai à Escola exemplifica uma iniciativa de sucesso conduzida em âmbito nacional por jardins botânicos brasileiros, que envolveu a elaboração de um conjunto de material didático, cursos de treinamento para professores e atividades práticas com alunos na escola e no jardim botânico. O resultado desse projeto pode ser exemplificado no projeto piloto, executado por 10 jardins botânicos, no período de 2004 a 2006, que registrou a atualização de 364 professores e 7.000 alunos, com avaliações positivas sobre o alcance de seus objetivos nas regiões em que foi implantado (Cerati 2011). O Projeto Éden, em Cornwall, Reino Unido, é uma excelente referência no que diz respeito à adoção de práticas modernas e criativas para promover, junto ao público, o entendimento da relação vital entre as pessoas e as plantas (www.edenproject.com/).

Outra maneira que os jardins botânicos têm ao seu alcance para estimular a consciência pública sobre a biodiversidade, conservação e uso sustentável dos recursos naturais é a promoção do ecoturismo. Esse segmento do turismo, por definição, busca utilizar o patrimônio natural e cultural de forma sustentável, incentivar sua conservação e formar uma consciência ambientalista por meio da interpretação do ambiente (MTur 2010). Os jardins botânicos como espaços de beleza cênica naturalmente atraem uma grande parcela de turistas e ao mesmo tempo contam com recursos especializados para encorajar a participação destes nos esforços de conservação das plantas.

A inclusão dos jardins botânicos nos roteiros de ecoturismo pode ser benéfica para ambas as partes (Morgan 1999). Por um lado, os jardins botânicos disponibilizam espaços e instalações que atendem aos princípios fundamentais desse segmento do turismo, e por outro têm a oportunidade de divulgar suas coleções e mensagens para um público mais amplo e ao mesmo tempo gerar um aumento de renda, que pode ser revertida para ações de conservação.

Grande parte dos jardins botânicos instalados no domínio da Mata Atlântica se localiza em zona urbana e alguns deles se destacam nas cidades como única opção de lazer com caráter educativo e informativo sobre a importância estratégica das plantas na vida das pessoas. Algumas dessas instituições recebem um elevado número de visitantes, entre moradores locais, turistas nacionais e estrangeiros. Em jardins botânicos de grandes centros urbanos, as taxas anuais de visitação podem variar entre 500 e 700 mil visitantes (RBJB 2000, Bruni 2002). Por outro lado, jardins botânicos de menor porte, que não fazem parte de roteiros de turismo de grande fluxo, recebem também uma visitação expressiva se considerada a relação entre o número de visitantes e a população da cidade onde estão localizados (Pinheiro *et al.* 2006).

As reservas dos jardins botânicos têm grande potencial para uso em roteiros de ecoturismo, desde que haja um planejamento que defina a capacidade de visitação da área e os locais apropriados para este fim. Essas áreas são importantes para a ampliação de ações de educação ambiental, que podem incluir a organização de trilhas devidamente interpretadas e outras atividades sob a orientação de monitores. Ao incorporar membros da comunidade do entorno nessas atividades, o jardim botânico, além de cumprir sua função social, estará ampliando o número de parceiros na difusão da importância da biodiversidade.

Considerando o alto impacto da indústria do turismo na Mata Atlântica, os jardins botânicos podem fornecer informações técnicas para incorporar nas atividades de turismo os princípios de conservação e uso sustentável da diversidade biológica. Nesse aspecto, estas instituições podem identificar áreas adequadas ou inadequadas para implantação de empreendimentos turísticos, do ponto de vista ecológico, e oferecer cursos de capacitação para guias turísticos, abordando aspectos biológicos e históricos da vegetação local.

Comunicação externa como meio de fortalecimento institucional

A localização dos jardins botânicos em centros urbanos possibilita uma aproximação mais estreita com várias instâncias do governo responsáveis pela formulação e implementação de políticas e programas que tratam do uso e conservação dos recursos naturais. A mobilização da classe política, de governantes e tomadores de decisão em prol da conservação é uma ação que não deve ser subestimada pelos jardins botânicos, estejam eles mais próximos ou mais distantes do centro do poder. Essa é uma habilidade que, se não existe, precisa ser desenvolvida e somada aos esforços técnicos e científicos destas instituições, a fim de se reverter o quadro de crise ambiental.

Os jardins botânicos devem investir em comunicação externa de modo a aumentar sua visibilidade para outras organizações públicas e privadas, reunindo evidências de seu papel como executores de compromissos firmados pelo governo em acordos internacionais, sobretudo aqueles oriundos da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB). É importante também garantir a participação em fóruns que influenciem as políticas ambientais, e com isto aplicar as experiências e o conhecimento gerado em ações que resultem em benefícios para a conservação.

Tornar evidente para os órgãos mantenedores o impacto positivo de atuação dos jardins botânicos deve ser uma estratégia constante para garantir apoio necessário para o seu fortalecimento institucional, visando ao aprimoramento da infraestrutura física, à capacitação da equipe e à estabilidade financeira para as ações de conservação a longo prazo. Por fim, a grande visibilidade do Brasil no exterior, em função da sua megadiversidade e de seu papel de liderança no cenário ambiental ao sediar duas grandes conferências mundiais (Rio 92 e Rio+20), pode auxiliar os jardins botânicos a obter apoio financeiro e tecnológico, por parte de organismos internacionais.

Uma estratégia para a estratégia

Alguns princípios são fundamentais para que estratégias de conservação possam gerar resultados mais efetivos. A elaboração de um planejamento, que estabeleça claramente objetivos, metas e ações prioritárias, é indispensável para nortear a atuação do jardim botânico no sentido de garantir o cumprimento de sua missão. Nesse escopo, é importante estabelecer projetos a longo prazo, tanto em termos de execução como de

financiamento, alimentados por subprojetos a médios prazos, de modo a evitar descontinuidade.

A identificação de parceiros potenciais e o estabelecimento de programas de cooperação também compõem o rol de medidas necessárias para a execução das ações multidisciplinares que integram uma estratégia de conservação. As alianças devem envolver não só o setor público, como o setor privado e a sociedade. Entre os diversos atores que podem ser envolvidos no processo destacam-se as universidades, institutos de pesquisas, órgãos ambientais, empresas agrícolas, institutos de florestas, comunidades locais e organizações não governamentais atuantes na Mata Atlântica.

Outra etapa-chave nesse processo é o monitoramento e a avaliação periódica das ações com vistas a identificar dificuldades, experiências e metodologias eficientes e a assegurar o aprimoramento dos resultados e melhor uso dos recursos. Além disso, a adoção de sistemas para gerenciar, disponibilizar e compartilhar dados e informações é um componente essencial para otimizar os esforços individuais e coletivos na prática da conservação de plantas.

Para sucesso das estratégias de conservação de plantas como ressaltado por Given (2002) e Maunder *et al.* (2004), é necessária a adoção pelos jardins botânicos de práticas apoiadas em ciência de boa qualidade e economicamente viáveis dos pontos de vista biológico e político.

Tabela 3: Proposta de ações para os jardins botânicos, estabelecidos na Mata Atlântica, que relaciona as diversas competências destas instituições, nas áreas de conservação, pesquisa, educação, promoção do uso sustentável da flora, ecoturismo e *lobby* político, com os principais problemas que afetam o bioma.

	Perda e fragmentação de habitats	Declínio de espécies	Uso dos recursos biológicos	Desenvolvimento urbano e comercial	Agricultura	Mudanças climáticas
C O N S E R V A Ç Ã O	<p>Manter reservas com remanescentes de vegetação</p> <p>Contribuir com a identificação de áreas para a formação de corredores ecológicos</p> <p>Integrar ações de conservação <i>in situ</i> e <i>ex situ</i></p> <p>Contribuir com a identificação de áreas prioritárias para conservação</p> <p>Contribuir com projetos de restauração e recuperação de áreas fragmentadas</p>	<p>Identificar estratégias de conservação viáveis para as espécies ameaçadas</p> <p>Identificar espécies prioritárias para conservação <i>ex situ</i></p> <p>Manter coleções <i>ex situ</i> com ênfase nas espécies ameaçadas</p> <p>Disponibilizar material vegetal viável para reintrodução de espécies</p> <p>Desenvolver técnicas de propagação e cultivo de espécies ameaçadas</p> <p>Contribuir com a elaboração e execução de planos de ação de espécies ameaçadas</p> <p>Conduzir estudos de variabilidade genética das coleções <i>ex situ</i></p> <p>Estabelecer parcerias com centros da Embrapa e outras instituições com tecnologias desenvolvidas para a conservação de recursos genéticos</p>	<p>Estabelecer pomares de sementes de espécies raras e ameaçadas em suas áreas de ocorrência de maneira a fomentar projetos de restauração ambiental</p>	<p>Indicar áreas apropriadas para a instalação de empreendimentos urbanos e industriais</p> <p>Indicar áreas verdes de relevância ambiental nos centros urbanos</p>	<p>Indicar áreas para implantação de lavouras e reflorestamentos</p> <p>Estabelecer parcerias com empresas e institutos de pesquisa agropecuária para desenvolvimento de técnicas de plantio consorciado</p>	<p>Investir na conservação de ambientes e espécies mais susceptíveis aos efeitos das mudanças climáticas</p>

Tabela 3 (cont.)

	Perda e fragmentação de habitats	Declínio de espécies	Uso dos recursos biológicos	Desenvolvimento urbano e comercial	Agricultura	Mudanças climáticas
P E S Q U I S A	Realizar levantamentos florísticos de remanescentes	Avaliar o risco de extinção das espécies	Identificar e estudar espécies de uso atual ou potencial	Contribuir com os estudos de impacto ambiental	Contribuir com a indicação de espécies para uso em projetos agroflorestais	Identificar áreas e espécies mais susceptíveis aos impactos do aquecimento global
	Indicar áreas para conservação	Contribuir com a elaboração e atualização das listas vermelhas	Desenvolver técnicas de propagação e cultivo das espécies de valor ornamental e comercial e de espécies ameaçadas	Contribuir com estudos sobre novos materiais para construções sustentáveis	Contribuir com órgãos de extensão rural	Estudar o efeito do clima no comportamento de espécies e na produção de frutos e sementes
	Contribuir com pesquisas e planos de manejo de UCs, bem como de áreas prioritárias para conservação	Realizar estudos sobre biologia reprodutiva, fenologia e estratégias de dispersão	Conduzir estudos de etnobotânica e de anatomia de madeira	Subsidiar estudos de energia alternativa utilizando matéria de origem vegetal		Avaliar o impacto do clima nas áreas protegidas
	Identificar as ameaças mais impactantes às populações e aos ecossistemas	Estabelecer protocolos de germinação e armazenamento de sementes e de cultivo in vitro	Contribuir com elaboração de estratégias consorciadas de extração de madeira e produtos não madeireiros			Elaborar análises de modelagem preditivas para distribuição de espécies
	Conduzir estudos de ecologia e genética de populações, de espécies raras e ameaçadas	Realizar estudos de variabilidade genética de populações remanescentes de espécies com alto grau de ameaça	Fornecer subsídios para a busca de produtos vegetais alternativos para artesanato e indústria informal/familiar de forma a aliviar a pressão sobre o extrativismo			
	Gerar subsídios técnicos para projetos de restauração de áreas degradadas	Identificar centros de riqueza e endemismos de espécies				
	Gerar conhecimentos para estudos de valoração dos serviços ambientais	Avaliar as tendências de ameaças às espécies Executar projetos de reintrodução de espécies				

Tabela 3 (cont.)

	Perda e fragmentação de habitats	Declínio de espécies	Uso dos recursos biológicos	Desenvolvimento urbano e comercial	Agricultura	Mudanças climáticas
E D U C A Ç Ã O	<p>Difundir a importância da conservação dos remanescentes e os impactos negativos da degradação do bioma</p> <p>Contribuir com a formação de agentes multiplicadores das mensagens relativas à conservação das plantas</p> <p>Participar de programas de popularização da ciência</p> <p>Contribuir para a incorporação do tema conservação da biodiversidade nos programas formais e informais de educação</p> <p>Envolver a comunidade em programas de combate às espécies invasoras ou com potencial de invasibilidade nos ecossistemas</p>	<p>Difundir mensagens sobre: importância das plantas; medidas que possam evitar a perda da diversidade de plantas; efeitos da extinção das espécies</p> <p>Divulgar a importância da conservação dos vários níveis da organização biológica (genes, espécies, populações, comunidades, ecossistemas e processos ecológicos)</p> <p>Contribuir com capacitação dos agentes fiscalizadores do tráfico de plantas silvestres</p> <p>Interpretar informações sobre as plantas ameaçadas em exibição no JB de maneira a obter aliados para sua conservação local</p> <p>Adotar o uso de espécies-símbolo nas ações de sensibilização da população para a conservação</p>	<p>Difundir mensagens sobre o efeito negativo da exploração desordenada das plantas e do corte de madeira</p> <p>Difundir técnicas apropriadas para a coleta de material vegetal</p> <p>Difundir técnicas visando ao uso sustentável dos recursos vegetais</p> <p>Contribuir com a valorização da cultura local</p> <p>Mostrar alternativas de uso dos recursos vegetais de maneira a aliviar a pressão sobre a exploração dos recursos vegetais mais escassos</p> <p>Exibir nos JBs cultivares silvestres de plantas, devidamente interpretados</p>	<p>Chamar a atenção para o impacto de empreendimentos em áreas de importância ecológica</p>	<p>Divulgar o efeito do reflorestamento com espécies exóticas</p> <p>Divulgar e esclarecer as questões relacionadas aos organismos geneticamente modificados (OGMs)</p> <p>Incluir a compostagem no circuito educacional do JB</p> <p>Divulgar os ciclos de decomposição da matéria orgânica e formação do solo</p>	<p>Divulgar mensagens sobre o efeito das ações antrópicas no clima</p> <p>Promover mudança de conduta de maneira a amenizar os efeitos do clima no ambiente</p> <p>Mostrar e interpretar de maneira lúdica os ciclos de economia de água</p>

Tabela 3 (cont.)

	Perda e fragmentação de habitats	Declínio de espécies	Uso dos recursos biológicos	Desenvolvimento urbano e comercial	Agricultura	Mudanças climáticas
U S O S U S T E N T Á V E L	Envolver a comunidade local nos programas de uso sustentável dos recursos	Estudar e difundir o conhecimento tradicional sobre uso das plantas Formar coleções etnobotânicas de plantas úteis ou de artefatos Estabelecer ações para o uso racional das espécies raras e ameaçadas nas atividades de colecionadores, produtores e comerciantes de plantas ornamentais, sociedade civil e empresas	Contribuir com estudos de formas alternativas de desenvolvimento e manejo sustentável dos recursos Transformar o lixo orgânico em composto para produção de mudas no JB	Fornecer informações técnicas que contribuam para a implantação e manejo de áreas verdes	Estudar plantas de potencial alimentício e medicinal Contribuir com os estudos sobre tecnologias de baixo custo de exploração e produção de espécies de uso atual ou potencial	Ajustar as operações rotineiras da instituição de forma a reduzir o impacto no aquecimento global
E C O T U R I S M O	Implantar programas de ecoturismo em suas reservas de vegetação natural Indicar áreas onde o turismo deve ser evitado Contribuir com a elaboração de programas de turismo com baixo impacto em áreas de remanescentes importantes	Elaborar material educativo dirigido a turistas com mensagens sobre conservação Treinar guias de turismo Capacitar comunidades locais para orientar o turismo na região	Difundir por meio dos programas de ecoturismo técnicas tradicionais de uso de recursos adotadas na região	Fornecer subsídios técnicos para programas de turismo sustentável Contribuir com a análise de impacto do turismo no ambiente	Contribuir com a difusão de práticas bem sucedidas da agricultura familiar	Chamar atenção para a influência da ação antrópica nas alterações climáticas e o impacto dessas na vegetação

Tabela 3 (cont.)

	Perda e fragmentação de habitats	Declínio de espécies	Uso dos recursos biológicos	Desenvolvimento urbano e comercial	Agricultura	Mudanças climáticas
L O B B Y P O L Í T I C O	<p>Sensibilizar os tomadores de decisão para a necessidade de investimentos em conservação</p> <p>Negociar a utilização de recursos de compensação ambiental em projetos de conservação</p> <p>Estimular mecanismos de cobrança por serviços ambientais</p> <p>Fornecer subsídios técnicos para a aplicação do ‘termo de compromisso de ajustamento de conduta’ no que se refere à recuperação de áreas degradadas</p> <p>Mostrar a necessidade de investimentos a longo prazo para projetos de conservação</p>	<p>Influenciar políticas públicas ambientais</p> <p>Contribuir com o <i>lobby</i> para proteção de centros de endemismo de espécies</p> <p>Chamar atenção para os benefícios econômicos da conservação dos recursos naturais</p>	<p>Influenciar a liberação de incentivos fiscais para iniciativas de exploração sustentável dos recursos vegetais</p> <p>Fornecer subsídios para contribuir com o planejamento regional de uso do solo</p>	<p>Fornecer subsídios técnicos para evitar a implantação de assentamentos urbanos e complexos turísticos em áreas de importância ecológica</p> <p>Contribuir com análises de licenciamento de implantação de empreendimentos turísticos</p>	<p>Fornecer subsídios técnicos para o planejamento de culturas agrícolas</p> <p>Fornecer subsídios técnicos que orientem programas de financiamento de uso do solo</p>	<p>Disponibilizar informações técnicas para melhor aplicação dos subsídios financeiros do governo para projetos de reflorestamento</p>

Conclusão

A estratégia aqui proposta visa a orientar os jardins botânicos para que estes potencializem suas diversas competências em favor da conservação da Mata Atlântica. Este modelo pode servir como referência para a elaboração de estratégias para os demais biomas que considerem suas peculiaridades biológicas e as ameaças que estão impactando as espécies e os ambientes.

A proposta não tem a intenção de esgotar todas as possibilidades de atuação, nem de indicar ações específicas para determinados ambientes ou regiões, mas sim de elencar, de forma abrangente, aquelas consideradas importantes e ao alcance dos jardins botânicos. Tendo em vista a diversidade de ambientes e fatores socioeconômicos que caracterizam o bioma da Mata Atlântica, cabe a cada jardim botânico identificar as iniciativas possíveis de serem implementadas de acordo com a capacidade institucional e as particularidades da região. Em certas situações não será possível atacar diretamente as causas da perda da diversidade, mas os jardins botânicos podem usar o conhecimento técnico e científico para influenciar as políticas ambientais e a promoção de práticas conservacionistas para salvaguardar a biodiversidade do bioma.

Este documento serve como incentivo para os jardins botânicos implantarem ações práticas, com uma abordagem multidisciplinar, para lidar com os desafios e contribuir com o uso sustentável e conservação de um bioma que abriga uma diversidade biológica de importância global. Doses de inovação, criatividade e ousadia podem auxiliar cada jardim botânico que abraçar a estratégia a obter avanços mais expressivos no desafio de conter a perda de espécies e conquistar um ambiente ecologicamente saudável.

Referências bibliográficas

- Abreu, R. & Rodrigues, P.P. 2010. Exotic tree *Artocarpus heterophyllus* (Moraceae) invades the Brazilian Atlantic Rainforest. *Rodriguésia* 61: 677- 688.
- Aguiar, P.A.; Chiarello, A.G.; Mendes, S.L. & Matos, E.N. 2003. The Central and Serra do Mar Corridors in the Brazilian Atlantic Forest. *In*: Galindo-Leal, C. & Câmara, I.G. (Eds.). *The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook*. Washington: CABS and Island Press. Pp. 118-132.
- Aplin, D. 2008. How useful are botanic gardens for conservation? *Plantsman* 7(3): 190-193.

- Barbosa, L.M. (Coord.). 2011. Anais do VI Simpósio de Restauração Ecológica: desafios atuais e futuros. São Paulo: Instituto de Botânica. SMA. 344 p.
- BGCI, Botanic Gardens Conservation International. 2012. International Agenda for Botanic Gardens in Conservation. Richmond: Botanic Gardens Conservation International. 48p.
- Brasil, 1992. Portaria Ibama n. 37-N, de 03 de abril de 1992. Reconhece como lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção a relação que apresenta.
- Brasil, 2006. Lei Federal n. 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Lei da Mata Atlântica dispõe sobre a conservação, a proteção, a regeneração e a utilização da Mata Atlântica.
- Brasil, 2008. Instrução Normativa n. 6 de 23 de setembro de 2008. Diário Oficial da União de 24 de setembro de 2008, n. 185, Seção 1, p. 75-83.
- Brazil, Ministry of the Environment. 2010. Fourth National Report to the Convention on Biological Diversity: Brazil. Office of the National Program for Biodiversity Conservation. Brasília: DCBio. 286p.
- Bruni, S. 2002. O Jardim Botânico do Rio de Janeiro e a cidade. *In*: Rede Brasileira de Jardins Botânicos. Anais da XI Reunião de Jardins Botânicos Brasileiros. Rio de Janeiro: EMC. Pp. 27-31.
- Buckeridge, M.S.; Aidar, M.P.M.; Martinez, C.A. & Silva, E.A. 2008. Respostas das plantas às mudanças globais. *In*: Buckeridge, M.S. (Org.). Biologia e Mudanças Climáticas no Brasil. São Carlos: Rima Editora. Pp. 77-91.
- Caballero, N.J. (Ed.). 2013. Jardines Botânicos: contribución a la conservación vegetal de México. México: Comisión Nacional para la Conservación y Uso de la Biodiversidad. 183p.
- Câmara, I.G., 2003. Brief history of conservation in the Atlantic Forest. *In*: Galindo-Leal, C. & Câmara, I.G. (Eds.). The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook. Washington: CABS and Island Press. Pp. 31-42.
- Cerati, T. 2011. O Jardim Botânico Vai à Escola: a experiência dos jardins botânicos brasileiros. São Paulo: Instituto de Botânica. 156 p.
- CNUC, Cadastro Nacional de Unidades de Conservação, 2012. Disponível em: www.mma.gov.br/cadastro_uc. Acesso em 12 Dez 2012.
- Conservation International do Brasil, Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, Instituto de Pesquisas Ecológicas, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, Semad/Instituto Estadual de Florestas-MG. 2000. Avaliação e

- ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Floresta Atlântica e Campos Sulinos. Brasília: MMA/SBF. 40 p.
- Costa, M.L.M.N.; Avancini, R. & Peixoto, A.L. inédito-a, Capítulo 2 dessa tese. Contribution of Brazilian botanic gardens to *in situ* conservation of threatened species.
- Costa, M.L.M.N.; Maunder, M; Pereira, T.S.. & Peixoto, A.L. inédito-b, Capítulo 1 dessa tese. Brazilian botanical gardens: scenarios and perspectives on delivering the conservation of threatened species.
- Dean, W.B. 1995. With Broadax and Firebrand: the destruction of the Brazilian Atlantic forest. Berkeley, California: University of California Press. 482 p.
- Engelmann, F. 2004. Plant cryopreservation: progress and prospects. *In Vitro Cellular & Developmental Biology - Animal* 40: 427-433.
- Fernandes, F.M.; Fonseca, A.G.; Kaechele, K; Goulart, M.F.; Marinho, W.; Souza, H.A.V.; Queiroz, A.R.; Giorni, V.; Oliveira, G.; Rodrigues, M.J.; Bacelar, M. & Lovato, M.B. 2007. Tentando evitar mais uma extinção: o caso do ‘faveiro de Wilson’ (*Dimorphandra wilsonii* Rizzini). *In: Pereira, T.S.; Costa, M.L.M. N. & Wyse Jackson, P. (Orgs.). Recuperando o Verde para as Cidades: a experiência dos jardins botânicos brasileiros.* Rio de Janeiro: Rede Brasileira de Jardins Botânicos; Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro; BGCI. Pp. 87-98.
- Fior, C.S.; Rodrigues, L.R.; Leonhardt, C. & Schawrz, S.F. 2011. Superação de dormência em sementes de *Butia capitata*. *Ciência Rural* 41: 1150-1153.
- Fonseca-Kruel, V.S. & Pereira, T.S. 2009. A Etnobotânica e os Jardins Botânicos. Recife: Nupeea. Sociedade Brasileira de Etnobiologia e Etnoecologia. Série Estudos e Debates, vol 7. 88 p.
- Forzza, R.C.; Baumgratz, J.F.; Bicudo, C.E.M.; Canhos D.A.L.; Carvalho Jr., A.A.; Coelho, M.A.N.; Costa, A.F.; Costa, D.P.; Hopkins, M.G.; Leitman, P.M.; Lohmann, L.G.; Lughadha, E.N.; Maia, L.C.; Martinelli, G.; Menezes, M.; Morim, M.P.; Peixoto, A.L.; Pirani, J.R.; Prado, J.; Queiroz, L.P.; Souza, S.; Souza, V.C.; Stehmann, J.R.; Sylvestre, L.S.; Walter, B.M.T. & Zappi D.C. 2012. New Brazilian Floristic List Highlights Conservation Challenges. *BioScience* 62: 39-45.
- Fraga, C.N.; Fontana A.P.; Saggi, E.M.; San Martin-Gajardo, I.C.; Simonelli, M.; Bocayuva, M.F.; Constantino, P.A.L.; Borges R.A.X.; Machado, S.L.; Murrieta, R.; Monnerat, M. & Paes, J.E. 2009. Plano de Ação das orquídeas em risco de extinção. Relatório Final. Instituto de Pesquisas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo A. M. de Mello – Cenpes/Petrobras. 522 p.

- Galindo-Leal, C. & Câmara, I.G. 2003. Atlantic Forest hotspot status: an overview. *In*: Galindo-Leal, C. & Câmara, I.G. (Eds.). The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook. Washington: CABS and Island Press. Pp. 3-11.
- Galindo-Leal, C.; Câmara, I.G. & Benson, P.J. 2003a. Outlook for the Atlantic Forest. *In*: Galindo-Leal, C. & Câmara, I.G. (Eds.). The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook. Washington: CABS and Island Press. Pp. 461-466.
- Galindo-Leal, C.; Jacobsen, T.R.; Langhammer, P. & Olivieri, S. 2003b. State of the hotspots: the dynamics of biodiversity loss. *In*: Galindo-Leal, C. & Câmara, I.G. (Eds.). The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook. Washington: CABS and Island Press. Pp. 12-26.
- Given, D. 2002. Global and local action for plant diversity. *In*: Maunder, M.; Clubbe, C.; Hankamer, C. & Groves, M. Plant Conservation in the Tropics: perspectives and practice. Kew: Royal Botanic Gardens, Kew. Pp. 1-10.
- Hirota, M.M. 2003. Monitoring the Brazilian Atlantic Forest cover. *In*: Galindo-Leal, C. & Câmara, I.G. (Eds.). The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook. Washington: CABS and Island Press. Pp. 60-65.
- Hmeljevski, K.V.; Reis, A.; Montagna, T. & Reis, M.S. 2011. Genetic diversity, genetic drift and mixed mating system in small subpopulations of *Dyckia ibiramensis*, a rare endemic bromeliad from Southern Brazil. *Conservation Genetics* 12:761-769.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2012. Manual Técnico da Vegetação Brasileira: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos. 2^a ed. Rio de Janeiro: IBGE. 275 p.
- ICMBio, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2012. Portaria n. 22, de 17 de fevereiro de 2012. Aprova o Plano de Ação Nacional para a Conservação das Eriocaulaceae do Brasil.
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007. Climate Change 2007: synthesis report. Adopted at IPCC Plenary XXVII - Valencia, Spain, 12-17 Nov. 2007.
- IUCN, International Union for Conservation of Nature. 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.1. Disponível em: www.iucnredlist.org. Acesso em 30 Oct 2013.

- JBRJ, Fauna e Flora Internacional, Global Tress Campaign & Fundação Botânica Margareth Mee. Inédito. Produção de um plano de conservação para o pau-brasil, *Caesalpinia echinata*, no estado do Rio de Janeiro. Relatório final.
- Leonhardt, C.; Calil, A.C.; Pereira, C.M. & Fior, C.S. 2011. Comportamento germinativo de sementes de *Sorocea bonplandii* (Baill.) W.C. Burger, Lanjouw & Boer – Moraceae. *Iheringia* 66: 133- 138.
- Lewinsohn, T.M. 2005. Avaliação do estado do conhecimento da biodiversidade brasileira. Ministério do Meio Ambiente. Série Biodiversidade 15, vol. I. 269p.
- Martinelli, G. & Moraes, M. A. (Eds.). 2013. Livro Vermelho da Flora Brasileira. Rio de Janeiro: Andrea Jakobson Estúdio; Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 1100p.
- Martinelli, G.; Vieira, C.M.; Gonzalez, M.; Leitman, P.; Piratininga, A.; Costa, A.F. & Forzza, R.C. 2008. Bromeliaceae da Mata Atlântica brasileira: lista de espécies, distribuição e conservação. *Rodriguésia* 59: 209-258.
- Martins, L.S.T.; Pereira, T.S.; Carvalho, A.S.R.; Barros, C.F. & Andrade, A.C.S. 2012. Seed germination of *Pilosocereus arrabidaei* (Cactaceae) from a semiarid region of south-east Brazil. *Plant Species Biology* 27:191-200.
- Maschinski, J. & Haskins, K.E. (Eds.). 2012. Plant Reintroduction in a Changing Climate: promises and perils. Washington: Center for Plant Conservation, Island Press.
- Maunder, M.; Havens, K.; Guerrant Jr., E.O. & Falk, D.A. 2004. *Ex situ* methods: a vital but underused set of conservation resources. *In*: Guerrant Jr., E.O., Havens, K. & Maunder, M. (Eds.). *Ex situ* Plant Conservation: supporting species survival in the wild. Washington: Island Press. Pp. 3-20.
- Mello-Filho, L.E.; Somner, G.V. & Peixoto, A.L. 1992. Centuria Plantarum Brasiliensium Exstinctionis Minitata. Rio de Janeiro: Sociedade Botânica do Brasil. 167p.
- Menezes, P.C. 2008. O papel do Jardim Botânico na luta pela conservação ambiental no Brasil. *In*: Padilla, R.; Soares, N.P. (Coord.). Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 1808-2008. Rio de Janeiro: Artepávilla. Pp. 101- 127.
- Minas Gerais, 2004. Decreto n. 43.904-de 26 de outubro de 2004. Declara imune de corte e exploração no Estado de Minas Gerais a leguminosa arbórea conhecida como faveiro de Wilson. Belo Horizonte. Disponível em: <http://www.almg.gov.br/consulte>. Acesso em 12 Ago 2013.
- MMA, Ministério do Meio Ambiente. 2007a. Áreas prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira: Atualização –

- Portaria MMA n. 09, de 23 de janeiro de 2007. Brasília: MMA - Secretaria Nacional de Biodiversidade e Florestas. Série Biodiversidade, 31.
- MMA, Ministério do Meio Ambiente. 2007b. Mapa de Cobertura Vegetal dos Biomas Brasileiros. Disponível em: www.mma.gov.br/portallbio. Acesso em 12 Jul 2013.
- Moraes, L.F. D.; Assumpção, J.M.; Pereira, T.S. & Luchiari, C. 2013. Manual Técnico para Restauração de Áreas Degradadas no Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 84 p.
- Morellato, L.P.C. & Haddad, C.F.B. 2000. Introduction: the Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica* 32: 786-792.
- Morgan, D. 1999. Ecotourism: fad or future for tourism? *Roots*, 18.
- MTur, Ministério do Turismo. 2010. Ecoturismo: orientações básicas. Ministério do Turismo, Secretaria Nacional de Políticas de Turismo, Departamento de Estruturação, Articulação e Ordenamento Turístico, Coordenação Geral de Segmentação. 2^a ed. Brasília: Ministério do Turismo. 94 p.
- Muniz, C. A. 2002. Armação de Búzios: a relação entre uma cidade e o Jardim Botânico do Rio de Janeiro. *In: Rede Brasileira de Jardins Botânicos. Anais da XI Reunião de Jardins Botânicos Brasileiros*. Rio de Janeiro: EMC. Pp. 45-48.
- Myers, N.; Mittermeier, R.A.; Mittermeier, C.G.; Fonseca, G.A.B. & Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Namoff, S.; Husby, C.E.; Francisco-Ortega, J.; Noblick, L.R.; Lewis, C.E. & Griffith, M.P. 2010. How well does a botanical garden collection of a rare palm capture the genetic variation in a wild population? *Biological Conservation* 143: 1.110-1.117.
- Nogueira, A.C. 2002. Coleta, manejo, armazenamento e dormência de sementes. *In: Galvão, A.P.M. & Medeiros A.C. de S. (Orgs.). A Restauração da Mata Atlântica em Áreas de sua Primitiva Ocorrência Natural*. Colombo: Embrapa Florestas. Pp. 45-52.
- Nogueira, A.C. & Medeiros, A.C. de S. 2007. Coleta de sementes florestais nativas. Circular Técnica n. 144. Colombo: Embrapa Florestas. 11 p.
- Offord, C.A. & Meagher, P.F. (Eds.). 2009. Plant germplasm conservation in Australia: strategies and guidelines for developing, managing and utilizing *ex situ* collections. Canberra: Australian Network for Plant Conservation Inc. 191p.
- Oliveira, V.B. 2010. RPPN e biodiversidade: o papel das reservas particulares na proteção da biodiversidade da Mata Atlântica. Belo Horizonte; São Paulo; Curitiba:

- Conservação Internacional; Fundação SOS Mata Atlântica; The Nature Conservancy. 48p.
- Paglia, A.P.; Da Fonseca, G.A.B.; Silva & J.M.C. 2008. A fauna brasileira ameaçada de extinção: síntese taxonômica e geográfica. *In*: Machado, A.B.M.; Drummond, G.M. & Paglia, A.P. (Orgs.). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Vol. I. Brasília; Belo Horizonte: MMA; Fundação Biodiversitas. Pp. 63-70. (Biodiversidade, 19)
- Peixoto, A.L. (Org.). 2003. Coleções Biológicas de Apoio ao Inventário, Uso Sustentável e Conservação da Biodiversidade. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico. 238p.
- Pereira, A.R.; Andrade, A.C.S.; Pereira, T.S.; Forzza, R.C & Rodrigues, A.S. 2010. Morphological aspects of seed, germination and storage of *Pitcairnia albiflos* (Bromeliaceae). *Seed Science and Technology* 38: 79-87.
- Pereira, T.S. & Costa, M.L.M.N. 2010. Os jardins botânicos brasileiros: desafios e potencialidades. *Ciência & Cultura* 62: 23-25.
- Pereira, T.S.; Costa, M.L.M.N. & Wyse Jackson, P. (Eds.). 2004. Plano de Ação para os Jardins Botânicos Brasileiros. Rio de Janeiro: Rede Brasileira de Jardins Botânicos.
- PBMC, Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. 2012. Sumário Executivo do Volume 1 – Base Científica das Mudanças Climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 para o 1º Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Volume especial para a Rio+20. Rio de Janeiro: PBMC. 34 p.
- PBMC, Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. 2013. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Sumário Executivo GT1. Rio de Janeiro: PBMC. 24 p.
- Pimm, S.L. 2009. Climate disruption and biodiversity. *Current Biology* 19: 595-601.
- Pinheiro, M.H.O.; Neto, L.C.A. & Monteiro, R. 2006. Urban areas and isolated remnants of natural habitats: an action proposal for botanical gardens. *Biodiversity and Conservation* 15: 2747-2764.
- Pinto, L.P. & Brito, M.C.W.B. 2003. Dynamics of biodiversity loss in the Brazilian Atlantic Forest: an introduction. *In*: Galindo-Leal, C. & Câmara, I.G. (Eds.). The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook. Washington: CABS and Island Press. Pp. 27-30.

- RBBJ, Rede Brasileira de Jardins Botânicos. 2000. Diretório dos jardins botânicos do Brasil. Rio de Janeiro: Expressão e Cultura, Rede Brasileira de Jardins Botânicos. 80p.
- Reaser, J.K.; Galindo-Leal, C. & Ziller, S. 2003. Unwanted guests: the invasion of nonnative species. *In*: Galindo-Leal, C. & Câmara, I.G. (Eds.). The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook. Washington: CABS and Island Press. Pp. 392-405.
- Reis, M.S.; Fantini, A.C.; Nodari, O.; Reis, A. Guerra, M.P. & Mantovani, A. 2000. Management and conservation of natural populations in Atlantic Rain Forest: the case study of palm heart (*Euterpe edulis* Martius). *Biotropica* 32: 894-902.
- Ribeiro, M.C.; Metzger, J.P.; Martensen, A.C.; Ponzoni, F.J. & Hirota, M.M. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation* 142: 1141-1153.
- Roberts, E.H. 1973. Predicting the storage life of seeds. *Seed Science and Technology* 1: 499-514.
- Rocha, Y.T. 2011. Distribuição geográfica e época de florescimento do pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam., Leguminosae). *Revista do Departamento de Geografia* 20: 23-36.
- Rodrigues, R.R.; Brancalion, P.H.S. & Isernhagen, I. (Orgs.). 2009. Pacto pela Restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: LERF/ ESALQ, Instituto BioAtlântica. 256p.
- Salafsky, N.; Salzer, D.; Stattersfield, A. J.; Hilton-Taylor, C.; Neugarten, R.; Butchart, S. H. M.; Collen, B.; Cox, N.; Master, L.L.; O'Connor, S. & Wilkie, D. 2008. A Standard lexicon for biodiversity conservation: unified classifications of threats and actions. *Conservation Biology* 22: 897-911.
- Santos, I.R.I; Salomão, A.N.; Vargas, D.P.; Silva, D.P.C.; Nogueira, G.F.; Carvalho, M.A.F & Paiva, R. 2013. Situación actual y perspectivas de la investigación en crioconservación de recursos fitogenéticos en Brasil. *In*: Gonzalez-Arno, M.T. & Engelmann, F. (Eds.). Crioconservación de Plantas en América Latina y el Caribe. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Pp. 75-92.
- SCBD, Secretariat of the Convention on Biological Diversity 2010. Montréal: Global Biodiversity Outlook 3. 94 p.

- Schaffer, W.B.; Rosa, M.R.; Aquino, L.C.S. & Medeiros, J. de D. 2011. Áreas de preservação permanente e unidades de conservação & áreas de risco: o que uma coisa tem a ver com a outra? Relatório de Inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na Região Serrana do Rio de Janeiro. Brasília: MMA. 96p.
- SOS & INPE, 2009. Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, 2005-2008. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica & Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Relatório técnico.
- SOS & INPE, 2013. Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, 2011-2012. São Paulo. Fundação SOS Mata Atlântica & Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Relatório técnico. 61p.
- Stehmann, J.R.; Forzza, R.C.; Salino, A.; Sobral, M.; Costa, D.P. & Kamino, L.H.Y. (Eds.). 2009. Plantas da Floresta Atlântica. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 516p.
- Suelma, R.S.; Zappi, D.; Taylor, N. & Machado, M. (Orgs.). 2011. Plano de Ação Nacional para a Conservação das Cactáceas. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Icmbio. 112 p. Série Espécies Ameaçadas 24.
- Suzuki, R.M.; Almeida, V.; Pescador, R. & Ferreira, W.M. 2010. Germinação e crescimento *in vitro* de *Cattleya bicolor* Lindley (Orchidaceae). Hoehnea 37: 731-742.
- Suzuki, R.M.; Moreira, V.C.; Nakabashi, M. & Ferreira, W.M. 2009. Estudo da germinação e crescimento *in vitro* de *Hadrolaelia tenebrosa* (Rolfe) Chiron & V.P. Castro (Orchidaceae), uma espécie da flora brasileira ameaçada de extinção. Hoehnea 36: 657-666.
- Tabarelli, M.; Pinto, L.P.; Silva, J.M.C. & Costa, C.M.R. 2003. Endangered species and conservation planning. *In*: Galindo-Leal, C. & Câmara, I.G. (Eds.). The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook. Washington: CABS and Island Press. Pp. 86-94.
- Thomas, C.D.; Cameron, A.; Green, R.E.; Bakkenes, M.; Beaumont, L.J.; Collingham, Y.C.; Erasmus, B.F.N.; Siqueira, M.F.; Grainger, A.; Hannah, L.; Hughes, L.; Huntley, B.; van Jaarsveld, A.S.; Midgley, G.F.; Miles, L.; Ortega-Huerta, M.A.; Peterson, T.; Phillips, O.L.P. & Williams, S.E. 2004. Extinction risk from climate change. *Nature* 427:145-148.
- Young, C.E.F. 2003. Socioeconomic causes of deforestation in the Atlantic Forest of Brazil. *In*: Galindo-Leal, C. & Câmara, I.G. (Eds.). The Atlantic Forest of South

- America: biodiversity status, threats, and outlook. Washington: CABS and Island Press. Pp. 103-117.
- Walters, C.; Berjak, P.; Pammenter, N. ; Kennedy, K. & Raven, P. 2013. Preservation of recalcitrant seeds. *Science* 339: 915-916.
- Wyse Jackson, P. & Sutherland, L. 2000. International Agenda for Botanic Gardens in Conservation. Botanic Gardens Conservation International, UK. 56p.
- Wyse Jackson, P. & Sutherland, L. 2013. Role of botanic gardens. *In*: Levin S.A. (Ed.). *Encyclopedia of Biodiversity*. Waltham, MA: Academic Press. Second edition, vol. 6, Pp. 504-521.
- Ziller, S.R. 2001. Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica. *Ciência Hoje* 30: 77-79.

Conclusões gerais

Este estudo mostrou que os jardins botânicos brasileiros devem rever a prática da conservação de espécies ameaçadas. As estratégias para tal devem ser direcionadas para reduzir as taxas de extinção de plantas e apoiar a sobrevivência das espécies em seus habitats. Esse objetivo deve guiar as diversas funções de cada instituição.

Os resultados mostram pontos críticos que devem ser enfrentados para melhorar o desempenho destas instituições no que se refere à conservação *ex situ*, tais como, carência de políticas de coleções, protocolos e planos de manejo, documentos fundamentais para garantir o alinhamento das coleções vivas com a missão institucional e com os objetivos para os quais foram criadas; baixo número de espécies ameaçadas nas coleções; baixa representatividade de exemplares por espécies, sugerindo baixos níveis de amostragem genética e uso limitado das coleções para fins de estudo, reintrodução, restauração e educação.

As coleções devem ser mais comprometidas com os propósitos de conservação. A constituição e gestão das coleções devem seguir padrões criteriosos de modo a garantir a realização destes objetivos. As coleções com propósitos de conservação devem privilegiar a variabilidade genética dos exemplares de espécies definidas como prioritárias, seguindo tendência observada em instituições similares de outros países. Recomenda-se o estabelecimento de protocolos de cultivo e propagação de espécies prioritárias, como aquelas raras e ameaçadas. As prioridades devem ser estabelecidas de acordo com as características biológicas das espécies e os recursos e instalações disponíveis. Ao mesmo tempo é necessário investir em pesquisas relacionadas ao armazenamento de sementes, bem como em técnicas alternativas de conservação *ex situ*.

Sugerimos a formação uma coleção nacional com o objetivo de contribuir com a conservação da flora nativa. Essa coleção seria mantida por instituições com capacidade demonstrada para atender padrões que garantam, entre outros, um manejo adequado para manutenção da viabilidade do material, documentação e identificação taxonômica.

Argumentamos que o papel tradicional dos jardins botânicos, centrado na manutenção de coleções *ex situ*, não é suficiente para atender às demandas de conservação do país, caracterizado pela alta diversidade florística, pela grande proporção de espécies endêmicas e por um número crescente de espécies classificadas como ameaçadas de

extinção. Os jardins botânicos devem avaliar o potencial de suas atribuições contemporâneas para apoiar a conservação, adotando estratégias complementares de conservação *ex situ* e *in situ*. A contribuição para a conservação *in situ* pode ser fortalecida com o aproveitamento do potencial das áreas de reservas naturais como campo de pesquisas sobre o comportamento das plantas em seus habitats e como espaço para ações de difusão e educação. Os jardins botânicos podem também desempenhar importante papel contribuindo com a identificação de áreas importantes para conservação.

Os jardins botânicos irão precisar de equipes com diversas habilidades para a realização de estudos multidisciplinares, especialmente aqueles referentes à restauração de habitats e reintrodução de espécies. Isto implica também em fortalecer as parcerias com outras instituições. Os jardins botânicos terão de ser ousados para advogar em nome da conservação e devem usar mensagens de impacto para sensibilizar o público e os tomadores de decisão. A visita aos jardins botânicos, além de ser um programa de lazer agradável deve agregar conhecimento e inspirar uma mudança de comportamento quanto ao uso dos recursos naturais.

A estratégia, para o grupo de jardins botânicos estabelecidos no domínio na Mata Atlântica, com propostas de ações em uma abordagem multidisciplinar para estas instituições lidarem com os desafios e contribuírem com o uso sustentável e conservação das espécies de um dos *hotspots* mundiais. Este modelo pode servir como referência para a elaboração de estratégias para os demais biomas que considerem suas peculiaridades biológicas e as ameaças que estão impactando as espécies e os ambientes.

Atualmente existem poucos jardins botânicos, se consideramos a extensão territorial do país, e alguns ainda estão em fase de implantação ou carecem de investimentos, instalações e recursos humanos adequados que assegurem ações concretas para a conservação. Apesar das dificuldades enfrentadas, os jardins botânicos brasileiros buscam seguir as normativas nacionais e acordos internacionais para participar do esforço global de conservação da biodiversidade. O cumprimento de metas oriundas destes acordos requer uma atuação coletiva destas instituições, bem como dos demais órgãos governamentais e não governamentais, e um esforço para estreitar a lacuna entre o discurso teórico e a prática. A organização dos jardins botânicos em rede auxilia a integração e o estabelecimento de ações coordenadas em nível nacional, que devem envolver as parcerias com outros institutos de pesquisas, universidades e instituições que trabalham com conservação.

No entanto, cabe a cada um deles rever seu planejamento, estabelecer prioridades em consonância com sua missão e estabelecer instrumentos de acompanhamento e avaliação de suas ações, de modo a poder avançar no desafio de deter a perda de diversidade de plantas e firmar sua importância do ponto de vista ecológico, cultural, econômico e social.

Questionário para Pesquisa de Tese

Conservação *ex situ* em jardins botânicos

Maria Lúcia Nova da Costa

Jardim Botânico de Rio de Janeiro

Email: mcosta@jbrj.gov.br

Tel: 21.3204 2087

Nome do Jardim Botânico:

Sigla:

Ano de criação:

Missão do JB:

Dados do dirigente do JB

Nome:

Email:

Telefone:

Dados dos responsáveis pelo preenchimento do questionário

Nome:

Nome:

Cargo:

Cargo:

Email:

Email:

Telefone:

Telefone:

I - Dados sobre a área do JB

1. Informe o tamanho da área total do JB em hectares (incluindo área cultivada, edificada e área de vegetação natural, caso exista):
2. Informe o tamanho da área destinada às coleções vivas em hectares (arboreto, canteiros, estufas e etc.):

II - Dados sobre as áreas de vegetação natural

3. O Jardim Botânico possui área de reserva com vegetação natural?
() sim () não
(*caso o JB não possua reserva de vegetação natural passe para a questão de nº12*)
4. Quanto à sua localização, a reserva de vegetação natural:
() está situada dentro dos limites da área do JB
() está situada em localidade distinta da área do JB
(*é possível assinalar a duas opções caso o JB tenha mais de uma reserva*)
Obs:
5. Informe o tamanho da(s) área(s) de reserva com vegetação natural em hectares.
Área situada dentro dos limites do JB: ha
Área situada em localidade distinta da área do JB: ha
Obs:

6. A vegetação da área de reserva natural é característica de quais biomas?

- mata atlântica cerrado floresta amazônica
 pantanal caatinga campos sulinos

Obs:

7. Descreva os tipos de vegetação predominantes na área de reserva do JB, com base em: Velloso, H.P., Rangel Filho, A.L.R. & Lima, J.C.A. 1991. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal, Rio de Janeiro, IBGE.142p.

8. Existem dados disponíveis sobre a composição florística da vegetação da área de reserva natural?
 não sim. Citar a referência bibliográfica para consulta a estes dados:

9. Na área de reserva de vegetação natural do JB há a ocorrência de espécies da lista nacional (IN nº6 de 23/09/08, Anexo I) ou da lista estadual da flora ameaçada de extinção?

- não sim informação desconhecida

9.1 Em caso afirmativo listar as espécies ameaçadas ocorrentes na área de reserva do JB:

10. Existe algum estudo sendo desenvolvido pelo JB com as espécies relacionadas no item anterior?

- não sim

10.1 Em caso afirmativo especificar no quadro abaixo o estudo em desenvolvimento.

- (1) Cultivo e propagação (2) Fisiologia de sementes (3) Taxonomia
(4) Anatomia (5) Fenologia (6) Biologia reprodutiva
(7) Etnobotânica (8) Genética (9) Reintrodução
(10) outro (especificar)

Nome da espécie	Estudo (nº de acordo com a legenda)

III - Gestão das Coleções vivas

Nota: As coleções vivas compreendem as coleções de plantas cultivadas, bem como coleções de órgãos ou partes vegetais capazes de reprodução.

11. Informe o montante de recursos financeiros investido nas coleções vivas nos últimos dois anos.

Ano	Recursos (R\$1,00)
2009	
2010	

12. Informe o número de pessoas que trabalham com as coleções vivas no JB.

Especificação	Número de pessoas que trabalham com as coleções vivas	
	Quadro permanente do JB	Contrato temporário (bolsas, estágios, voluntariado, serviços terceirizados e outros)
Profissionais de nível técnico ou superior com atuação na área técnica (curadoria, pesquisa, viveiros, laboratórios, informática, educação e interpretação ambiental e etc.)		
Profissionais com atuação direta na manutenção de área verde (jardineiros e demais trabalhadores de campo)		

13. Quais são as coleções vivas mantidas pelo JB?

- Plantas vivas
 Banco de sementes
 Cultura de tecidos

Obs:

14. O JB possui alguma coleção viva em parceria com outra instituição? Em caso afirmativo informe o tipo de coleção e o nome da instituição parceira.

não sim. Coleção: _____ Instituição: _____

Obs:

15. O JB possui um curador ou responsável pelas coleções vivas?

não sim

Obs:

16. Informe os seguintes dados sobre o curador ou responsável pelas coleções vivas:

Formação acadêmica:

Nome: _____ Email: _____ Telefone: _____

Vínculo: quadro de pessoal permanente quadro temporário

17. Quais são as atribuições do curador ou responsável pelas coleções vivas do JB?

18. O JB possui uma Política de Coleções Vivas?

sim não em elaboração

Obs:

19. O JB possui um plano de manejo para as coleções vivas?

não sim em elaboração

Obs:

20. O JB organiza expedições para coleta de plantas, sementes ou material vegetativo visando sua introdução nas coleções vivas?

não sim.

20.1 Em caso afirmativo informar:

() iniciativa própria do JB () iniciativa em parceria com outra instituição.

Periodicidade ao longo do ano:

21. A equipe do JB segue algum protocolo de coleta de sementes, plantas ou material vegetativo?

() não () sim. Citar ou descrever o protocolo.

Obs:

IV - Levantamento e diagnóstico das coleções vivas

A - Plantas vivas

22. Como estão agrupadas e organizadas as coleções de plantas vivas?

() por temas () por grupos taxonômicos () por biomas

() por tipo de ambiente () outro. Especificar:

Obs:

23. Quais são os critérios para inclusão de espécies nas coleções de plantas vivas?

24. Preencha o quadro com as informações sobre as coleções plantas vivas do JB.

Nome da Coleção	Ano de formação	Localização da coleção	
		Ao ar livre (descrever)	Casas de vegetação (descrever tipo de estrutura)

25. Preencha o quadro abaixo e informe na coluna 'Propósitos' quais são as finalidades de cada coleção (podendo ser uma ou mais opções) de acordo com a legenda:

(1) educação; (2) pesquisa; (3) conservação; (4) exibição; (5) outro – especificar.

Nome da Coleção	Propósitos	Aberta ao público S-sim N- não EP- em parte	Placas de identificação S-sim N- não EP- em parte

26. Preencha o quadro com as informações sobre o registro dos dados dos exemplares das coleções de plantas vivas.

Nome da Coleção	Registro dos dados RM-reg. em fichas, livros de tomos e etc. RD-reg. em arquivos digitais SR-dados não são registrados	No caso de registro digital informe:		Número aproximado de exemplares da coleção
		Software utilizado	Porcentagem de informatização	

27. Informe como são atendidas as necessidades de manutenção das coleções de acordo com a legenda:

(1) Atende integralmente as necessidades da coleção;

(2) Atende parcialmente as necessidades da coleção, mas não compromete sua manutenção;

(3) Não atende as necessidades da coleção e compromete sua manutenção.

Nome da coleção	Insumos (terra, saquinhos...)	Maquinário e ferramentas	Infraestrutura/ Instalações	Recursos humanos

Obs:

A. 1 Inventário das espécies ameaçadas presentes nas coleções de plantas vivas

28. Informe os dados relativos aos exemplares de espécies da lista nacional (IN nº6 de 23/09/08 - Anexo I) e estadual de espécies ameaçadas de extinção, presentes nas coleções de plantas vivas.

Obs: O nº de exemplares deve corresponder ao conjunto de exemplares que tenham a mesma informação para todas as colunas, conforme exemplos.

Nome da espécie	Nº de exemplares	Planta identificada por especialista S – sim N – não D – informação desconhecida	Procedência S – silvestre (a planta foi coletada no campo) C – não silvestre (a planta é proveniente de uma área cultivada, como p. ex., viveiro, outra coleção e etc). D - informação desconhecida	Localidade de coleta (informar estado, município e local) D- desconhecida	Data de coleta (informar dia, mês e ano) D- desconhecida	Coletor (não é necessário informar nome do coletor, apenas indicar se a informação existe ou não, cf legenda: S – nome coletor registrado D – nome do coletor não registrado)	Coordenadas geográficas (não é necessário informar as coordenadas, apenas indicar se a informação existe ou não, cf legenda: S – coordenadas registradas D – coordenadas inexistentes)	Depósito em outras coleções (informar se existe material da planta em outras coleções: H - herbário C - carpoteca X - xiloteca BD - banco de DNA BS – banco de sementes CT – cultura de tecidos)
Exemplo1:Euterpe edulis	02	S	S	Linhares/ES	10/03/2002	S	D	H
Exemplo2:Euterpe edulis	07	S	S	D	D	D	D	
Exemplo3:Euterpe edulis	01	D	D	D	D	D	D	

29. Existe algum estudo sendo desenvolvido no JB com as espécies ameaçadas presentes nas coleções?
() não () sim

29.1 Em caso afirmativo especificar o estudo no quadro abaixo:

- (1) Cultivo e propagação (2) Fisiologia de sementes (3) Taxonomia
(4) Anatomia (5) Fenologia (6) Biologia reprodutiva
(7) Etnobotânica (8) Genética (9) Reintrodução
(10) outro (especificar)

Nome da espécie	Estudo (nº de acordo com legenda)

30. O JB desenvolve algum trabalho de educação ambiental envolvendo as espécies ameaçadas de extinção presentes nas coleções?

() não () sim

30.1 Em caso afirmativo informe as espécies e o tipo de trabalho de educação ambiental que está sendo desenvolvido.

31. Algum exemplar de espécie ameaçada da coleção foi enviado para outro jardim botânico?

() não () sim

31.1. Em caso afirmativo preencher o quadro abaixo.

Nome da espécie	Nº de exemplares	Jardim Botânico	Ano

B – Banco de Sementes

32. Qual é o propósito do armazenamento de sementes no Banco?

- () Produção de mudas () Pesquisa () Intercâmbio () Comercial
() Outro. Especificar:

33. Quais são os critérios adotados pelo JB para inclusão de espécies no Banco de Sementes?

34. Preencha o quadro abaixo com as informações sobre a coleção.

Registro dos dados da coleção RM- reg. em fichas, livros de tomos e etc. RD- reg. em arquivos digitais SR- dados não são registrados	No caso de registro digital		Coleção aberta ao público S-sim N- não EV- eventualmente	Etiquetas de identificação S-sim N- não EP- em parte
	Software utilizado	Porcentagem de informatização		

35. É feito teste periódico de viabilidade das sementes?

- () não () sim

Obs:

36. Descreva as condições de armazenamento das sementes.

37. Informe como estão sendo atendidas as necessidades da coleção de acordo com a legenda:

- (1) Atende integralmente as necessidades da coleção;
(2) Atende parcialmente as necessidades da coleção, mas não compromete o armazenamento das sementes;
(3) Não atende as necessidades da coleção e compromete o armazenamento das sementes.

Coleção	Infra-estrutura do Banco	Manutenção do Banco	Recursos humanos
Banco de Sementes			

Obs:

B.1 Inventário das espécies ameaçadas presentes no Banco de Sementes

38. Informe os dados referentes aos lotes/amostras de espécies da lista nacional (IN nº6 de 23/09/08 - Anexo I) e estadual de espécies ameaçadas de extinção, mantidas no Banco de Sementes.

Nome da espécie	Nº de lotes/ amostras	Espécie identificada por especialista S – sim N – não D – informação desconhecida	Procedência S – silvestre (a planta foi coletada no campo) C – não silvestre (a planta é proveniente de uma área cultivada, como p. ex., viveiro, outra coleção e etc). D - informação desconhecida	Localidade de coleta (informar estado, município e local) D - desconhecida	Data de coleta (informar dia, mês e ano) D- desconhecida	Coletor (não é necessário informar nome do coletor, apenas indicar se a informação existe ou não, cf legenda: S – nome coletor registrado D – nome do coletor não registrado)	Coordenadas geográficas (não é necessário informar as coordenadas, apenas indicar se a informação existe ou não, cf legenda: S–coordenadas registradas D–coordenadas inexistentes)	Depósito em outras coleções (informar se existe material em outras coleções: H - herbário C - carpoteca X - xiloteca BD - banco de DNA CT – cultura de tecidos CV – coleções vivas)

39. Existe algum estudo sendo desenvolvido no JB com as espécies ameaçadas presentes no Banco de Sementes?

() não () sim

39.1 Em caso afirmativo preencher o quadro abaixo.

Nome da espécie	Estudo

40. O JB desenvolve algum trabalho de educação ambiental envolvendo as espécies ameaçadas de extinção presentes no Banco de Sementes?

() não () sim

40.1 Em caso afirmativo informe as espécies e o tipo de trabalho de educação ambiental que está sendo desenvolvido.

41. Algum lote de semente de espécie ameaçada da coleção foi enviado para outro jardim botânico?

() não () sim

41.1. Em caso afirmativo preencher o quadro abaixo.

Nome da espécie	Nº de amostras	Jardim Botânico	Ano

C - Cultura de tecidos

42. Qual são os propósitos da coleção de tecidos?

() educação () pesquisa () conservação () exibição () outro - especificar

43. Quais são os critérios adotados pelo JB para inclusão de espécies na coleção de tecidos?

44. Preencha o quadro abaixo com as informações sobre a coleção.

Registro dos dados da coleção RM- reg. em fichas, livros de tomos e etc. RD- reg. em arquivos digitais SR- dados não são registrados	No caso de registro digital		Coleção aberta ao público S-sim N- não EV- eventualmente	Etiquetas de identificação S-sim N- não EP- em parte
	Software utilizado	Porcentagem de informatização		

45. Descreva as instalações e condições de armazenamento da coleção.

46. Informe como estão sendo atendidas as necessidades da coleção de acordo com a legenda:

- (1) Atende integralmente as necessidades da coleção;
- (2) Atende parcialmente as necessidades da coleção, mas não compromete sua manutenção;
- (3) Não atende as necessidades da coleção e compromete sua manutenção.

Coleção	Infra-estrutura	Material e equipamentos	Recursos humanos
Cultura de tecidos			

Obs:

48. Existe algum estudo sendo desenvolvido no JB com as espécies ameaçadas presentes na coleção de tecidos?

não sim

48.1 Em caso afirmativo preencher o quadro abaixo.

Nome da espécie	Estudo

49. O JB desenvolve algum trabalho de educação ambiental envolvendo as espécies ameaçadas de extinção presente na coleção de cultura de tecidos?

não sim

49.1 Em caso afirmativo informe as espécies e o tipo de trabalho de educação ambiental que está sendo desenvolvido.

50. Algum lote/amostra da coleção de cultura de tecidos foi enviado para outro jardim botânico?

não sim

50.1. Em caso afirmativo preencher o quadro abaixo.

Nome da espécie	Nº de amostras	Jardim Botânico	Ano

Obs: