

# A Importância das Unidades de Conservação na Manutenção da Diversidade Genética de Araucária (*Araucaria angustifolia*) no Estado de Santa Catarina

Tiago Montagna<sup>1,2</sup>, Diogo Klock Ferreira<sup>1</sup>, Felipe Steiner<sup>1,2</sup>, Fernando André Loch Santos da Silva<sup>1</sup>, Ricardo Bittencourt<sup>1</sup>, Juliano Zago da Silva<sup>1,2</sup>, Adelar Mantovani<sup>3</sup> & Maurício Sedrez dos Reis<sup>1,2</sup>

Recebido em 14/5/2012 – Aceito em 20/8/2012

**RESUMO** – *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, conhecida como araucária, é uma árvore nativa da Mata Atlântica, característica da tipologia Floresta Ombrófila Mista. Espécie de importância econômica e ecológica, encontra-se ameaçada de extinção. O objetivo deste trabalho foi avaliar qual a contribuição das unidades de conservação (UCs) na conservação da diversidade genética desta espécie, no estado de Santa Catarina. Foram genotipadas 31 populações de araucária, ao longo de sua área de ocorrência no estado, oito destas dentro de UC e 23 em áreas particulares fora de UCs. Verificou-se que as oito UCs avaliadas retêm uma porção significativa da diversidade genética de *A. angustifolia* amostrada no estado, especialmente em termos de heterozigotidade esperada ( $\hat{H}_e$  - 0,114 de 0,124) e de número total de alelos (28 de 34). Os dados ressaltam a importância das UCs, não somente como centro de recursos genéticos vegetais, mas também, como locais de pesquisa e de experimentação para o aprimoramento de estratégias de conservação de espécies.

**Palavras-chave:** *Araucaria angustifolia*; conservação *in situ*; isoenzimas; recursos genéticos vegetais; unidades de conservação.

**ABSTRACT** – *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, known as araucária, is a native tree species from the Atlantic rainforest, characteristic of the mixed ombrophilous forest typology. *Araucária* is an endangered species with economic and ecologic importance. The aim of this study was to evaluate the contribution of protected areas (PAs) to the genetic conservation of araucária in Santa Catarina State. We sampled 31 araucária populations throughout its distribution in the state, being eight of them within PA and 23 of them in private areas outside PA. It was verified that the evaluated PA retain a significant portion of all genetic diversity of *A. angustifolia* in the region, especially in terms of expected heterozygosity ( $\hat{H}_e$  0.114 of 0.124) and total allele number (28 of 34). The data highlights PA importance, not only as centers of plant genetic resources, but also as research and experimentation places to the enhancement of species conservation strategies.

**Keywords:** allozyme; *Araucaria angustifolia*; *in situ* conservation; plant genetic resources; protected areas.

## Introdução

As unidades de conservação (UCs) são importantes instrumentos para a conservação ambiental em todo o mundo (Marques & Nucci 2007). Hoje, o Brasil possui cerca de 1,5 milhões de km<sup>2</sup> distribuídos entre as diversas categorias de UCs (Brasil/MMA 2012). Unidades de conservação

### Afiliação

<sup>1</sup> Núcleo de Pesquisas em Florestas Tropicais/Universidade Federal de Santa Catarina/Rodovia Admar Gonzaga, 1346 – Itacorubi/Florianópolis – SC, Brasil.

<sup>2</sup> Programa de Pós Graduação em Recursos Genéticos Vegetais/ Universidade Federal de Santa Catarina/Rodovia Admar Gonzaga, 1346 – Itacorubi/Florianópolis – SC, Brasil.

<sup>3</sup> Centro de Ciências Agroveterinárias/Universidade do Estado de Santa Catarina/Avenida Luiz de Camões, 2090 – Conta Dinheiro/Lages – SC, Brasil.

### E-mails

gunnermontagna@gmail.com, diogoklock@gmail.com, lipesteiner21@yahoo.com.br, andloch@gmail.com, bittencourtr@gmail.com, jzagos@yahoo.com.br, mantovani@cav.udesc.br, msedrez@gmail.com

são também importantes áreas de pesquisa, dando suporte a um grande número de estudos (exemplos deste grupo em UCs de Santa Catarina: Duarte *et al.* 2007, Mariot *et al.* 2010, Silva & Reis 2010, Ferreira *et al.* 2012).

O estado de Santa Catarina era, originalmente, todo coberto pelo bioma Mata Atlântica, em suas distintas formações. Dentre elas, a Floresta Ombrófila Mista (FOM) ocupava 43% do território catarinense (Klein 1978). Hoje estima-se que, da cobertura original catarinense, restem 29% de remanescentes, em alto grau de fragmentação, sendo que apenas 5% dos fragmentos podem ser considerados primários (Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina, Vibrans *et al.* 2012).

Diversas espécies da FOM tiveram suas populações severamente reduzidas devido à exploração, direta ou indireta, uma ameaça à sua perpetuação no ambiente natural. Dentre elas merece destaque a araucária (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze).

A araucária pertencente à família Araucariaceae, sendo a única espécie do gênero *Araucaria* com ocorrência natural no Brasil (Shimizu & Oliveira 1981). Bastante peculiar e imponente pelo formato de sua copa, é muito conhecida pela qualidade de sua madeira e também por sua semente, o pinhão, que é um alimento bastante apreciado, especialmente no Sul do Brasil.

Os indivíduos adultos apresentam comumente de 10m a 30m de altura e 50cm a 120cm de DAP (diâmetro à altura do peito), podendo atingir 50m de altura e 250cm de DAP (Carvalho 1994). É classificada por Reitz & Klein (1966) como espécie heliófita e pioneira, que avança sobre campos formando novos agrupamentos. A araucária é uma espécie dióica, seu pólen é disperso pelo vento e suas sementes por animais, especialmente aves e roedores (Reitz & Klein 1966, Iob & Vieira 2008).

No Brasil, *A. angustifolia* distribui-se pelos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná em maior abundância, entretanto ocorre também, de maneira mais esparsa em São Paulo, sul de Minas Gerais e sul do Rio de Janeiro (Reitz & Klein 1966, Carvalho 1994). A espécie apresenta grande importância ecológica, como fonte de alimentos para aves e mamíferos (Reitz & Klein 1966), especialmente por sua maior disponibilidade de sementes concentrar-se no outono / inverno, época em que poucas espécies frutificam (Paise & Vieira 2005).

A araucária foi alvo de intensa exploração, especialmente em virtude da qualidade de sua madeira. Reitz & Klein (1966) relatam que a madeira de araucária chegou a representar 90% do total de madeira exportada pelo Brasil. Originalmente, a área de ocorrência de araucária era de 200 mil quilômetros quadrados (Seitz 1986). Guerra *et al.* (2002) estimam que, desta, restem apenas 2% de remanescentes da espécie.

Hoje, *A. angustifolia* figura na Red List da IUCN, na categoria “criticamente em perigo”, além da Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (IBAMA 1992, Brasil/MMA 2008). Recentemente, foi indicada no II Workshop sobre espécies vegetais ameaçadas de extinção em Santa Catarina (realizado em outubro de 2011) na categoria “Criticamente em Perigo – CR”.

Tendo em vista a importância ecológica e o grau de ameaça da espécie, o “Inventário Florístico e Florestal de Santa Catarina” previu em uma de suas metas a caracterização da diversidade e estrutura genética de espécies ameaçadas, e dentre elas está *A. angustifolia*.

O objetivo deste trabalho foi verificar qual a importância das UCs catarinenses na conservação da diversidade genética da araucária. Buscamos identificar quanto da diversidade genética das espécies está contida dentro e fora das UCs. Para tanto, procurou-se responder questões como: (a) existe diferença entre a diversidade genética contida dentro e fora das UCs?; (b) existe diferença entre o índice de fixação encontrado dentro e fora das UCs?; (c) existe diferença entre o número de alelos contido dentro e fora das UCs?; (d) existem alelos exclusivos às populações de dentro e de fora das UCs?

## Materiais e métodos

### Amostragem

Foram amostradas 31 populações de araucária, ao longo da área de ocorrência da espécie no estado de Santa Catarina (Figura 1). Folhas saudáveis de cerca de 50 indivíduos por população foram coletadas, etiquetadas e mantidas em caixa térmica com gelo até serem transportadas para o laboratório, visando minimizar a degradação do material foliar, melhorando assim a qualidade dos zimogramas no laboratório.

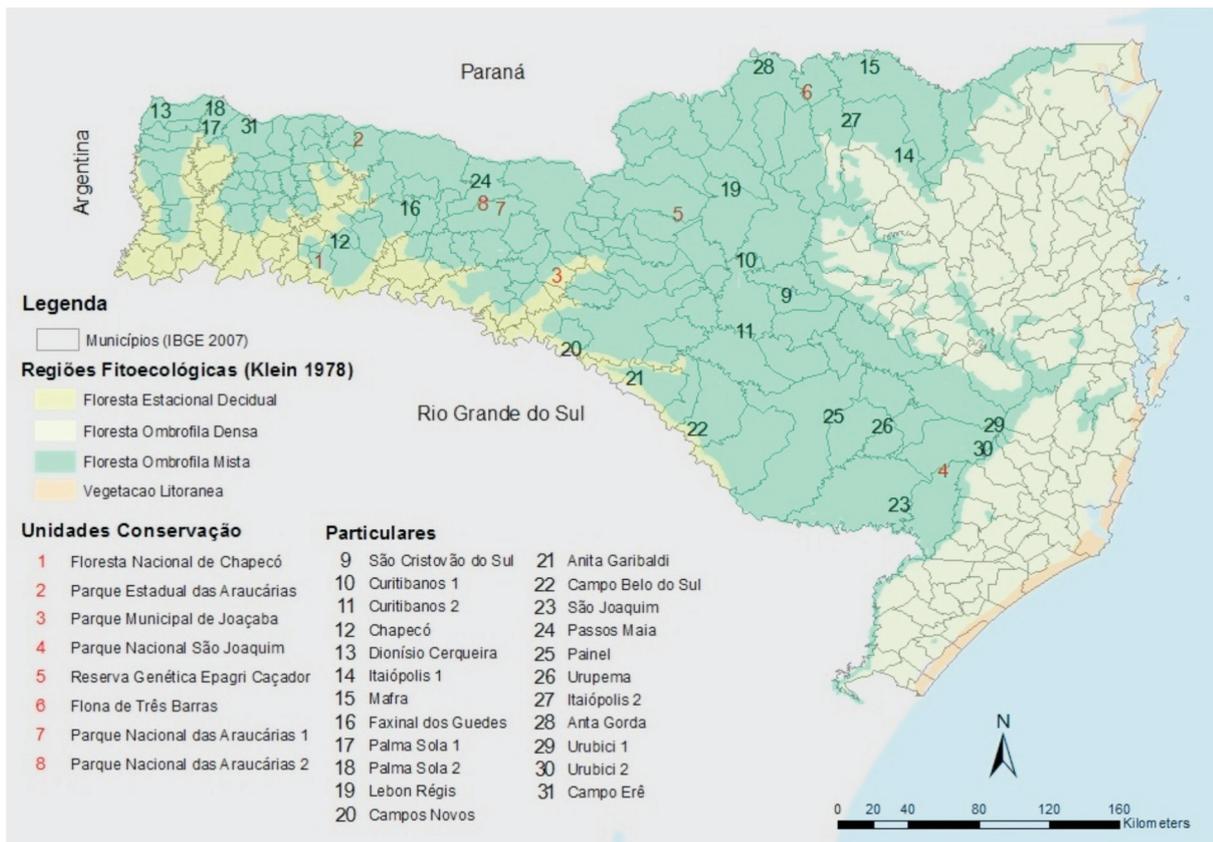


Figura 1 – Mapa da distribuição das coletas de *Araucaria angustifolia* ao longo do estado de Santa Catarina.

Figure 1 – Distribution map of *Araucaria angustifolia* samples throughout Santa Catarina state.

Procurou-se respeitar uma distância padrão de 50m entre indivíduos amostrados, com intuito de mitigar os efeitos de uma possível estrutura familiar interna. As coletas foram realizadas procurando percorrer toda a área do fragmento, a fim de se obterem amostragens representativas das áreas. Para cada população amostrada procurou-se coletar 50 indivíduos, conforme Berg & Hamrick (1997) que recomendam amostragem entre 30 a 50 indivíduos por população genotipada com o marcador isoenzimas.

### Eletroforese de isoenzimas

Os processos laboratoriais foram todos realizados no Laboratório de Fisiologia do Desenvolvimento e Genética Vegetal (LFDGV) da UFSC. Para a caracterização genética dos indivíduos foi empregada a técnica de eletroforese de isoenzimas, em gel de amido de milho (penetrose 30 a 13%).

Para a solubilização das enzimas foram utilizados cadinhos de porcelana, com 12 poços. Em cada poço eram colocados cerca de 10mg de areia lavada, 10mg de polivinilpolipirrolidona, 50mg de tecido foliar e 3 gotas de solução de extração n° 1 (Alfenas 1998). A maceração foi realizada com bastões de acrílico.

O líquido resultante do processo de maceração era absorvido em tiras de papel cromatográfico (Whatman n° 3), com 2mm X 20mm de tamanho (*wicks*). Posteriormente os *wicks* eram dispostos lado a lado no gel, que era submetido à corrente elétrica.

Para *A. angustifolia* foram 11 os sistemas isoenzimáticos utilizados, 6 deles (6pgdh (EC.1.1.1.44.), Pgm (EC.2.7.5.1.), Pgi (EC. 5.3.1.9.), Mdh (EC.1.1.1.37.), Skdh (EC.1.1.1.25.) e Acp (EC.3.1.3.2.)) em tampão eletrodo/gel citrato de morfolina pH 6.1. Os outros 5 sistemas foram utilizados em tampão histidina, são eles Fes (EC.1.1.1.37.) Idh (EC.1.1.1.42.), Lap (EC 3.4.11.1), Got (EC2.6.1.1) e Prx (EC 1.11.1.7).

### Análise dos dados

Após a interpretação dos zimogramas em gel, foram estimados para as 31 populações o número de total de alelos (N° Al.), alelos raros (Rr.) e exclusivos (Ex.), bem como o a heterozigotidade observada, ( $\hat{H}_o$ ) esperada ( $\hat{H}_e$ ), total ( $\hat{H}_t$ ) e o índice de fixação ( $i$ ). Foram considerados alelos raros aqueles com frequência inferior a 5%.

As análises foram conduzidas separando as populações que estão em área de UCs das populações que estão fora e, também, para o conjunto total das populações. Para a análise dos dados foram utilizados os softwares FSTAT (Goudet 2002) e GDA (Lewis & Zaykin 2001).

Os índices N° Al, Rr, Ex e  $\hat{H}_t$  para as médias dentro e fora de UCs foram obtidos através da análise conjunta de todas as populações dentro de cada categoria, sem subdivisões, criando-se uma grande população para dentro das UCs e outra para fora.

Para verificar possíveis diferenças estatísticas entre os valores de  $\hat{H}_o$ ,  $\hat{H}_e$  e  $i$  das áreas dentro e fora de UCs foram calculados os intervalos de confiança (95%) através do método *Jackknife* de reamostragem.

### Resultados e discussão

Os resultados obtidos estão sintetizados nas Tabelas 1 e 2. Apesar de a amostragem ser consideravelmente maior fora de UCs do que dentro, as diferenças entre  $\hat{H}_e$  e  $\hat{H}_o$  dentro e fora de UCs foram pequenas, mas estatisticamente significativas.

Tabela 1 – Heterozigosidade esperada ( $\hat{H}_e$ ), observada ( $\hat{H}_o$ ), índice de fixação ( $i$ ) e heterozigosidade total ( $\hat{H}_t$ ) em *Araucaria angustifolia* estimados a partir de 11 locos alozímicos para 8 populações em UCs, 23 populações fora de UCs e 31 populações no total. ( ) = intervalo de confiança 95%. [ ] = número de populações.

Table 1 – Expected ( $\hat{H}_e$ ) and observed ( $\hat{H}_o$ ) heterozygosity, fixation index ( $i$ ) and total heterozygosity ( $\hat{H}_t$ ) for *Araucaria angustifolia* estimated from 11 allozyme loci for 8 populations in PA, 23 populations out of PA and 31 populations at all. ( ) = 95% confidence interval. [ ] = number of populations.

Agrupamento	$\hat{H}_e$	$\hat{H}_o$	$i$	$\hat{H}_t$
Média UCs [8]	0,114 (0,112 - 0,116)	0,089 (0,088 - 0,091)	0,217 (0,209 - 0,227)	0,125
Média fora UCs [23]	0,128 (0,128 - 0,129)	0,096 (0,095 - 0,096)	0,254 (0,251 - 0,257)	0,144
Média geral [31]	0,124 (0,124 - 0,125)	0,094 (0,094 - 0,094)	0,245 (0,243 - 0,247)	0,142



As médias das heterozigosidades observadas ( $\hat{H}_o$ ), tanto para UCs (0,089) como as demais populações (0,096), foram compatíveis com os resultados obtidos por Auler *et al.* (2002) com 9 populações estudadas, onde  $\hat{H}_o$  foi de 0,073 e compatíveis com outro estudo desenvolvido na Flona de Três Barras, onde foram estudadas populações de plantios e naturais para indivíduos adultos, jovens e progênies (Ferreira *et al.* 2012). Em Campos do Jordão, SP, a estimativa de  $\hat{H}_o$  foi de 0,169, superior à aqui encontrada (Mantovani *et al.* 2006).

Para as heterozigosidades esperadas ( $\hat{H}_e$ ), os índices entre as populações das UCs e fora das UCs são próximos ( $\hat{H}_e = 0,114$  e  $0,128$ ), estes resultados indicam tendências semelhantes àquelas obtidas em Auler *et al.* (2002) ( $\hat{H}_e = 0,084$ ) e Ferreira *et al.* (2012) ( $\hat{H}_e = 0,110$ ). Novamente a população de Campos do Jordão apresentou resultados superiores aos demais com  $\hat{H}_e = 0,170$  (Mantovani *et al.* 2006).

Cumprir destacar que as heterozigosidades esperada e observada deste trabalho encontram-se consideravelmente abaixo do que foi avaliado por Shimizu *et al.* (2000) para uma população do Parque Nacional do Iguazu, PR, descrita como pouco antropizada e com grande área ( $\hat{H}_e = 0,248$  e  $\hat{H}_o = 0,240$ ). Esta diferença pode ser reflexo de diferenças entre ambientes, graus de antropização e tamanhos de fragmentos, mas também mostra que a espécie já atingiu ou pode atingir, maiores níveis de diversidade. É importante citar que, mesmo havendo grande variação entre as populações, nenhuma das 31 atingiu níveis acima de 0,2, tanto  $\hat{H}_e$  como para  $\hat{H}_o$ .

Como já citado, apesar de serem estatisticamente significativas, as diferenças entre  $\hat{H}_e$  e  $\hat{H}_o$  dentro e fora das UCs são pequenas. Isto demonstra que as populações dentro das UCs capturam uma parte expressiva da diversidade genética amostrada para a espécie no estado de SC.

Em termos de diversidade total ( $\hat{H}_t$ ), novamente são observadas pequenas diferenças entre os agrupamentos (Tabela 1), igualmente evidenciando uma efetividade das UCs amostradas em capturar a diversidade potencial da espécie.

Os índices de fixação encontrados podem ser considerados elevados, especialmente para uma espécie dioica anemófila de polinização aberta. Neste caso a endogamia e a deriva genética podem estar influenciando estes valores, especialmente por se tratarem de estimativa a partir de várias populações. O  $\hat{f}$  encontrado para dentro de UCs e fora de UCs foi de 0,217 e 0,254, respectivamente (Tabela 1). Índices que superam a endogamia esperada para cruzamentos entre meio-irmão (0,125) e se aproximam da endogamia esperada em cruzamento de irmãos-completos (0,250), no entanto, estes valores incluem também as diferenças entre as populações amostradas.

Tais resultados, além de apontarem para uma perda de diversidade já existente e que se acumula com o passar de gerações, demonstram a necessidade de medidas efetivas para a conservação da espécie. Elevados índices de fixação, para araucária, também foram encontrados em outros trabalhos, como Ferreira *et al.* 2012, Auler *et al.* 2002 e Stefenon *et al.* 2007 que encontraram  $\hat{f}$  de 0,210, 0,143 e 0,110, respectivamente.

O número total de alelos das populações contidas dentro de UCs foi de 28 (Tabela 2), considerando as demais populações do estudo, o número total de alelos foi de 34. Neste sentido, observa-se que 6 alelos são encontrados exclusivamente em populações situadas fora das áreas de UCs. Ainda que as UCs estejam subamostradas, as mesmas capturam uma parte expressiva (cerca de 80%) da diversidade de alelos total. Entretanto, medidas que venham a incrementar a quantidade de alelos da espécie em áreas protegidas são de grande importância.

Tabela 2 – Alelos raros (Rr.), exclusivos (Ex.) e número total de alelos (N° Al.) de *Araucaria angustifolia* estimados a partir de 11 locos alozímicos para 8 populações em UCs, 23 populações fora de UCs e 31 populações no total. [ ] = número de populações.

Table 2 – Rare alleles (Rr.), private (Ex.) and total alleles number for *Araucaria angustifolia* estimated from 11 allozyme loci for 8 populations in PA, 23 populations out of PA and 31 populations at all. [ ] = number of populations.

Agrupamento	Rr.	Ex.	N° Al.
Total UCs [8]	10	0	28
Total fora UCs [23]	15	6	34
Total geral [31]	15	-	34

Para o conjunto de populações de dentro de UCs foram encontrados 10 alelos raros, já para o total das populações de fora de UCs foram 15 os alelos raros detectados. Novamente, este é um indicativo da disparidade amostral, mas também da existência de outras áreas prioritárias para conservação. Cabe observar que, por serem alelos de baixa frequência, os alelos raros estão mais susceptíveis à perda por deriva genética.

As diferenças entre os índices de dentro e fora de UCs apontam para a necessidade de ações no sentido de melhorar a representatividade da diversidade genética de *A. angustifolia* nas UCs. Ensaios de procedência e progênie, dentro das UCs, podem ser uma alternativa para a conservação, visando também o melhoramento da espécie que, naturalmente, apresenta um excelente potencial madeireiro e alimentício.

Plantios que visem capturar a diversidade da espécie do entorno das UCs também pode ser uma boa estratégia para conservação da araucária. Ferreira *et al.* (2012) avaliaram parâmetros genéticos de plantios de araucária, de diferentes procedências, da Flona de Três Barras, SC. Os resultados demonstram que os plantios são de grande utilidade tanto para conservação, quanto para o melhoramento e elaboração de estratégias de reflorestamento da espécie. Existem plantios de araucária em ao menos nove Florestas Nacionais do Sul e Sudeste do Brasil e, assim, como na Flona de Três Barras, tais plantios podem representar uma importante reserva de diversidade genética, além de contribuírem para a conservação para a espécie.

Estudos futuros que visem à caracterização da diversidade genética de populações de *A. angustifolia* que façam parte de outras UCs não amostradas por este trabalho podem ser importantes, especialmente, no sentido de se conhecer melhor qual a real magnitude da diversidade de araucária que está sob proteção das unidades.

## Conclusões

O presente estudo englobou 31 populações, distribuídas por toda a área de ocorrência de *A. angustifolia* no estado de SC, com diferentes níveis de antropização, tamanhos e formas de fragmento e que geraram uma grande magnitude de variação para os índices avaliados. Entretanto, apesar de haverem diferenças nas magnitudes dos índices para os diferentes agrupamentos, as oito UCs avaliadas retêm uma porção significativa da diversidade genética de *A. angustifolia* amostrada no estado, especialmente em termos da heterozigotidade esperada ( $H_e$  – 0,114 de 0,124) e do número total de alelos (N° Al. - 28 de 34).

Ressalta-se a importância das UCs, não somente na conservação de diversidade genética, mas também, como locais de pesquisa e de experimentação para o aprimoramento de estratégias de conservação e uso de recursos genéticos.

## Agradecimentos

Os autores agradecem a todas as UCs que possibilitaram a realização deste trabalho, bem como ao Laboratório de Fisiologia do Desenvolvimento e Genética Vegetal (LFDGV-UFSC) por ceder a infraestrutura necessária para as análises isoenzimáticas. Agradecemos também a FAPESC, CNPq e CAPES pelo suporte financeiro.

## Referências bibliográficas

- Alfenas, A.C. 1998. **Eletroforese de isoenzimas e proteínas afins**: fundamentos e aplicações em plantas e microorganismos. Viçosa: Editora Universidade Federal de Viçosa.
- Auler, N.M.F.; Reis, M.S.; Guerra, M.P. & Nodari, R.O. 2002. The genetics and conservation of *Araucaria angustifolia*: genetic structure and diversity of natural populations by of means of non-adaptive variation in the state of Santa Catarina. **Genet. Mol. Biol.**, 25: 329–338.
- Berg, E.E. & Hamrick, J.L. 1997. Quantification of genetic diversity at allozyme loci. **Canadian Journal Forest Research**, 27: 415-424.
- Brasil, 2008. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. **Cadastro nacional de unidades de conservação**. Disponível em <[http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf\\_dap\\_cnuc2/\\_arquivos/uc\\_por\\_esferacnuc\\_31jan2012\\_119.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_dap_cnuc2/_arquivos/uc_por_esferacnuc_31jan2012_119.pdf)> (Acesso em 21/02/2012).
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa nº 6, de 23 de setembro de 2008. Lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 24 set. 2008. Seção 1, p. 75-83.
- Carvalho, P.E.R. 1994. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ.
- Duarte, A.S.; Vieira da Silva C.; Puchalski, A.; Mantovani, M.; Silva, J.Z. & Reis, M.S. 2007. Estrutura demográfica e produção de frutos de *Bromelia antiacantha* Bertol. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, 9: 106-112.
- Ferreira, D.K.; Nazareno, A.G.; Mantovani, A.; Bittencourt, R.; Sebbenn, A.M.; Reis, M.S. 2012. Genetic analysis of 50-year old Brazilian pine (*Araucaria angustifolia*) plantations: implications for conservation planning. **Conservation Genetics**, 13: 435-442.
- Goudet, J. 2002. **FSTAT**, a program to estimate and test gene diversities and fixation indices (version 2.9.3).
- Guerra, M.P.; Silveira, V.; Reis, M.S. & Schneider, L. 2002. Exploração, manejo e conservação da araucária (*Araucaria angustifolia*). In: Simões, L.L. & Lino, C.F. (Org.). **Sustentável Mata Atlântica: a exploração de seus recursos florestais**. São Paulo: Ed. SENAC, 215p.
- IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção. Portaria 006/92-N de 15 de janeiro de 1992. **Diário Oficial**.
- Job, G. & Vieira, E.M. 2008. Seed predation of *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) in the Brazilian Araucaria Forest: influence of deposition site and comparative role of small and 'large' mammals. **Plant Ecology**, 198: 185–196.
- Klein, R.M. 1978. Mapa fitogeográfico do Estado de Santa Catarina. **Flora Ilustrada Catarinense**, 24p.
- Lewis, P.O. & Zaykin, D. 2001. **Genetic Data Analysis** (GDA): Computer program for the analysis of allelic data. Versão 1.0.
- Mantovani, A.; Morellato, L.P.C. & Reis, M.S. 2006. Internal genetic structure and outcrossing rate in a natural population of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. **J. Hered.**, 97:466–472.
- Mariot, A.; Mantovani, A.; Bittencourt, R.; Ferreira, D.K. & Reis, M.S. 2010. Estrutura populacional e incremento corrente anual de casca-de-anta (*Drimys brasiliensis* Miers - Winteraceae) em Caçador, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, 12: 168-178.



- Marques A.C. & Nucci J.C. 2007. Planejamento, gestão e manejo em unidades de conservação. **Revista Ensino e Pesquisa**, 4: 33-39.
- Paise, G. & Vieira, E.M. 2005. Produção de frutos e distribuição espacial de angiospermas com frutos zoocóricos em uma Floresta Ombrófila Mista no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, 28: 615 - 625.
- Reitz, R. & Klein, R. 1966. **Araucariáceas**. Flora Ilustrada Catarinense. 65 p.
- Seitz, R. 1986. Crow development of *Araucaria angustifolia* in its natural-environment during sixty years. In: Fujimori, T. & Whitehead, D. (eds). **Crow and canopy structure in relation to productivity**. Forestry and Forest Products Research Institute. Ed. Ibaraki, Japan, p.129-145.
- Shimizu, J.Y.; Jaeger, P. & Sopchaki, S.A. 2000. Variabilidade Genética em uma População Remanescente de Araucária no Parque Nacional do Iguaçu, Brasil. **Boletim de Pesquisa Florestal** 41: 18-36.
- Shimizu, J.Y. & Oliveira, Y.M.M. 1981. **Distribuição, variação e usos dos recursos genéticos da araucária no sul do Brasil**. Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 9 p.
- Silva, J.Z. & Reis, M.S. 2010. Effects of different simulated management intensities on the genetic diversity of a heart-of-palm tree natural population (*Euterpe edulis* Martius). **Silvae Genetica**, 59: 201-210.
- Stefenon, V.M.; Gailing, O. & Finkeldey, R. 2007. Genetic structure of *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) populations in Brazil: implications for the in situ conservation of genetic resources. **Plant Biol.**, 9: 516-525.
- Vibrans, A.C.; Sevegnani, L.; Gasper, A.L. & Lingner, D.V. 2012. **Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina – Diversidade e Conservação dos Remanescentes Florestais**. Blumenau: Editora da FURB. (no prelo)