

Proposta para conservação genética da *Araucaria angustifolia*

Juliana Vitoria Messias Bittencourt⁽¹⁾

⁽¹⁾Engenheira Agrônoma, Mestre, University of Reading, Uk, Estudante de D.Phil. email: juvitoria@hotmail.com

Resumo - O objetivo deste trabalho é apresentar conceitos genéticos desenvolvidos para conservação e restauração de populações de plantas. Adicionalmente, propõem-se linhas gerais para a conservação da *Araucaria angustifolia* no Estado do Paraná. Princípios de genética ecológica e ecologia de paisagem estão sendo desenvolvidos para embasar estratégias de conservação e restauração de habitats. Embora não se pretenda que todos os planos sejam estabelecidos com estes princípios, é necessário utilizá-los no embasamento de políticas a serem aplicadas em espécies-chave. Primeiramente, esse trabalho descreve informações sobre a espécie e sua conservação genética. Posteriormente é apresentada uma revisão sobre o impacto da fragmentação florestal nas populações de plantas, em particular as conseqüências genéticas. Finalmente, o trabalho apresenta linhas para a conservação genética da *Araucaria angustifolia* no Estado do Paraná sob princípios de paisagem, múltiplos atores e estratégias pró-ativas para conservação dos recursos genéticos de plantas.

Termos para indexação: Floresta com araucária, planos de restauração, conservação de plantas, fragmentação florestal.

Proposal for genetic conservation of *Araucaria angustifolia* (Parana, Brazil)

Abstract - The objective of this paper is to summarize genetic concepts developed for plant population restoration and conservation presenting, additionally, a general plan for *Araucaria angustifolia* species in the State of Parana (Brazil). Ecological genetics and landscape ecology principles are being used to develop suitable strategies for habitat conservation and restoration. It is not intended that all restoration plans will be established on the base of these principles, but they should be used as guidelines for the formulation of restoration policies focused on key species. Initially this paper gives information about the species and genetic conservation. Then a review of the impact of fragmentation on plant populations is presented, particular by the genetic consequences. The paper describes also the general guidelines for genetic conservation of *Araucaria angustifolia* in the State of Parana under landscape principles, multi-stakeholders and pro-active activities for plant genetic resources conservation.

Index terms: Forest, restoration plans, forest fragmentation.

Este trabalho apresenta uma abordagem para conservação genética na escala de paisagem. A importância da multifuncionalidade da paisagem é dia-a-dia reconhecida como um elemento fundamental para planos de conservação e restauração ambiental, sendo atualmente uma ferramenta imprescindível para a efetiva conservação dos ecossistemas florestais. Entretanto, poucos trabalhos possuem um delineamento para o entendimento dos processos nesta escala (FRY, 2001). Nesse trabalho, a visão de paisagem como componente na dinâmica genética de comunidades foi aplicada utilizando como objeto de estudo o bioma da Floresta com Araucária.

O objetivo desse trabalho é apresentar conceitos genéticos desenvolvidos para conservação e restauração de populações de plantas de maneira mais abrangente.

Adicionalmente propõem-se algumas linhas para a conservação da *Araucaria angustifolia* no Estado do Paraná sob a visão da ecologia da paisagem.

A Floresta com Araucária

Em avaliação das 25 regiões biologicamente mais ricas e ameaçadas do planeta, indicou-se a Floresta Atlântica, onde está inclusa a Floresta com Araucária (MITTERMEIER et al. 1999).

Dinerstein et al. (1995) fizeram uma avaliação do estado de conservação das ecorregiões terrestres da América Latina e do Caribe, identificando 178 ecorregiões. A Floresta com Araucária, considerada uma delas, foi indicada como em estado crítico em termos de conservação ambiental e apresentou pontuação máxima neste item. O Biodiversity Support Program realizou um

estudo similar também considerando a Floresta com Araucária em estado crítico (REGIONAL ANALYSIS..., 2005).

Embora os dois estudos tenham utilizados critérios diferentes para avaliar as prioridades de conservação, ambos consideraram a Floresta com Araucária como de máxima prioridade.

Conservação genética

Existe uma importante diferença entre a conservação da natureza e a conservação genética, como comentam Frankel e Soule (1981). A conservação da natureza visa proteger áreas que representam habitats e comunidades que podem ser identificadas. A conservação genética vai além, pois se preocupa com diferenças genéticas no material conservado. Sob este ponto de vista, Barnes et al. (1998) apontaram a necessidade dos estudos envolvendo biodiversidade a serem realizados, seguindo a genética ecológica, que considera a variação das espécies e suas propriedades adaptativas com relação ao ambiente nas quais estão inseridas.

A preocupação com a conservação dos recursos genéticos requer conhecimento de como estes se encontram distribuídos na natureza. Williams (1991) dividiu os recursos genéticos florestais nos trópicos em: 1) populações silvestres em ambientes naturais, usualmente nas florestas ou algumas populações adaptadas a maiores ecozonas, e 2) materiais cultivados, primitivamente associados às comunidades tradicionais. Cada população representa uma fonte genética de variação e diversidade com a adaptação a novos ambientes, ou seja, material com potencialidades para melhoramento, uso e conservação genética, pois apresentam possível aproveitamento econômico ou outros valores.

Os efeitos da fragmentação na diversidade genética

A fragmentação de contínuos florestais pode reduzir grandemente a sustentabilidade de florestais naturais. Em algumas situações, mesmo uma espécie da comunidade biológica se torna inviável. A determinação das conseqüências genéticas da fragmentação florestal deveria ser prioridade para o estabelecimento de estratégias de conservação e restauração dos remanescentes. A fragmentação pode aumentar o fluxo gênico entre os fragmentos, e, conseqüentemente, entre as espécies, principalmente naquelas cujo vetor de polinização é o vento (YOUNG; BROWN, 1996). Então, torna-se prioritário quantificar os efeitos da fragmentação

quanto à variação genética dentro e entre remanescentes florestais, principalmente para as espécies-chave dos ecossistemas.

O atual estágio de degradação do bioma Floresta com Araucária resulta de um processo histórico de ocupação da terra no Estado do Paraná. Durante anos houve o incentivo da conversão de florestas para expansão da fronteira agrícola. Turner e Corlett (1996) têm chamado a atenção para a falta de conhecimento do fato de que pouco se sabe sobre qual a proporção de uma comunidade florestal que pode se manter viável em uma população isolada em fragmentos. A presença de fragmentos de uma floresta original pode significar a melhoria na diversidade da paisagem e pode aumentar a conexão funcional, como por exemplo, manutenção do fluxo gênico entre remanescentes (BITTENCOURT, 2007).

Young e Brown (1999) argumentaram que a maior conseqüência da perda de diversidade genética dentro da espécie é o efeito "gargalo", que conseqüentemente pode causar a deriva gênica nas populações remanescentes, se estas permanecerem isoladas por certo número de gerações. A habilidade de uma espécie em responder ambientalmente é limitada pela sua diversidade intra-específica. A diminuição da diversidade genética pode aumentar a probabilidade da extinção da população. A persistência de algumas espécies por longos períodos depois do isolamento, em algumas situações, está relacionada apenas à longevidade de seus indivíduos, tornando, do mesmo modo, comprometida a manutenção daquela população.

Estudos da estrutura genética em formações florestais tropicais não têm sido realizados com o enfoque de paisagens fragmentadas (ALDRICH et al., 1998). A Floresta com Araucária sofreu intenso desflorestamento nas últimas décadas, como resultado do aumento gradual das lavouras e do corte seletivo da espécie. A área original foi reduzida a menos de 3 %, com somente 0,7 % podendo ser considerados como áreas primárias no Estado do Paraná (CASTELA, 2001). Adicionalmente, pouca regeneração de araucária pode ser encontrada em florestas naturais. Portanto, este ecossistema precisa ser compreendido também no aspecto de auto-ecologia, para que estratégias de conservação e uso sejam efetivas.

Embora existam evidências de que o desmatamento pode reduzir os níveis de diversidade genética (SOUSA, 2000), a relativa importância dos diferentes processos causais é inexplorada. Entretanto, Turner e Corlett (1996) afirmaram que pequenos fragmentos podem

promover uma rede de conexão segura para um significativo número de espécies e manutenção de sua diversidade genética por meio da manutenção do fluxo gênico entre os diferentes fragmentos, e esta estratégia pode prevenir a perda da biodiversidade.

Bases para a conservação genética em fragmentos

A estrutura genética de uma espécie é definida pelo modo como a variação genética está distribuída entre e dentro das populações. Esta estrutura é o resultado da mutação, migração, seleção e fluxo gênico entre populações e é fortemente influenciado pelo sistema reprodutivo, que envolve o sistema de acasalamento e dispersão de pólen e sementes. Informação sobre a diversidade e distribuição dos genes dentro de espécies e suas populações é essencial para o manejo e a conservação de seus recursos genéticos, mas tal informação é muito limitada ou inexistente para a maioria das espécies tropicais (CONSERVATION..., 1993).

Alguns critérios de decisão para nortear estratégias visando à conservação da diversidade genética já foram estabelecidos, dentre os quais se citam: a) níveis de diversidade genética; b) conhecimento do processo de biologia reprodutiva; c) frequências gênicas; e d) migração de genes entre populações. Turner e Corlett (1996) indicaram que a avaliação e a proteção de cada fragmento deveriam ser de alta prioridade, particularmente naquelas regiões onde há poucos remanescentes.

As zonas-tampão de unidades de conservação têm importante papel para manter a biodiversidade da floresta, por ser uma zona de transição entre ambientes conservados e os antropizados (agricultura, urbanização). Seguindo nesta linha, Bierregaard et al. (1992) ressaltaram a importância do entendimento do processo de fragmentação das florestas para o planejamento governamental.

Prioritariamente, para estabelecer um manejo responsável das florestas, é essencial que haja um nível de conhecimento relativo à biologia reprodutiva e à estrutura genética das espécies sob manejo (BAWA, 1994). Da mesma forma, a localização de áreas com objetivos de conservação deveria ser determinada, verificando também a sua conexão com áreas de entorno (CONSERVATION..., 1993). A ausência de tais informações em relação a quase todas as espécies arbóreas na maioria das áreas de florestas tropicais, limita as possibilidades para um manejo efetivo de seus

recursos genéticos. As diferentes formas de conservação propiciam categorias distintas, entre as quais, a conservação pelo uso.

O funcionamento e os fundamentos para a conservação dos ecossistemas e de espécies são determinados pela organização e estrutura da diversidade genética em vários níveis (RIGGS, 1990), através das espécies componentes do ecossistema, de suas populações (procedências), grupos de famílias e genótipos individuais para o nível molecular. Portanto, o conhecimento de todos os níveis de diversidade genética deve ser considerado, numa extensão apropriada e praticável, nos objetivos e nas atividades de qualquer programa de conservação (NAMKOONG et al., 1997).

O conhecimento da estrutura genética das populações naturais oferece evidências da atuação dos diversos fatores ambientais sobre a dinâmica dessas populações, considerada como totalidade das relações ecológicas e genéticas entre indivíduos (JAIN, 1979), como, por exemplo, a adaptação a diferentes regiões edafoclimáticas na região da distribuição natural da espécie.

Fluxo gênico

O fluxo gênico entre populações florestais remanescentes pode informar sobre a conexão funcional, que pode ser avaliada por marcadores codominantes como os microsátélites, para *Araucaria angustifolia*, como apresentado em Bittencourt (2007). Nesta perspectiva, o entendimento da distribuição da variabilidade genética desta espécie bem como a conectividade entre os fragmentos florestais, são instrumentos básicos para que se possam definir estratégias de conservação, recomposição e restabelecimento das conexões para a manutenção do fluxo gênico da espécie-chave do bioma Floresta com Araucária.

Os avanços na área de genética molecular têm possibilitado um melhor entendimento dos processos envolvidos nos mecanismos de variabilidade e a necessária informação manutenção das espécies.

Corredores

Corredores de Biodiversidade podem, genericamente, ser vistos como faixas de vegetação ligando blocos maiores de vegetação natural, ou, por exemplo, como “Áreas homogêneas (numa determinada escala) de uma unidade da paisagem, que se distinguem das unidades vizinhas e apresentam disposição espacial linear” (METZGER, 2001). Os corredores de biodiversidade

numa paisagem visam diminuir os efeitos da fragmentação e do isolamento de habitat, contribuindo, também, para um manejo mais apropriado de toda a região, uma vez que pressupõe introdução de novas técnicas de manejo e de uso dos solos sem, no entanto, influenciar diretamente no desenho fundiário regional ou, pelo menos, minimizando as alterações.

Os corredores de biodiversidade devem ser uma unidade de planejamento regional, muito mais que um mecanismo e zoneamento. Um corredor inclui tanto as áreas protegidas já existentes, como aquelas por criar, as reservas privadas, áreas prioritárias, projetos demonstrativos e outras áreas de uso econômico intensivo.

Sob uma perspectiva biológica, o objetivo principal dos corredores de biodiversidade é manter ou restaurar a conectividade da paisagem entre formações florestais remanescentes. Para isso, são necessárias várias ações, algumas de caráter investigativo, outras de caráter indutivo e, ainda, algumas intervenções. Um primeiro conjunto de ações está relacionado ao conhecimento da região. Alguns exemplos estão citados abaixo:

- fragmentos de habitat existentes;
- condições ecológicas destes fragmentos;
- tamanho médio dos fragmentos;
- distância média entre os fragmentos;
- ameaças constantes e/ou recorrentes à integridade dos fragmentos;
- arranjos institucionais existentes (legislação geral e específica; organizações atuantes regional e localmente);
- tipos de relevo;
- tipos de solos;
- clima.

A ausência de zonas de contato físico entre fragmentos não significa que determinado “arquipélago” de remanescentes seja impermeável ao intercâmbio de material genético, como, por exemplo, fluxo de pólen. Um conjunto de pequenos fragmentos isolados, porém próximos, pode efetivamente proporcionar vias de acesso, funcionando como *stepping stones* (balanço entre fluxo gênico em pequenas distâncias geográficas e deriva genética dentro das populações locais.)

Manejo de paisagem

A ecologia da paisagem tem sido aplicada por meio de duas abordagens – uma geográfica (que considera a influência do homem sobre a paisagem) e outra ecológica (que considera a importância do contexto

espacial sobre os processos ecológicos e sua importância em termos de conservação biológica). Ambas as abordagens podem convergir, se utilizarmos uma visão integradora do que seja paisagem, um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas, sendo esta heterogeneidade existente para pelo menos um fator, segundo um observador e numa determinada escala de observação (METZGER, 2001)

Portanto, uma das possibilidades de conservação é a definição das chamadas áreas nucleares (unidades de conservação e suas áreas de entorno). Entretanto, sabe-se as dificuldades que há na manutenção de tais áreas, sendo este um dos maiores desafios às ações de conservação *in situ*. Ainda que a proteção de habitat (criação de unidades de conservação, por exemplo) seja reconhecidamente um dos métodos mais eficientes de conservar a diversidade biológica, ela não impede que efeitos do isolamento e outros distúrbios alterem significativamente a composição e riqueza de espécies destas áreas protegidas, devido ao processo de isolamento e o uso da paisagem do seu entorno. A longo prazo, estas iniciativas poderão apenas ter auxiliado o retardamento de extinções locais de alguns grupos de espécies mais exigentes e o empobrecimento do conjunto do habitat. Sabe-se, por exemplo, que segundo a Teoria da Biogeografia de Ilhas (MACARTHUR; WILSON, 1967), a perda de 50 % do território original de uma área isolada levará ao desaparecimento de 10 % do conjunto de espécies anteriormente presentes naquela mesma área. Esta área isolada foi inicialmente pensada como uma ilha no sentido original da palavra, mas esse conceito e seus resultados foram estendidos a outras situações em terra firme, nas quais um fragmento está suficientemente distante de outros fragmentos assemelhados ecologicamente, sem trocas genéticas entre eles. As causas do isolamento podem ser variadas, mas quase sempre são devidas à alguma ação antrópica que levou às modificações no uso do solo daquela paisagem.

Ações propostas para conservação genética

As ações aqui propostas têm o objetivo de compor um plano estratégico de conservação desenvolvido especificamente para *Araucaria angustifolia*, visando, principalmente, torná-las ações pró-ativas de conservação, ou seja, ações em que todos os envolvidos tornam-se sujeitos e co-responsáveis.

Banco genético em cada eco-região:

Ecorregiões deverão ser organizadas dentro do estado. Em cada uma destas áreas, deverá ser organizada uma coleta que represente a variabilidade daquele *pool* gênico local a fim de compor um Banco Ativo de Germoplasma - BAG (Conservação *ex situ*), garantindo, assim, a representatividade dos recursos genéticos de *Araucaria angustifolia* que compõem cada ecorregião (Figura 1). Mesmo esta ação sendo setorizada, deve ser parte de um esforço estadual que cobrirá toda a área de ocorrência da espécie dentro do estado. (Conservação *ex situ*: ação de conservar as espécies fora de suas comunidades naturais.)



Figura 1. Organograma de instalações dos Bancos Ativos de Germoplasmas.

Tanto o estado quanto o produtor são envolvidos nas ações de conservação e estas coleções tem a possibilidade de manter os acessos para programas de melhoramento florestal.

Estas coleções não só garantem a conservação da variabilidade genética, como também permitem o monitoramento de características importantes a programas de melhoramento. Portanto, devem-se verificar possíveis colaborações com o setor produtivo, principalmente visando à manutenção e ao monitoramento da reserva genética da espécie.

Localização de árvores com interesse especial para conservação e visitação

A segunda ação de conservação está voltada ao levantamento, dentro do estado, das árvores de *Araucaria angustifolia* com extrema singularidade, seja pelo tamanho, idade, produção de pinhões, pólen ou ainda outra característica. O reconhecimento dos produtores, por parte do estado, que possuam exemplares da espécie com características diferenciadas é de grande importância para que o produtor passe a participar em programas de *Conservação in situ* ou *ex situ* desta árvore, como também para que esta planta entre como um acesso distinto em um programa de conservação (Figura 2). Alguns países já possuem esta estratégia,

como, por exemplo, a Argentina, com o projeto “Os Gigantes da Selva Misioneira”. No Estado do Paraná, a Federação da Indústria do Estado de Paraná (FIEP) está realizando a premiação para o produtor que possuir a maior araucária. (Conservação *in situ*: ação de conservar a variação genética das espécies em suas comunidades naturais.)



Figura 2. Atores envolvidos na localização de árvores com interesse especial.

Registro dos produtores com Floretas com Araucária

Trabalhos recentes vêm mostrando que todo fragmento, independente de tamanho e forma, possui grande importância para a conservação (BITTENCOURT, 2007). Ainda nessa estratégia devem ser adicionadas as árvores isoladas mantidas nos campos agrícolas do estado, as quais caracterizam a paisagem não só do estado como também de todo o Sul do País. Estas árvores que valorizam a beleza cênica estadual também são peças chave no processo da manutenção da variabilidade genética em *Araucaria angustifolia*, funcionando como *stepping stones*. Esta forma de conservação genética, a conservação genética *in situ*, é seguramente a mais recomendada para as espécies florestais, pois todo o ecossistema é conservado, mesmo um ecossistema natural e alterado (Figura 3).



Figura 3. Atores envolvidos no estabelecimento de unidades de conservação.

Portanto, para esse processo acontecer, os produtores que possuem áreas com interesse para conservação da Floresta com Araucária poderiam ser categorizados e, de acordo com o valor ecológico de seus remanescentes, deveriam ser estabelecidos incentivos fiscais, desde que conservassem este fragmento com as atuais características. Especial atenção deve ser dada se estes se organizassem em grupos em âmbito regional (caso das bacias hidrográficas ou ainda nas APAs – Área de Proteção Ambiental), proporcionando, assim, mosaicos para a conservação das espécies do bioma.

A Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental (SPVS) possui a campanha “Adote uma Floresta com Araucária”. Esta campanha registra áreas particulares em bom estado de conservação, e, concomitantemente, localiza empresas interessadas em fazer a adoção destas áreas. Embora seja uma campanha notável, seu impacto é ainda baixo devido às dificuldades de encontrar doadores. Entretanto é uma boa iniciativa, que deve ser utilizada como parte de um amplo esquema para conservação da espécie.

Conclusões

A abordagem de ecologia de paisagem para a conservação genética amplia a esfera nas quais as estratégias serão aplicadas, envolvendo mais atores no processo de conservação dos recursos genéticos. Com isso, verifica-se que a efetividade dos planos de conservação vai além dos esforços governamentais e do conhecimento gerado pela pesquisa. O envolvimento das comunidades nas quais os planos de conservação serão aplicados é a chave do sucesso para uma política de conservação eficiente.

O trabalho abordou uma discussão atual sobre o assunto, apresentando os conhecimentos técnicos disponíveis e as iniciativas de conservação que já estão sendo aplicadas, bem como as possíveis alternativas para a conservação do bioma no qual se insere a Floresta com Araucária, principalmente voltadas para o Estado do Paraná.

Referências

ALDRICH, P. R.; HAMRICK, J. L.; CHAVARRIACA, P.; KOCHERT, G. Microsatellite analysis of demographic genetic structure in fragmented population of the tropical tree *Symphonia globulifera*. **Molecular Ecology**, v. 7, p. 933-944, 1998.

BARNES, B. V.; ZAK, D. R.; DENTON, S. R.; SPURR, S. H. **Forest ecology**. 4th ed. New York: J. Wiley, 1998. 753 p.

BAWA, K. S. Effects of deforestation and forest fragmentation on genetic diversity in tropical tree population. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GENETIC CONSERVATION AND PRODUCTION OF TROPICAL FOREST TREE SEEDS, 1993, Chiang Mai, Thailand. **Proceedings...** Saraburi: ASEAN-Canada Forest Tree Seed Centre, 1994. p. 10-16.

BIERREGAARD, R. O.; LOVEJOY, T. E.; KAPOV, V.; SANTOS, A. A. dos; HUTCHINGS, R. W. The biological dynamics of tropical rainforest fragments. **Bioscience**, v. 42, p. 859-866, 1992.

BITTENCOURT, J. V. M. **Genetic diversity and dynamics in remnant patches of *Araucaria angustifolia* forest in Paraná State, Brazil**: implications for conservation and restoration. 2007. 226 f. PhD thesis (Landscape Ecology) - The University of Reading, Reading.

CASTELA, P. R. (Coord.). **Subprojeto Conservação do Bioma Floresta com Araucária**: diagnóstico dos remanescentes florestais: relatório final. Curitiba: FUPEF, 2001. v. I, 121 p. Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira - PROBIO.

CONSERVATION of genetic resources in tropical forest management: principles and concepts. Rome: FAO, 1993. 86 p.

DINERSTEIN, E.; OLSON, D. M.; GRAHAM, D. J.; WEBSTER, A. L.; PRIMM, S. A.; BOOKBINDER, M. P.; LEDEC, G. **A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean**. Washington, DC: The World Bank, 1995. 129 p.

FRANKEL, O. H.; SOULE, M. E. **Conservation and evolution**. Cambridge: Cambridge University Press, 1981. 327 p.

FRY, G. L. A. Multifunctional landscape towards transdisciplinary research. **Landscape and Urban Planning**, n. 57, p. 59-168, 2001.

JAIN, S. K. Estimation of outcrossing rates: some alternative procedures. **Crop Science**, v. 19, p. 23-26, 1979.

MACARTHUR, R. H.; WILSON, E. O. **The theory of island biogeography**. Princeton: Princeton University Press, 1967. 203 p.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**, v. 1, n. 1/2, 2001. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v1n12>>. Acesso em: 25 maio 2005.

MITTERMEIER, R. A.; MYERS, N.; MITTERMEIER, C. G. **Hotspots**: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. Mexico City: CEMEX, 1999. 430 p. il.

NAMKOONG, G.; BOYLE, T.; GREGORIUS, H.-R.; JOLY, H.; SAVOLAINEN, O.; RATNAM, W.; YOUNG, A. **Testing criteria and indicators for assessing the sustainability of forest management**: genetic criteria and indicators. Bogor: CIFOR, 1997. 30 p. (CIFOR. Working paper, n. 10).

REGIONAL analysis of geographic priorities for biodiversity conservation in Latin America and the Caribbean. Washington, DC: Biodiversity Support Program, 1995. 140 p. Disponível em: <http://www.worldwildlife.org/bsp/publications/lac/regional_analysis/regional.html>. Acesso em: 25 maio 2005.

RIGGS, L. A. Conserving genetic resources on-site in forest ecosystems. **Forest Ecology and Management**, v. 35, n. 1-2, p. 45-68, Jun. 1990.

SOUSA, V. A. de. **Population genetic studies in *Araucaria angustifolia* (Bert.) O.Ktze.** Göttingen: Cuvillier Verlag, 2000. 161 p. Dissertation presented at Faculty of Forest Sciences and Forest Ecology, Institute of Forest Genetics and Forest Tree Breeding, Georg-August University of Göttingen.

TURNER, I. M.; CORLETT, R. T. The conservation value of small, isolated fragments of lowland tropical rain forest. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 11, n. 8, p. 330-333, 1996.

WILLIAMS, J. T. Scientific issues affecting gene conservation and exploitation of some tropical perennials. In: GUSTAFSON, P.; APPELS, R.; RAVEN, P. (Ed.). **Gene conservation and exploitation.** New York: Plenum Press, 1991. p. 15-28.

YOUNG, A. G.; BROWN, A. H. D. Paternal bottlenecks in fragmented populations of the grassland daisy *Rutidosia leptorrhynchoides*. **Genetical Research**, v. 73, p. 111-117, 1999.

YOUNG, A. G.; BROWN, A. H. D. The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 11, n. 10, p. 413-418, 1996.

Recebido em 21 de setembro de 2006 e aprovado em 14 de maio de 2007