



Revista científica publicada pela  
Biblioteca Digital de Periódicos  
Centro de Ciências Florestais e da Madeira  
Setor de Ciências Agrárias  
Universidade Federal do Paraná

Volume Especial  
**Comemorativo do Cinquentenário da Revista FLORESTA**  
**1969 - 2019**





A revista FLORESTA foi criada em 1969 pelo Centro de Pesquisas Florestais da Faculdade de Florestas da Universidade Federal do Paraná. Esse Centro foi responsável pela sua publicação até 1987. No período de 1988 a 2015, a revista passou a ser publicada pela Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná em convênio com a Universidade Federal do Paraná. Atualmente conta com o suporte técnico-científico dos docentes dos departamentos afins com os cursos de graduação e pós-graduação em Engenharia Florestal. Revisores *ad hoc* ligados à área florestal da UFPR, de outras universidades, de instituições de pesquisa e de empresas contribuem, apreciando os trabalhos submetidos a esta revista.

A partir de 2008, passou de uma publicação quadrienal para trimestral, ajustando-se com maior rigor às novas diretrizes da CAPES e dos indexadores mais exigentes, que sugerem a publicação de no mínimo quatro números por ano. Em 2004, a revista resgatou todos os volumes antigos e fez a escanerização dos artigos, desde o seu primeiro volume, de 1969. Esses volumes estão disponíveis no site [www.fugef.ufpr.br/floresta](http://www.fugef.ufpr.br/floresta) para consulta e reprodução.

Importante levantamento foi efetuado pelo Professor Rui Maggi sobre as publicações científicas dos professores dos cursos de Engenharia Florestal e Engenharia Industrial Madeireira na Revista Floresta nos últimos 50 anos. Um total de 1606 trabalhos foram publicados neste período, escritos por 1024 autores do país e do exterior.

Este número especial foi proposto pela Comissão Organizadora do evento comemorativo do cinquentenário da revista FLORESTA, englobando um artigo introdutório e mais cinco outros para retratar a pesquisa e desenvolvimento no campo florestal na UFPR nos últimos 50 anos, respectivamente nas áreas de concentração da Pós-Graduação: Silvicultura, Manejo Florestal, Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais, Conservação da Natureza e Economia, Administração e Política Florestal.

Muito foi desenvolvido e consolidado pelos nossos professores e os extraordinários avanços ocorridos na base florestal do país nestes últimos 50 anos é motivo de júbilo para nós. Não temos como saber o quanto de nós está nestes resultados, porém estamos conscientes que o nosso trabalho e nossas contribuições científicas ajudaram a edificar esta realidade.





---

PESQUISA & DESENVOLVIMENTO NO CAMPO FLORESTAL 09  
NA UFPR NOS ÚLTIMOS 50 ANOS

*Sylvio Péllico Netto e Rui Maggi*

---

A SILVICULTURA NO BRASIL 31  
*Mario Takao Inoue*

---

MANEJO FLORESTAL 47  
*Sylvio Péllico Netto*

---

TECNOLOGIA E UTILIZAÇÃO DE PRODUTOS FLORESTAIS 73  
*Ivan Tomaselli*

---

ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E POLÍTICA FLORESTAL 89  
*Ricardo Berger e Joésio Deoclécio Pierin Siqueira*

---

CONSERVAÇÃO DA NATUREZA 103  
*Ronaldo Viana Soares, Antônio Carlos Batista, Daniela Biondi Batista,  
Alexandre França Tetto, Christopher Thomas Blum*

---



# PESQUISA & DESENVOLVIMENTO NO CAMPO FLORESTAL NA UFPR NOS ÚLTIMOS 50 ANOS

Sylvio Péllico Netto\*<sup>1</sup>, Rui Maggi\*<sup>2</sup>

## Resumo

O desenvolvimento da ciência florestal teve grande impulso após a transferência da Faculdade de Floresta, em 1964, de Viçosa para Curitiba. Maack foi pioneiro e relevante personagem para o conhecimento sobre as florestas do Paraná, especialmente sobre a espécie *Araucaria angustifolia*. O inventário florestal do Pinheiro do Paraná foi marco decisivo para conscientizar as autoridades paranaenses e brasileiras para a necessidade de aprimoramento de políticas públicas para dinamizar e conservar os remanescentes florestais no sul do país. A criação do Centro de Pesquisas Florestais – CPF em 1968 conscientizou os professores da então Faculdade de Florestas sobre a importância de se fazer pesquisa de bom nível. A partir deste marco referencial, iniciaram-se as contribuições científicas produzidas por todas as áreas do conhecimento, mais especificamente de Silvicultura, de Manejo Florestal, de Tecnologia da Madeira e de Produtos Florestais, de Conservação da Natureza, e de Economia, Administração e Política Florestal. Em 1971 surgiu a Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná – FUPEF. A interação dos cursos florestais da UFPR com o setor produtivo, tanto de Graduação, como da Pós-Graduação, resultou da consciência de se trabalhar juntos, por entender que a pesquisa científica e tecnológica devem contribuir para o desenvolvimento qualitativo da produção florestal brasileira. Nos últimos 45 anos foram desenvolvidos 475 projetos e convênios fruto desta interação. O grande marco para consolidação de pesquisas florestais no país se deu com a assinatura do Convênio de Cooperação Técnica entre a UFPR e a Universidade Albert-Ludwig de Freiburg, da Alemanha, em 1970. Durante esse período, houve um efetivo desenvolvimento em ensino, pesquisa e extensão florestal, incluindo a criação do primeiro curso de mestrado em Engenharia Florestal em 1972 e o de doutorado em 1982, no Brasil. Fruto desta importante cooperação, já concluíram suas dissertações e teses, nos últimos 47 anos, 806 mestres e 494 doutores, totalizando 1300 pós-graduados, a mais expressiva formação no âmbito das Ciências Agrárias do país. A Revista Floresta, criada com o objetivo de divulgar a produção científica de nossos professores e de outros pesquisadores do país, já publicou nos últimos 50 anos 1606 trabalhos produzidos por 1024 autores. Os extraordinários avanços ocorridos na base florestal do país nestes últimos 50 anos é motivo de júbilo para nós. Não temos como saber o quanto de nós está nestes resultados, porém estamos conscientes que o nosso trabalho e nossas contribuições científicas ajudaram a edificar esta realidade.

## Summary

The development of forest science had a great impulse after the transference of the Faculty of Forest, in 1964, from Viçosa to Curitiba. Maack was a pioneer and relevant character for knowledge about the forests of Paraná, especially about *Araucaria angustifolia*. The forest inventory of Paraná-Pine was a decisive milestone to make Paraná and Brazilian authorities aware of the need to improve public policies to boost and conserve forest remnants in the south of the country. The creation of the Forest Research Center - FRC in 1968 signaled to the professors of the Forest College about the importance of doing good research. From this frame of reference, the scientific contributions produced by all areas of knowledge began, specifically in Silviculture, Forest Management, Wood and Forest Products Technology, Nature Conservation, and Economy, Administration and Forest Policy. In 1971, the Paraná Forest Research Foundation - FUPEF was

---

1. Professor Sênior do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFPR

2. Professor do Curso de Engenharia Industrial Madeireira da UFPR

created. The interaction of UFPR's forestry courses, undergraduate and graduate, with the productive sectors resulted from the awareness of working together, as they understood that scientific and technological research must contribute to the qualitative development of Brazilian forest production. In the last 45 years, 475 projects and agreements have been developed as a result of this interaction. The major milestone for the consolidation of forestry research in the country was the signing of the Technical Cooperation Agreement between UFPR and the Albert-Ludwig University of Freiburg, Germany in 1970. During this period, there was an effective development in forest teaching, research and extension, including the creation of the first Master's Program in Forest Engineering in 1972 and the first Doctor's Program in 1982 in Brazil. As a result of this important cooperation, in the last 47 years, 806 masters and 494 doctors have completed their dissertations and thesis, totaling 1300 graduates, the most significant graduate education in the field of Agrarian Sciences in the country. The Journal Floresta, created with the objective of disseminating the scientific production of our professors and other researchers in the country, has published, in the last 50 years, 1606 papers produced by 1024 authors. The extraordinary advances that have been made in the country's forest base over the last 50 years have caused us joy. We can not know how much of us are in these results, but we are aware that our work and our scientific contributions have helped to build this reality.

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da ciência florestal teve grande impulso com a Faculdade de Floresta em 1964, após sua transferência de Viçosa para Curitiba. As importantes contribuições científicas até então destacáveis no estado do Paraná foram feitas por Reinhard Maack, que sempre esteve preocupado com a devastação das florestas paranaenses desde 1926, além de ter se dedicado a fundo sobre a fisiografia e fitogeografia do estado do Paraná. Sua primeira contribuição científica sobre as florestas paranaenses foi publicada em Berlin, Maack, (1931).

Salienta Maack, já em 1931, que a devastação da floresta tropical e subtropical do norte do Paraná era praticada com voracidade, visando abrir novas terras para plantios de café, o então chamado ouro verde, que caracterizaria a era áurea da cafeicultura no Brasil. As florestas eram derrubadas, as madeiras mais importantes eram aproveitadas estritamente para o uso doméstico e o restante, que perfazia mais de 80% do total cortado, era queimado para dar lugar imediato a agricultura de subsistência e, em seguida, ao café.

As pregações de Maack continuaram, posteriormente, sempre ressaltando os grandes problemas resultantes do desmatamento no Paraná. Ele enalteceu as marcantes consequências advindas da devastação, principalmente no norte do Paraná, quando revelou o início do grave problema da erosão, cujas consequências ainda hoje são de incomensurável monta. Ele menciona que, por volta do início dos anos 50, nem o estado, nem os proprietários rurais se preocupavam com a criação de Reservas Florestais, nem com a manutenção de florestas protetoras de nascentes e dos cursos d'água em geral. A marcha do desmatamento, caracterizado por ele em detalhes como típico movimento sucessivo de agricultura migratória, moveu-se gradualmente no primeiro planalto paranaense, passou ao segundo planalto e atingiu finalmente o terceiro, sem que o processo fosse interditado, ou mesmo restringido. Tal avanço atingiu, entretanto, seu ponto crítico ao penetrar na região de ocorrência do Arenito-Caiuá, cuja condição estrutural arenosa do solo é extremamente suscetível à erosão, Maack (1956). Aí se verificaram problemas de dimensões catastróficas, principalmente dentro e nas cercanias de cidades atingidas pela erosão. Especificamente nessas regiões, onde o equilíbrio de cobertura florestal deveria ser mantido, ultrapassou demasiadamente os limites admissíveis, que permitiriam controlar o progresso da erosão em um nível mínimo e aceitável, como pressuposto no âmbito da conservação dos recursos florestais. Tal problema somente poderia ter sido minorado se tivesse ocorrido uma solução biológica e não apenas a execução de inúmeras obras de engenharia, que apareciam ser o único caminho possível para deter as crescentes voçorocas amedrontadoras da população. As bases fundamentais do equilíbrio ecológico haviam sido rompidas e as consequências começaram abalar a tranquilidade das populações ali residentes. Já naquela década foram se revelando fenômenos adversos, como secas prolongadas, inundações, irregularidades climáticas extemporâneas, com reflexos desgastantes para a economia rural local.

Em seu último artigo publicado em Berlin, Maack salienta de maneira muito preocupante sua experiência reunida nos seus 35 anos dedicados ao conhecimento das florestas e da importância de sua conservação para assegurar o equilíbrio ambiental no estado do Paraná. Fala ele, neste momento de sua vida,

com larga experiência e vivência científica, das realidades amargas advindas do exacerbado desmatamento ocorrido no estado do Paraná, Maack (1960). Ele apresenta neste trabalho um exemplo concreto das mudanças ocorridas no solo de uma fazenda de café, originalmente coberta por floresta virgem e 20 anos após seu desmatamento. Houve a perda de 35 cm da camada de solo superficial de melhor qualidade, com drásticas reduções nos teores de matéria orgânica, nitrogênio, cálcio, potássio e fósforo.

Sua última importante contribuição científica se deu em 1968, quatro anos após a Faculdade de Florestas estar funcionando em solo paranaense, com a publicação de seu livro *Geografia Física do Paraná*. Nesta obra ele sintetiza todo o seu trabalho, apresentando uma importante série histórica sobre a evolução do desmatamento no Paraná até o ano de 1965, Maack (1968).

Outras contribuições relevantes vieram subsequentemente somar aos esforços empreendidos por Maack, especialmente as de Damis Heinsdijk, de origem holandesa, que foi o primeiro contribuidor para a realização de estudos quantitativos nas florestas de araucária no Sul do país. Em seu trabalho *Volumes do Pinheiro*, ele publicou a primeira equação volumétrica ajustada para dados provenientes das florestas nativas de araucária amostradas em todo o sul do país, tendo, como consequência, construído a primeira tabela de volume para esta espécie, (HEINSDIJK, 1959).

Desde a criação da então Escola Nacional de Florestas em Viçosa, MG, o governo brasileiro conscientizou-se da necessidade de buscar contribuição internacional para a consolidação e desenvolvimento do curso de Engenharia Florestal no país para atendimento da formação profissionalizante. Um convênio internacional de cooperação com as Nações Unidas – UNDP/FAO foi assinado e, a partir do primeiro semestre de 1962, começaram a chegar os primeiros professores (PEDROSA-MACEDO e MACHADO, 2003).

Os primeiros professores vieram, em sua maioria da Europa, razão pela qual nossas razões de formação florestal no Brasil vieram do conhecimento científico europeu. Assim, Gerhard Speidel, alemão, além de ser o primeiro Diretor do Projeto UNDP/FAO, era responsável pela área de Economia e Avaliação Florestal, Geoffrey George Gray, inglês, responsável por Dendrometria e Utilização de Produtos Florestais, Alfred A. Kotschwar, austríaco, responsável por Introdução à Ciência Florestal, Anatomia e Tecnologia da Madeira, Proteção Florestal e Utilização Florestal, Frederick J. van Dillewijn, holandês, responsável por Dendrometria, Fotogrametria e Fotointerpretação Florestal, e Inventário Florestal, Volhat von Deichmann, alemão, responsável por Ecologia Florestal e Silvicultura, Orlando Vasconcelos de Azevedo, português, responsável por Solos Florestais e Conservação de Solos, Jean Dubois, belga, responsável por Dendrologia e Silvicultura Tropical, Vladimir Karol Hasek, tcheco, responsável por Utilização de Produtos Florestais e Exploração Florestal, Henrich Moosmayer, alemão, responsável por Economia Florestal em substituição a Gerhard Speidel, Karl Heins Oedekoven, alemão, responsável por Ordenamento Florestal, José Lagrifa Mendes, português, responsável por Política Florestal, Jens Thompson, dinamarquês, responsável pela Estação Experimental de Rio Negro, PR, Derk De Groot, holandês, responsável por Fotogrametria e Fotointerpretação, John Lindeblon, sueco, responsável por Tecnologia da Madeira, Cyril C. H. Holmes, responsável pela Estação Experimental de Viçosa, MG, H. Tanaka, japonês, responsável por Silvicultura, Pieter H. Hallewas, holandês, responsável pela Estação de Pesquisa Florestal da Amazônia, Oliver K. Knowles, inglês, responsável por Utilização de Produtos Florestais no Centro de Treinamento da Madeira, Santarém, PA, Caes Linden, sueco, responsável pela Estação de Pesquisa Florestal de Viçosa, MG, Gerhard von Jonquières, alemão, responsável por Planejamento de Uso da Terra e Bernard von Strengle, alemão, também ligado às Estações Experimentais.

A conclusão do inventário da araucária no Paraná, em 1966, tornou-se um importante marco para o desenvolvimento florestal do estado do Paraná. O impacto do trabalho oportuno de Dillewijn gerou repercuções sensíveis nas autoridades do estado e, por extensão, às autoridades do governo federal. O governador do Paraná, Ney Aminthas de Barros Braga se inteirou minuciosamente dos relatos de Dillewijn e, tendo assumido naquela época o Ministério da Agricultura no governo do Marechal Humberto de Alencar Castello Branco, propôs o estabelecimento de uma política de reflorestamento ao país, por meio de incentivos fiscais, que foi concretizada com a promulgação da Lei n. 5106/1966, em 02 de setembro de 1966 e publicada no DOU de 05 de setembro de 1966, tendo-a assinado o Ministro da Agricultura Severo Fagundes Gomes, que sucedeu Ney Braga no mesmo governo.

A partir deste marco referencial, iniciou-se na Faculdade de Florestas as contribuições científicas produzidas por todas as áreas do conhecimento, mais especificamente de Silvicultura, de Manejo Florestal, de Tecnologia da Madeira e de Produtos Florestais, de Conservação da Natureza, e de Economia, Administração e Política Florestal.

## CPF

A nova fase de crescimento da produção florestal no país sinalizou-nos a necessidade de criar uma estrutura para interagir com a comunidade florestal do Paraná e do país. Em 1968 propusemos a criação do Centro de Pesquisas Florestais – CPF, vinculado à Faculdade de Florestas, o qual, após a aprovação pelo Conselho Universitário da UFPR, teve suas atividades iniciadas já em 1968. O primeiro diretor do CPF foi o professor Jean Dubois, integrante do primeiro grupo de professores do ciclo profissionalizante vindos através do convênio da FAO, nomeado pelo Diretor da Faculdade de Florestas, Dr. Newton Isaac da Silva Carneiro. O professor Sylvio Péllico Netto, primeiro Mestre em Ciências Florestais no Brasil, com título obtido na Universidade de Nova Iorque, Estados Unidos, o sucedeu, dadas as crescentes solicitações para a execução de inventários florestais no país. Em 1968, estando o Centro de Pesquisas Florestais-CPF já criado, continuou-se a realizar inventários florestais no Paraná e em todo o país, dada a importância e o impacto causado pelo trabalho de Dillewijn. O IBDF, tendo colocado como prioridade quase absoluta em sua atividade política e técnica, a coordenação e supervisão do Programa Nacional de Florestamento e Reflorestamento – PNFR, encerrou sua atividade no campo de inventários florestais e, dessa maneira, o CPF ganhou prestígio nacional pelos contínuos trabalhos que passou a executar desde 1966.

Inúmeros trabalhos de importância regional e nacional foram executados pelo CPF/UFPR no período de 1966 até 1972, destacando-se seis trabalhos que estão detalhados no documento elaborado pela área de Manejo Florestal, neste mesmo documento. Destaque deve ser feito para o primeiro inventário florestal realizado em uma unidade da federação, no Distrito Federal, 1972, em área de 574.814,00 ha, por solicitação da Fundação Zoobotânica do Distrito Federal.

A experiência vivida neste período foi por demais fértil e desafiadora, pois trabalhamos inventariando áreas florestais extensas no sul, no âmbito da Floresta Atlântica e da Floresta Ombrófila Mista, no Brasil Central, no bioma do Cerrado, no nordeste, no bioma da Caatinga, e no norte, no bioma da Floresta Amazônica. Estes inventários realizados em extensas áreas permitiram-nos, professores da área de manejo, conquistar grande experiência em mapeamento florestal, planejamento e execução dos trabalhos de campo, em condições de acesso muitas vezes bem adversas, e, também, treinar e formar muitos especialistas para a execução de inventários florestais no país. Neste período, se poderá atribuir ao professor Dillewijn ter criado uma escola brasileira formadora de mapeadores, dendrométristas e inventariadores de florestas.

A experiência vivida no então laboratório de Silvimetria da Faculdade de Florestas durante o período Dillewijn e posteriormente com seus sucessores, permitiu surgir no Paraná e no sul do país avanços no campo das geotecnologias aplicadas aos estudos florestais, razão pela qual surgiram as empresas atuantes neste segmento, o que antes se concentrava apenas no estado do Rio de Janeiro. Hoje conta-se com mais de 100 empresas atuando neste segmento no país.

Concomitantemente com a realização desses trabalhos pelo CPF, Dillewijn e seus colaboradores estabeleceram forte aproximação com os produtores e industriais de madeira no Paraná. Este processo integrativo foi estabelecido no âmbito da Federação das Indústrias do Estado do Paraná, naquela época com forte domínio dos madeireiros do Paraná. Em pouco tempo, após o início dos plantios de pinus e eucaliptos com os incentivos fiscais, a partir de 1966, as empresas florestais gradualmente demandaram conhecimentos científicos e técnicos para plantarem, manejarem, industrializarem e comercializarem seus produtos florestais. A FIEP intensificou o contato com a então Faculdade de Florestas para atender aos produtores e industriais de madeira no Paraná em todos os campos da ciência florestal, desde as técnicas de produção de mudas em viveiros até a comercialização de produtos florestais.

## FUPEF

O CPF, por ser uma unidade de administração direta da UFPR dependia, para executar estas parcerias, da assinatura de convênios, o que tornou um forte anteparo para se garantir eficiência na execução dos trabalhos com as empresas, devido à burocracia vigente para viabilizar os trabalhos em prazos compatíveis com os estabelecidos pelas empresas. Durante este período, iniciamos uma discussão bastante complexa e de difícil convencimento para uma mudança nos procedimentos administrativos. A administração pública direta era e continua sendo um caminho burocrático com estrito cumprimento de leis, decretos, normas e portarias para execução de atividades, tanto no âmbito interno como no externo. Havíamos tomado ciência

de que na ESALQ, em Piracicaba, este mesmo problema estava travando o estabelecimento de interação mais eficiente com as empresas florestais do Estado de São Paulo. Eles criaram, em 1968, o Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – IPEF, porém uma associação sem finalidade econômica, portanto uma instituição sem fins lucrativos.

Dois anos depois, havíamos conseguido convencer as autoridades da UFPR a criar uma entidade com a mesma finalidade, mas nossa proposta convergiu para a estrutura fundacional e, assim, em 1971, surgiu a Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná – FUPEF. Lembro-me de um momento vital para este acontecimento, quando o então Diretor da Faculdade de Florestas, Professor Bernhard Max Staudacher, chamou-me a seu gabinete para informar-me que estávamos autorizados a criar a FUPEF, porém com uma clara advertência: “Esta fundação deverá caminhar com suas próprias pernas, porque, segundo suas palavras, fundações somente sobrevivem se elas forem criadas com o apoio de recursos públicos ou com os advindos de benfeiteiros privados”. Mesmo diante de tais claras determinações, mantivemos nossa convicção de que as empresas florestais paranaenses nos ajudariam a mantê-la viva e funcionando, como o está até o presente momento.

Mais tarde, em 1974, os professores da Universidade Federal de Viçosa também criaram a Sociedade de Investigação Florestal – SIF, com a mesma finalidade, configurando-se, assim, três maneiras diferentes de interação e cooperação com o setor produtivo.

A FUPEF, como foi então proposta, é uma entidade de direito privado, sem fins lucrativos, fundada em 30 de agosto de 1971, com apoio da Universidade Federal do Paraná – UFPR. Em 1973, ela recebeu a Declaração de Utilidade Pública do Estado do Paraná, pela lei nº 6.443/73, no ano de 2015 foi também declarada de Utilidade Pública Municipal, pela lei nº 14.597/15 e reconhecida como Instituição de Ciência, Tecnologia e Inovação - ICTI privada, pela Lei nº 10.973 de 02 de dezembro de 2004, (art. 2º, V) alterada pela Lei nº 12.243 de 16 de janeiro de 2016. A FUPEF conta com o apoio da Universidade Federal do Paraná – UFPR, com credenciamento no MEC e MCTIC pela Portaria Interministerial MEC/MCT nº 32/2015 e prorrogado pela Portaria Interministerial MEC/MCT nº 42/2017. Recebeu, ainda, o Certificado de Credenciamento como Fundação apta a receber e gerenciar recursos oriundos de pessoas Jurídicas de Direito Privado, destinados ao apoio a Projetos de Pesquisa pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq.

A FUPEF pressupõe, como uma das suas principais finalidades, promover o apoio sistemático ao desenvolvimento e a sustentabilidade de atividades florestais nas áreas do ensino, pesquisa, desenvolvimento e difusão tecnológica, junto ao setor público e privado nas áreas: ambiental, industrial, silvicultural, de inventário e manejo florestal, de economia e política florestal, de tecnologia de produtos florestais, em ciências agrárias e da terra, por meio de pesquisas científicas, desenvolvimento tecnológico e inovação, em certificação florestal, em energias renováveis e mudanças climáticas, e nos aspectos mais abrangentes como saúde, educação e desenvolvimento social.

Na integração acadêmica com a UFPR viabiliza a realização de dissertações e teses dos alunos do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, atuando junto às empresas associadas e não associadas, no Brasil e no exterior, administrando e coordenando projetos de pesquisa e programas de trabalho e visando maior aproximação do setor florestal (industrial e ambiental) com a UFPR.

Por meio de convênios com instituições de outros países, como Alemanha, Estados Unidos, África do Sul, Nova Zelândia, Argentina, Moçambique, desenvolvem-se programas de intercâmbio para a execução de pesquisas e de projetos específicos.

Ao longo de sua existência, a FUPEF já realizou mais de 500 projetos de relevância para o desenvolvimento florestal e conservação ambiental, distribuídos nos mais diversos estados brasileiros, com destaque no Estado do Paraná e na Amazônia, bem como relevantes projetos em diversos países de vários continentes.

Como se pode depreender, a interação dos cursos florestais da UFPR, tanto de Graduação, como de Pós-Graduação, com o setor produtivo resultou da conscientização de se trabalhar juntos, por entender que a pesquisa científica e tecnológica devem contribuir para o desenvolvimento qualitativo da produção florestal brasileira.

A FUPEF atua, como é próprio das estruturas fundacionais, por meio das seguintes estruturas: Conselho Curador, como função consultiva e deliberativa; Diretoria Executiva (Administrativa, Científica e Financeira) e o Conselho Fiscal, com a função de Controle e Fiscalização das atividades exercidas para a consecução de suas atividades fins. Mantém, ainda, Assessorias para a Diretoria Executiva: Secretaria

Geral, Tesouraria (Financeiro e Contabilidade, Departamento de Compras e Licitações; Assessoria Jurídica e um Departamento de Gestão de Projetos.

Uma compilação dos principais projetos executados pela FUPEF nestes últimos 47 anos está apresentada nos Quadros: 1; 2 e 3 (FUPEF, 2014).

Quadro 1. Participação dos Professores de Engenharia Florestal, de Engenharia Industrial Madeireira e outros em Projetos da FUPEF de 1974 a 2010

PROFESSORES		
SILVICULTURA	MANEJO FLORESTAL	TECNOLOGIA DA MADEIRA E DE PRODUTOS FLORESTAIS
Antônio Rioyei Higa	Afonso Figueiredo Filho	Alan Sulato de Andrade
Augusto Arlindo Simon	Ana Paula Dalla Corte	Amauri Simioni
Cecília Iritani	Attilio Antônio Disperati	Antônio Sálvio Mangrich
Celina Wisniewski	Carlos Roberto Sanquette	Carlos E. Camargo de Albuquerque
Cícero Dechamps	Carla Maria Camargo Corrêa	Dimas Agostinho da Silva
Elisabeth Hildebrand	Christel Lingnau	Graciela Inês Bolzón de Muniz
Flávio Zanette	Dartagnan Baggio Emerenciano	Ivan Tomaselli
José Henrique Pedrosa-Macedo	Dietrich Burger	Jorge Luís Monteiro de Matos
Jorge Roberto Malinovski	Henrique Soares Koehler	Luiz Carlos Everton de Farias
Luiz Carlos Nascimento Tourinho	I. Makase	Marcelo Lubas
Maurício Balensiefer	Joésio Deoclécio Pierin Siqueira	Márcio Pereira da Rocha
Newton Isaac da Silva Carneiro	Júlio Eduardo Arce	Nadir Silva Castro
Nilton José de Souza	Lourdes Maria Ferreira	Peter Karstedt
Reinold Jan de Hoogh	Luís Roberto Dantas Bruel	Ricardo Augusto Mazza
Renato Marques	Otto Luiz Gantzel	Ricardo Jorge Klitzke
Rudi Arno Seitz	Paulo Roberto Castella	Setsuo Iwakiri
	Rozane de Loyola Eisfeld	Sidon Keinert Jr.
	Roberto Tuyoshi Hosokawa	Umberto Klock
	Sandra Regina Cavichiolo	FUPEF
	Sebastião do Amaral Machado	
	Sylvio Péllico Netto	
ECONOMIA E POLÍTICA FLORESTAL	CONSERVAÇÃO DA NATUREZA	OUTRAS
Empresa Nativa	Afonso A. Magalhães de Araújo	Alessander C. Morales Kormann
Luiz Carlos Everton de Farias	Alessander C. Morales Kormann	Alex Maiorka
Paulo de Tarso de Lara Pires	André Virmond Lima Bittencourt	Antônio João Scandolera
Roberto Rochadelli	Antônio Carlos Batista	Ricardo José Ferro
Roberto Samanez Mercado	Antônio Ostrenski	Beatriz Monte Serrat Prevedello
Roberto Tuyoshi Hosokawa	Carlos Firkowski	Carlos Vellozo Roderjan
Sonia Fátima Schwendler	Carlos Vellozo Roderjan	Cid Aimbre M. Santos
	Charles Wiekler	Louise Larissa May de Mio
	Ciro Alberto de Oliveira Ribeiro	Marcos Luiz de Paula Souza
	Daniela Biondi Batista	Sonia Fátima Schwendler
	Franklin Galvão	FUPEF
	Gustavo Ribas Curcio	

ECONOMIA E POLÍTICA FLORESTAL	CONSERVAÇÃO DA NATUREZA	OUTRAS
	José Henrique Pedrosa-Macedo	
	Letícia Peret Antunes Hardt	
	Leocádio Grodzki	
	Luiz Carlos Everton de Farias	
	Louise Larissa May de Mio	
	Mark Lellouch	
	Miguel Serediuk Milano	
	Nilson de Paula Xavier Marchioro	
	Nivaldo Eduardo Rizzi	
	Paulo Roberto Castella	
	Ricardo A. Mazza	
	Ronaldo Viana Soares	
	Siumar Goetzke	
	Teddy J. de Andrade	
	Valmir Augusto Detzel	
	Walter A. Boeger	
	Yoshiko Saito Kunioshi	
	FUPEF	

Quadro 2. Principais empresas contratantes de Projetos na FUPEF de 1974 a 2010

TIPOS	ÁREAS						
	Silvicultura	Manejo	Tecnologia	Conservação	Economia	Outras	Total
Industrias Madeireiras	12	20	20	4	3	1	60
Reflorestadoras	5	15	1	2	0	0	23
COPEL	0	5	0	15	1	0	21
Indústrias Químicas	0	0	4	2	0	14	18
Agroindústrias	0	4	1	0	1	0	6
IBDF	4	15	1	1	2	0	23
FINEP	0	1	0	0	0	0	1
CNPq	0	0	0	2	0	0	2
Prefeituras	0	2	2	3	1	1	9
IUFRO	1	1	0	0	0	0	2
República de Moçambique	5	13	0	0	0	0	18
Vale do Rio Doce	0	5	0	0	0	0	5
Siderúrgicas	0	0	0	0	1	0	1
MADEBRÀS	0	2	0	0	0	0	2
DER	0	0	0	6	0	0	6
IPARDES	0	0	0	1	0	0	1
Petrobrás	0	0	2	7	1	2	12
SEAB – ITCF	0	1	1	0	1	0	3
SEC-PR	0	0	0	1	0	0	1

TIPOS	ÁREAS						
	Silvicultura	Manejo	Tecnologia	Conservação	Economia	Outras	Total
Indústrias Diversas	0	0	0	2	0	0	2
Universidade do Havaí	3	0	0	1	0	0	4
Universidade Kagoshina	0	0	0	0	0	1	1
EMBRAPA	1	0	0	0	0	0	1
UFPR	2	1	2	4	2	4	15
Fazendas Particulares	0	3	0	1	0	0	4
SED-PR	0	0	0	0	0	1	1
CONFAL	0	0	1	0	0	0	1
IAP	0	1	0	1	0	0	2
SEMA	0	1	0	7	0	0	8
SIMENS	0	0	0	1	0	0	1
FINATEC	0	0	0	0	1	0	1
DESER	0	0	0	1	0	0	1
IPEF	0	2	0	0	0	0	2
Promotoria Pública	0	0	0	1	0	0	1
Portos	0	1	0	0	0	0	1
Volkswagen	0	0	0	2	0	0	2
Brascan Energética	0	0	0	1	0	0	1
Fundação Araucária	1	0	0	0	0	0	1
Universidade da Flórida	0	0	0	2	0	0	2
TECPAR	0	0	4	0	0	0	4
ELEJOR	0	0	0	2	0	0	2
CODISE	0	0	0	4	0	2	6
INCRA	0	1	0	0	0	0	1
ITAIPU	0	2	0	0	3	0	5
STCP	0	0	1	0	0	0	1
SENAI	0	0	1	0	0	0	1
MMA	0	1	0	0	0	0	1
FAEP	0	1	0	0	0	0	1
DUKE Energy	0	0	0	4	0	0	4
ECOPLAN	0	6	0	0	0	0	6
LNCBP	0	0	0	1	0	0	1
CODEVASF	0	1	1	7	21	0	30
SEBRAE	0	0	0	3	0	0	3
CEMIG	0	1	0	0	0	0	1
SIFLOR	1	0	0	0	0	0	1
Pessoa Física	0	1	0	0	0	0	1
ABIMCE	0	0	1	0	0	0	1
AGRAPAR	1	0	0	0	0	0	1
POYTRY	0	0	0	0	5	0	5
APRE	0	0	0	0	1	0	1
SILVICONULT	0	1	0	0	0	0	1

TIPOS	ÁREAS						
	Silvicultura	Manejo	Tecnologia	Conservação	Economia	Outras	Total
INFRAERO	0	1	0	0	0	0	1
LTF New Zealand	0	1	0	0	0	0	1
Arboplan	0	1	0	0	0	0	1
BIONEG	0	1	0	0	0	0	1
ADMVR	0	0	1	0	0	0	1
Demais Projetos e Convênios executados entre 2010 e 2019							111
TOTAL							475

Quadro 3. Participação das Áreas de Conhecimento da Pós-Graduação em Engenharia Florestal na execução dos Projetos da FUPEF de 1974 a 2019

DÉCADA	ÁREAS						
	SIVICULTURA	MANEJO	TECNOLOGIA	CONSERVAÇÃO	ECONOMIA	OUTRAS	TOTAL
1970	2	11	3	3	0	0	19
1980	12	37	7	11	6	3	76
1990	8	16	4	17	1	2	48
2000	8	71	41	72	30	8	230
2010	-	-	-	-	-	-	102*
TOTAL							475

- Na década de 2010 não foi possível detalhar a especificação dos projetos por áreas

Quanto aos investimentos em pesquisa e desenvolvimento florestal, manifestou Álvaro Scheffer, Presidente do Conselho de Administração da APRE, que no ano de 2015 foi aplicado um montante estimado de R\$ 135 milhões pelas empresas florestais ligadas a IBÁ, segundo dados apresentados no documento da APRE. Empresas reflorestadoras vêm utilizando novas tecnologias reconhecidas mundialmente, visando o aumento da produtividade florestal e o melhoramento genético. Como resultado, grande parte das florestas plantadas é originária de semente melhorada (pinus) e de plantios clonais de alta produtividade (eucalipto e pinus), com adaptação e tolerância a fatores adversos de clima, solo, água, entre outros. Também foram efetuados investimentos no desenvolvimento de pesquisas silviculturais, principalmente para o desenvolvimento da mecanização das operações, plantios clonais de alta produtividade, melhoramento genético tradicional e com marcadores moleculares, e o uso intenso de alta tecnologia para a mensuração das operações.

A experiência vivida e reportada anteriormente, permitiu surgir no Paraná e no sul do país as empresas de consultoria florestal num primeiro momento e posteriormente as de consultoria ambiental. Hoje conta-se com mais de 50 empresas atuando neste segmento no sul e mais de 300 em todo o país.

## PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

Simultaneamente com os investimentos realizados em pesquisa pelas empresas, também se observava o desenvolvimento da infraestrutura acadêmica voltada para tal fim. Após a criação do primeiro curso superior para a formação florestal na década de 1960, o grande marco para consolidação de pesquisas florestais no país se deu com a assinatura do Convênio de Cooperação Técnica entre a UFPR e a Universidade Albert-Ludwig de Freiburg, na Alemanha. Durante esse período, houve um efetivo desenvolvimento em ensino, pesquisa e extensão florestal, incluindo a criação do primeiro curso de mestrado em Engenharia

Florestal em 1972 e o de doutorado em 1982, no Brasil. Não temos dúvidas em afirmar que a cooperação com Freiburg foi a mais expressiva e frutífera entre todas as outras cooperações internacionais nos últimos cinquenta anos.

Tal interação contou com a expressiva participação do professor Dr. Gehard Speidel, do Professor Newton Isaac da Silva Carneiro, então diretor da Faculdade de Florestas, e de algumas outras autoridades da UFPR e da Universidade de Freiburg para estruturar e propor o projeto de cooperação. Esta cooperação fez parte de um acordo mais amplo entre o Brasil e a Alemanha para a implantação das primeiras usinas nucleares brasileiras para produção de eletricidade.

Pode-se atribuir que o sucesso da cooperação com Freiburg dependeu basicamente de três aspectos fundamentais, que foram reivindicados e aceitos por ambas as partes:

1. Os professores alemães que vieram colaborar eram todos doutores;
2. Os professores alemães deveriam permanecer aqui em Curitiba por pelo menos cinco anos, para que nossos professores contrapartes pudessem ir para Freiburg, ou para outra universidade da Alemanha, para cursar seus doutorados;
3. Os investimentos em laboratórios deveriam focar principalmente em solos, tecnologia da madeira e fisiologia florestal.

Com esses três aspectos atendidos foram asseguradas as bases para a abertura do primeiro curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal no Brasil, um sonho prematuro da então Faculdade de Florestas, o que realmente aconteceu em 1972.

O acordo com a Alemanha, em operação desde 1970, já estava propiciando efeitos significativos no nosso curso. Novos laboratórios foram gradualmente montados e permitiu abrir novos horizontes para o treinamento qualitativo de nossos Engenheiros Florestais e aumentar as fronteiras para a expansão da pesquisa florestal, pela interação intensificada com o setor produtivo e, também, com as instituições públicas. No entanto, deve-se enfatizar que foi a competência dos professores alemães, sua dedicação, sua excelente interação com nossos professores e administradores, que possibilitou o sucesso da cooperação estabelecida.

Os primeiros anos de trabalho não foram administrativamente fáceis. Tivemos que enfrentar muitas adversidades, como adaptar nossa infraestrutura, viabilizar a contratação dos contrapartes brasileiros, que apenas foi possível, devido ao suporte da SUBIN, vinculada ao Ministério das Relações Exteriores, por um período de três anos, até que eles pudessem ser efetivados como professores e obter apoio financeiro para manter a integração da pesquisa conduzida pelas duas equipes.

Felizmente, também em 1972, foi criada a Fundação de Pesquisa Florestais do Paraná - FUPEF e, devido sua natureza privada, permitiu-nos consolidar fértil interação com o setor produtivo florestal do Paraná e do Brasil. Afirmamos, sem dúvida, que esta interação com o setor produtivo nos permitiu atingir excelente desenvolvimento científico e tecnológico dos participantes de nossos cursos - professores alemães e brasileiros, conforme já apresentado nos Quadros 1, 2 e 3.

O Curso de Mestrado em Engenharia Florestal foi credenciado pelo Conselho Federal de Educação do Ministério da Educação e Cultura em 1976 e publicado no Diário Oficial da União em 18 de maio de 1976. Este longo tempo de 4 anos se deveu a quatro diligências do processo ocorridas no período por vários motivos arguidos pelo relator, destacando-se entre eles, o quadro de professores ser estrangeiro e temporário, a comprovação de infraestrutura condizente para ofertar pós-graduação, a proposta ter sido abrangente devido a inclusão de todas as cinco áreas do conhecimento até hoje vigentes no curso. As diligências foram atendidas circunstancialmente e, no final deste período, pudemos contar com o expressivo apoio do Senhor Ministro da Educação, professor Dr. Euro Brandão, que defendeu com muita convicção a importância do Convênio de Freiburg e assegurou o compromisso que o Brasil havia assumido para formar os professores brasileiros no exterior, capazes de dar continuidade aos compromissos assumidos pelos professores alemães. O processo foi apreciado e relatado pelo ilustre Reitor da Universidade de Federal de Viçosa, Professor Dr. Antônio Fagundes de Sousa.

Procedemos um levantamento da formação de graduados e de mestres e doutores pelos nossos professores nestes últimos 47 anos e por área do conhecimento para revelar sua importante contribuição nos cursos de graduação e do Programa de Pós-Graduação para a formação de recursos humanos para área florestal do país. Os resultados estão apresentados nos Quadros 4; 5; 6; 7 e 8.

Quadro 4. Graduação de Engenheiros Florestais e de Engenheiros Industriais Madeireiros na UFPR

NÚMERO DE ENGENHEIROS FLORESTAIS GRADUADOS DE 1964 - 2019	<b>2440</b>
NÚMERO DE ENGENHEIROS INDUSTRIAS MADEIREIROS GRADUADOS DE 1998 - 2019	<b>354</b>

Quadro 5. Formação dos Mestres e Doutores por professor e por Área do Conhecimento no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFPR nos últimos 47 anos (1972 – 2019)

PROFESSOR	SILVICULTURA		
	Mestres	Doutores	Total
Antônio Carlos Nogueira	20	6	26
Antônio F. Jurado Bellote	01	0	01
Antônio José de Araújo	14	5	19
Antônio Rioyei Higa	15	11	26
Arthur dos Santos Filho	03	0	03
Carlos Bruno Reismann	05	11	16
Celina Wisniewski	05	04	09
Celso Auer	14	08	22
Eli Nunes Marques	03	03	06
Fernando Grossi	05	0	05
Flávio Zanette	03	02	05
Fredo Otto Rittershofer	01	0	01
Gehard W. D. Stöhr	09	0	09
Giovana Bonfim Alcântara	01	0	01
Gustavo Curso	08	05	13
Hélio Olímpio da Rocha	01	02	03
Honório Roberto dos Santos	04	02	06
Ivan Crespo	06	04	10
Jorge Roberto Malinovski	12	06	18
José Geraldo de A. Carneiro	02	04	06
José Henrique Pedrosa-Macedo	11	05	16
Marcos Deon Vilela de Resende	01	02	03
Mario Takao Inoue	19	09	28*
Nilton José Sousa	13	03	16
Paulo de Campos Torres de Carvalho	01	0	01
Reinold Jan de Hoogh	01	0	01
Rudi Arno Seitz	13	10	23
Winfried E. H. Blum	03	0	03
<b>TOTAL</b>	<b>194</b>	<b>102</b>	<b>296</b>

PROFESSOR	TECNOLOGIA DE PRODUTOS FLORESTAIS		
	Mestres	Doutores	Total
Amauri Simioni	02	0	02
Araceli Vidal Gomes	01	0	01
Anaud Francis Bonduelle	02	01	03
Carlos E. C. de Albuquerque	01	0	01
Dimas A. Silva	11	04	15
Ghislaine Miranda Bonduelle	06	03	09
Graciela Inés Buzon de Muñiz	15	25	40*
Hans Georg Richter	02	0	02
Ivan Tomaselli	16	10	26
João Batista Chaves	0	01	01
João Carlos Moreschi	06	04	10
Jorge L. M. Mattos	08	08	16
José G. Prata	01	0	01
Márcio Pereira da Rocha	14	07	21
Mayara E. Carneiro	01	0	01
Peter Nock	02	0	02
Peter Karstedt	11	0	11
Renato Robert	03	14	17
Ricardo Klitze	04	0	04
Rosilane Trianoski	04	0	04
Setsuo Iwakiri	17	15	32
Sidon Keinert Jr.	12	08	20
Silvana Nisgoski	02	0	02
Umberto Klock	05	04	09
TOTAL	146	104	250

PROFESSOR	MANEJO FLORESTAL		
	Mestres	Doutores	Total
Afonso Figueiredo Filho	11	14	25
Ahi Rudra	01	0	01
Ana Paula Dalla Corte	08	0	08
Anselmo Chaves Neto	02	03	05
Atílio Antônio Disperatti	05	02	07
Carlos Roberto Sanquette	26	13	39
Celso Carnieri	02	04	06
Christel Langnau	09	06	15
Dartagnan Bagio Emerenciano	03	03	06
Dietrich Burger	06	0	06
Flávio F. Kirchner	14	11	25
Henrique Soares Koehler	06	10	16
Joésio D. Pierin Siqueira	01	01	02
Júlio Eduardo Arce	20	11	31
Lutz Faser	01	0	01

PROFESSOR	MANEJO FLORESTAL		
	Mestres	Doutores	Total
Nelson Carlos Rosot	11	03	14
Roberto Tuyoshi Hosokawa	36	18	54
Sebastião do Amaral Machado	40	17	57*
Sylvio Pélico Netto	21	19	40
<b>TOTAL</b>	<b>237</b>	<b>139</b>	<b>375</b>

PROFESSOR	ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E POLÍTICA FLORESTAL		
	Mestres	Doutores	Total
Anadalvo Juazeiro dos Santos	14	04	18
Blas Henrique Caballero Nuñes	04	02	06
Ditmar Brephohl	01	0	01
João Carlos Garzel Leopoldo da Silva	16	05	21
Judas Tadeu Grassi Mendes	01	0	01
Luís Roberto Graça	07	04	11
Luiz Vamberto Santana	04	01	05
Paulo de Tarso Pires	02	01	03
Roberto Rochadeli	03	01	04
Romano Timofeiczyk Junior	07	03	10
Ricardo Berger	15	06	21
Vitor Afonso Hoeflich	15	11	26*
<b>TOTAL</b>	<b>89</b>	<b>38</b>	<b>127</b>

PROFESSOR	CONSERVAÇÃO DA NATUREZA		
	Mestres	Doutores	Total
Alessandro Camargo Ângelo	06	15	21
Alexandre F. Tetto	05	0	05
Antônio Carlos Batista	12	06	18
Armando Cervi	01	0	01
Carlos Firkowski	07	0	07
Carlos Velozzo Roderjan	15	14	29
Christopher T. Blum	02	00	02
Daniela Biondi Batista	27	09	36
David Azambuja	01	0	01
Franklin Galvão	14	23	37*
Miguel S. Milano	07	04	11
Nivaldo E. Rizzi	16	14	30
Roberto Klein	01	0	01
Ronaldo Viana Soares	15	16	31
Yoshiko S. Kuniyoshi	14	10	24
<b>TOTAL</b>	<b>143</b>	<b>111</b>	<b>254</b>

Quadro 6. Síntese da graduação de Mestres e Doutores no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFPR, em valores absolutos e percentuais, nos últimos 47 anos

ÁREAS	MESTRES		DOUTORES		TOTAL	
	1972 - 2019	1982 - 2019	1982 - 2019	1982 - 2019		
SILVICULTURA	193	23.94	102	20.65	295	22.69
MANEJO FLORESTAL	238	29.53	139	28.13	377	29.00
TECNOLOGIA DA MADEIRA	145	18.00	104	21.05	249	19.15
ECONOMIA E POLÍTICA FLORESTAL	86	10.67	38	7.70	124	9.54
CONSERVAÇÃO DA NATUREZA	144	17.86	111	22.47	255	19.62
<b>TOTAL</b>	<b>806</b>	<b>100%</b>	<b>494</b>	<b>100%</b>	<b>1300</b>	<b>100%</b>

Quadro 7. Professores mais produtivos na formação de Mestres e Doutores no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFPR, em valores absolutos e percentuais, nos últimos 47 anos

ÁREA	PROFESSOR	MESTRES	DOUTORES	TOTAL
Manejo Florestal	Sebastião do Amaral Machado	40	17	57 (377)
Tecnologia de Produtos Florestais	Graciela I. Muñiz de Buzon	15	25	40 (249)
Conservação da Natureza	Franklin Galvão	14	23	37 (255)
Silvicultura	Mário Takao Inoue	19	9	28 (295)
Economia, Administração e Política florestal	Vitor Afonso Hoeflich	15	11	26 (124)

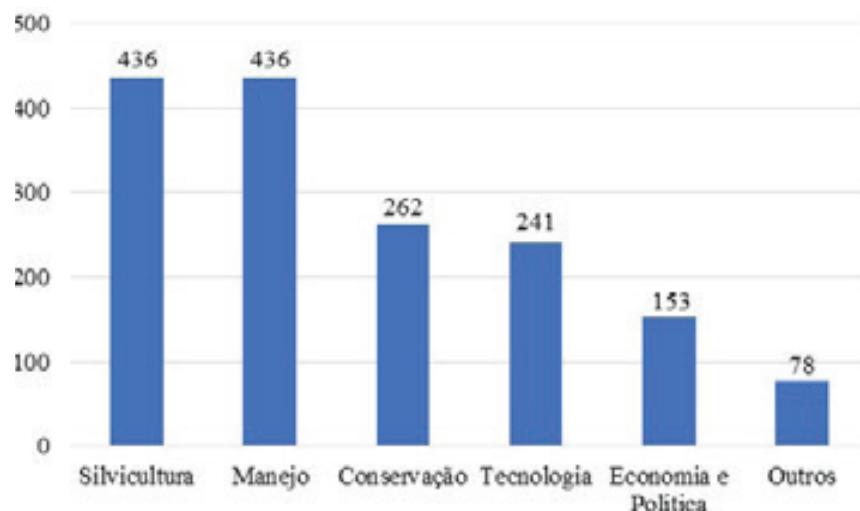
Quadro 8. Número de professores que orientaram e formaram Mestres e/ou Doutores no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFPR, em valores absolutos e percentuais, nos últimos 47 anos

ÁREAS	NÚMERO DE PROFESSORES	
	1972 - 2019	
SILVICULTURA	28	28,28
MANEJO FLORESTAL	24	24, 24
TECNOLOGIA DE PRODUTOS FLORESTAIS	20	20,20
ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E POLÍTICA FLORESTAL	15	15,15
CONSERVAÇÃO DA NATUREZA	12	12,12
<b>TOTAL</b>	<b>99</b>	<b>100%</b>

## REVISTA FLORESTA

Importante levantamento foi efetuado pelo Professor Rui Maggi sobre as publicações científicas dos professores dos cursos de Engenharia Florestal e Engenharia Industrial Madeireira na Revista Floresta nos últimos 50 anos. Os resultados desta pesquisa estão sumariados nos Quadros 9; 10 e 11.

Quadro 9. Síntese das publicações dos professores dos cursos de Engenharia Florestal e Engenharia Industrial Madeireira na Revista Floresta nos últimos 50 anos



Quadro 10. Síntese do desempenho da Revista Floresta nos últimos 50 anos

Número de trabalhos publicados	1606
Número de autores	1024

Quadro 11. Professores com 10 ou mais artigos publicados da Revista Floresta nos últimos 50 anos

Autor	Quantidade
Ronaldo Viana Soares	30
Sebastião do Amaral Machado	18
Setsuo Iwakiri	18
Mario Takao Inoue	12
Flávio Felipe Kirchner	11
José Henrique Pedrosa-Macedo	11
Attilio Antônio Disperati	10
Carlos Roberto Sanquetta	10
Ricardo A. de Arruda Veiga	10
Roberto Tuyoshi Hosokawa	10
Sylvio Péllico Netto	10

## FLORESTAS DO BRASIL

No epílogo deste trabalho será apresentada uma síntese da realidade florestal no país para mostrar os alcances da participação dos recursos humanos formados pelos cursos de graduação e de pós-graduação na área florestal na UFPR. No Quadro 12 está apresentada a mais recente informação sobre as florestas existentes no Brasil SBF (2018); Sanquette et all. (2018).

Quadro 12. Situação atual das florestas no Brasil

FLORESTAS	ÁREA ha	DISTRIBUIÇÃO %	ÁREA DO BRASIL %
TOTAL	494.000.000	100,00	54,63 Segunda maior cobertura florestal do mundo, superado apenas pela Rússia
NATIVAS	485.900.000	97,94	
PLANTADAS	8.100.000	2,06	

## Eucalipto no Brasil

Nas últimas décadas, o Brasil conseguiu desenvolver uma fantástica tecnologia para plantar e fazer crescer florestas. Os saltos de produtividade foram igualmente importantes: de crescimentos abaixo de 20 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, na década de 60, passou-se para cerca de 40 a 50 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, na atualidade. As plantações florestais foram desenvolvidas para produzir madeira e/ou outros produtos demandados para as atividades empresariais, permitindo, ainda, a geração de renda adicional para os produtores rurais. Conquistou-se, com elas e seus produtos, a admiração do mundo, tornando-as competitivas e eficientes, detentoras da mais moderna tecnologia florestal do planeta. Esses avanços, se por um lado são motivo de muito orgulho, por outro exigem muita responsabilidade. Tem-se tido sucesso com os Eucalyptus e com os Pinus e, em ambos os casos, as razões algumas vezes se repetem. Inquestionável é que o setor brasileiro de florestas plantadas gera uma apreciável parcela de riquezas ao país. Recentemente, a Associação Brasileira dos Produtores de Florestas Plantadas (ABRAF) posicionou o setor de florestas plantadas como responsável por 4 % do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil, algo realmente impressionante pela tenra idade do negócio e da atividade no país. O gênero Eucalyptus tem participação fundamental nesse processo, e é sobre ele que Foeckel (2005) abordou com muita propriedade em um artigo, resgatando um pouco de sua história e das suas conquistas. Edmundo Navarro de Andrade, o pai da eucaliptocultura no Brasil, escreveu diversos e valiosos livros sobre os eucaliptos. Segundo ele, foi no Chile que os eucaliptos, possivelmente, primeiro chegaram à América do Sul, em 1823, por mudas lá deixadas por um veleiro inglês. É difícil precisar como e quando os eucaliptos ingressaram pela primeira vez no Brasil. Há controvérsias sobre o tema: teria sido no Rio de Janeiro, em 1855, ou 1865, ou no Rio Grande do Sul, em 1868. Pelos registros de Navarro de Andrade, de 1939, quaisquer dessas introduções mostram verossimilhança e poderiam ter ocorrido, mas carecem de dados históricos e registros mais precisos. Há inclusive uma citação importante, muito antes dessas datas, que acena para dois exemplares de *E. gigantea* provavelmente plantados no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, em 1825. Navarro de Andrade também citou a possibilidade de que árvores de *E. globulus* tenham sido plantadas no interior de São Paulo, entre 1861 e 1863. As primeiras espécies aqui plantadas teriam sido de *E. globulus* e/ou *E. gigantea*. No início, as árvores eram plantadas com fins decorativos, como quebra-ventos e para obtenção de seu óleo essencial. Entretanto, em outros países, elas já se destacavam como produtoras de madeira, devido ao seu rápido crescimento e rusticidade. Isso levou Edmundo Navarro de Andrade a considerá-las como potencial recurso madeireiro para a Companhia Paulista de Estradas de Ferro, que necessitava de lenha, dormentes, postes e moirões. De 1903 a 1960 Armando Navarro Sampaio, que continuou o trabalho de seu tio Edmundo, conta a tenacidade e a determinação dele na introdução dos eucaliptos para fins econômicos na Companhia Paulista. Formado em 1902 em Coimbra, Portugal, Edmundo foi convidado em 1903 para o cargo de diretor do Horto Florestal de Jundiaí, SP. Começou ali, em 30 de dezembro de 1904, seus primeiros estudos, comparando o crescimento

de espécies nativas e exóticas, quando plantadas em florestas homogêneas. Naquele ensaio, os eucaliptos se destacaram tanto que ele não teve dúvidas em recomendar a aquisição de um horto maior, em Rio Claro, para intensificar a cultura da planta. Em 1910, Navarro plantou em Rio Claro sua primeira grande coleção e, em 1919, já possuía cerca de 123 espécies do gênero plantadas. Outras introduções de espécies ocorreram mais tarde. Navarro de Andrade era uma pessoa simples e, não obstante seja hoje aclamado e reconhecido como o grande responsável pela eucaliptocultura no Brasil, naquela época também sofreu duras críticas de fazendeiros, políticos e outros “infalíveis conhecedores do assunto”, como menciona Armando Navarro Sampaio. Mesmo assim, ele continuou seu trabalho. A empresa ferroviária comprou mais hortos florestais, com a meta de tornar o combustível acessível às locomotivas, onde fosse requerido ao longo das linhas ferroviárias. Por volta de 1930, já se notavam modificações na paisagem agrícola da região, onde os eucaliptos eram facilmente notados. Há estimativas de que em 1941, ano da morte de Edmundo, havia cerca de 24 milhões de árvores plantadas pela Companhia Paulista, no Estado de São Paulo. Já em 1960, esse número era de 46,5 milhões. As plantações paulistas serviram de exemplo para outros Estados brasileiros, como Rio Grande do Sul, Minas Gerais e Rio de Janeiro, época em que, todavia, já se encontravam plantios de eucalipto por todo o Brasil. As primeiras espécies bem-sucedidas foram *E. saligna*, *E. botryoides*, *E. viminalis*, *E. tereticornis*, *E. robusta*, *E. alba*, *E. grandis*, *E. paniculata*, *Corymbia citriodora*, *Corymbia maculata*, *E. camaldulensis*, *E. pilularis*, *E. propinqua*, *E. microcoris*, *E. triantha* e *E. punctata*, dentre outras. Já se falava em hibridação e recomendava-se também o plantio do híbrido “paulistana”, que era um híbrido natural de *E. globulus* e *E. robusta*. De início, percebeu-se, ainda, que espécies diferentes forneciam madeiras para fins distintos, como lenha, carvão vegetal, postes, dormentes, vigas, celulose, papel, óleos essenciais, entre outros. Sensibilidades e tolerâncias diversas ao clima, solo, déficit hídrico e outras variáveis bióticas e abióticas foram identificadas. Estavam definitivamente lançadas as bases para a silvicultura do eucalipto no Brasil, que se mostraria competitiva e vitoriosa. O crescimento bem-sucedido da eucaliptocultura brasileira foi impulsionado pelo uso como biomassa combustível (lenha e carvão) e, depois, pela fabricação de celulose e papel. Mas já Navarro de Andrade se preocupara em desenvolver usos alternativos para os eucaliptos. Em 1925, ele levou pessoalmente para o Forest Products Laboratory (FPL), em Madison, EUA, madeiras de *E. saligna* e *E. tereticornis* para que fossem realizadas produções experimentais de celulose e papel. Em 30 de dezembro de 1925, ele menciona que “os auspiciosos resultados do FPL abririam nova era para a manufatura do papel no Brasil, uma vez que estava comprovado que o custo de fabricação do papel se reduziria à metade”. Após a experiência exitosa nos Estados Unidos, ele se interessou por instalar uma fábrica de papel à base de eucalipto no Brasil, mas não conseguiu sensibilizar empresários ou governos. Paralelamente, incentivou empresários brasileiros a avaliar o exemplo australiano, que já se produzia papéis com eucalipto. Os processos e as espécies existentes na época mostravam potencial. A primeira empresa a fabricar e usar celulose e papel de eucalipto foi a Gordinho, Braune & Cia., em Jundiaí, com 10 toneladas diárias de produção, isso por volta de 1927. O papel continha 75% de fibras de eucalipto e o restante era de *Araucaria angustifolia*. Rapidamente, outras fábricas passaram a utilizá-lo: Matarazzo, Cícero Prado, Melhoramentos, Suzano, Simão. Em 1960, instalou-se em Mogi Guaçu a fábrica Champion Papel e Celulose, com meta de produzir mais de 100 toneladas diárias, um assombro para a época. De 1957 até hoje, a Suzano desfruta a honra de ser pioneira na fabricação de papel branco com 100% de fibras de eucalipto. De 1966 a 1975 com o crescimento da silvicultura no país, exigiu-se mais tecnologia e conhecimento na área. As primeiras escolas de engenharia florestal surgiram em Viçosa e Curitiba. Em 1966, o governo federal abdicou de parte do imposto de renda de cidadãos e empresas, com a aprovação do Programa de Incentivos Fiscais ao Reflorestamento (PIFR), que existiu até 1987, resultando em mais de 5 milhões de hectares plantados. O sucesso do programa foi enorme, apesar das muitas críticas que recebeu. A intensificação das plantações favoreceu a pesquisa, o ensino, a inovação e o desenvolvimento. Entre fins dos 60 e início dos 70, surgiram e se consolidaram instituições de pesquisa fortes e surgiram os cursos de pós-graduação em florestas e em celulose e papel, também na USP e na UFV. Os motores para esse desenvolvimento foram sem dúvida o PIFR e o II Programa Nacional de Desenvolvimento (PND) do governo federal militar. Esse último privilegiava o desenvolvimento da siderurgia e da fabricação de celulose e papel, tanto para suprimento interno, como para gerar excedentes significativos para exportação. Em 1974, foi lançado o audacioso e ambicioso Programa Nacional de Papel e Celulose (PNPC), que apoiava, com recursos do Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico, o crescimento dessa indústria. O modelo exportador surgiu e os empresários souberam fazer o dever de casa. Rapidamente, as indústrias

escolheram o eucalipto como matéria-prima, na siderurgia e para celulose e papel. Cresceram as empresas existentes e surgiram outras, entre elas modernas aciarias (Usiminas, Açominas, Acesita) e fábricas de celulose (Cenibra, Aracruz, Bahia Sul entre outras). Mesmo a Jari, no Pará, que começou com Gmelina e Pinus, migrou para o eucalipto, e vê hoje as vantagens dessa decisão. O setor de celulose e papel saiu das cerca de 700 mil toneladas anuais de celulose produzidas em 1970, para mais de 9 milhões em 2004, um crescimento médio de 7,7% ao ano. As estatísticas sobre áreas plantadas atuais não são exatas, até pela grande quantidade de pequenos talhões em fazendas – para consumo na propriedade ou geração de alguma renda marginal. Entretanto, sabe-se que hoje existem cerca de 3,3 milhões de hectares de florestas de eucaliptos no Brasil, sendo Minas Gerais, São Paulo, Bahia e Espírito Santo os principais produtores. Minas Gerais, que com méritos coloca-se como o Estado líder em plantios de eucaliptos, consegue essa posição pelo destaque de sua siderurgia à base de carvão vegetal e pela produção de celulose para exportação. Tecnologia e inovação são fatores chaves para o sucesso da competitividade do eucalipto. Inicialmente, por permitirem o desenvolvimento de florestas produtivas de crescimento rápido, frutos de melhoramentos genéticos e do aperfeiçoamento das práticas silviculturais. Concomitantemente, a tecnologia industrial avançou, viabilizando a produção de papéis e de celulose de classe mundial, em fábricas de última geração. Hoje, a indústria de celulose e papel é vitoriosa e com inúmeras vantagens competitivas na área de biomassa energética. Desde o início dos anos 90, o uso da madeira do eucalipto para produtos sólidos (painéis, laminados, aglomerados, compensados, móveis, entre outros) está em franco desenvolvimento, resultado de muito trabalho, inovação e coragem, quer por parte das empresas ou das academias. Novos caminhos tecnológicos ainda estão se abrindo ao desbravamento: a produção de alcatrão ou de bio-óleo; a produção de papel para imprensa, contendo mais eucalipto; os estudos genômicos, visando a avanços nem sequer imaginados e o alcance da sonhada sustentabilidade. Enfim, espaços para inovações não faltam. Além disso, há de se manter a qualidade conquistada, pois o ambiente dos negócios é definitivamente competitivo. A busca por novas tecnologias foi impulsionada pelos sucessos e pelas ameaças. A primeira grande ameaça surgiu no início dos anos 70, quando foi notado que os eucaliptos até então plantados estavam por demais hibridados, com genomas mesclados ou contaminados. Houve então necessidade de se fazer uma reintrodução de espécies e procedências, como Navarro de Andrade havia feito, mas em escala muito maior. Um programa de busca de material genético surgiu, envolvendo o governo por meio do Projeto de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal e da Embrapa (PRODEPEF), com ampla participação de empresas e dos institutos de pesquisas florestais das universidades. Essas reintroduções permitiram o crescimento da base genética e de seleção desse material, viabilizando o passo seguinte: a clonagem. Durante as introduções de *Eucalyptus saligna* e *E. grandis* nos Estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Bahia, enfrentou-se uma nova e terrível ameaça, mas que acabou por potencializar inovações significativas no setor: as árvores passaram a ser atacadas e dizimadas por uma doença fungica, o cancro do eucalipto. A busca por espécies resistentes a essa doença, que afeta as regiões mais tropicais do país, foi rápida. Ao mesmo tempo, desenvolveu-se a técnica da clonagem dos indivíduos que mostraram alta produtividade e resistência à doença. Grande impulsionadora do ritmo de crescimento florestal e da qualificação homogênea das florestas plantadas, a clonagem, inicialmente tímida nos anos 80, deslanchou nos anos 90. Hoje, é a prática dominante no país. Paralelamente, as empresas mantêm bancos genéticos para que novos genes possam ser acionados, quando isso for necessário. Daí a importância do mapeamento genômico, que está em pleno desenvolvimento em universidades, institutos e empresas. Atualmente, as empresas líderes conseguem produtividades médias de 40 a 45 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>, mas há muitos talhões crescendo com 50 a 60 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>, ou até mais que isso. A madeira também está sendo melhorada para uso final, como carvão, lenha, papel de impressão, papel higiênico, madeira serrada, entre outros. Há clones cuja madeira seca sem rachar, madeiras especiais para laminação e outros usos. A tecnologia mudou e deu competitividade aos negócios. Quando se fala em sustentabilidade, tem-se basicamente três enfoques: 1) sustentabilidade do negócio: é o interesse do empresário de que seu negócio continue competitivo, crescendo e/ou mantendo sua participação no mercado (market share); 2) sustentabilidade do sítio florestal: é a busca pela manutenção da produtividade da área florestal, controlando-se os fatores que podem reduzir a capacidade produtiva da área – como erosão, fertilidade, pragas e doenças, umidade, mato-competição, entre outros; 3) sustentabilidade ambiental: consiste na adequada utilização de práticas preservacionistas que minimizam os impactos ambientais das plantações sobre a biodiversidade, solo, regime de águas, clima e também o homem. O resultado desses três enfoques conduzem à “sustentabilidade” ou ao “desenvolvimento sustentável”, que tem seus fundamentos

nos aspectos econômico (negócio), ambiente (natureza) e social (ser humano). Este importante aspecto está se consolidando rapidamente. Ele interessa a todos, sejam empresários, trabalhadores ou à sociedade como um todo. Muitas tecnologias estão sendo gradualmente introduzidas, com mitigação de impactos adversos. Há ainda, sem dúvida, muito a ser desenvolvido, a se inovar e a se implementar. Mas há, acima de tudo, um interesse e uma conscientização crescentes. Certo é que o setor florestal quer crescer, competir e vencer no negócio; mas ele quer também manter o ambiente sustentável, pois assim ganharão as florestas e a sociedade. As recentes decisões de se promover o crescimento florestal perante o produtor rural, multiplicando as florestas em programas agroflorestais, permitirão que haja maior equilíbrio ambiental e social, bem como melhor divisão das riquezas geradas pelas florestas plantadas. A transferência ao produtor rural de tecnologia, dos melhores genótipos e dos conhecimentos adquiridos mostra que se começa a praticar mais o conceito da sustentabilidade e a ser menos egoístas. Assim, as florestas poderão trazer mais benefícios sociais e mais segurança ambiental, pois estarão mais bem distribuídas nos ecossistemas. Entretanto, não se pode esquecer que a real sustentabilidade só será alcançada quando houver distribuição equalitária dos ganhos entre negócio, meio ambiente e pessoas. Toda vez que há desequilíbrio, favorecendo um dos pilares, é a sustentabilidade que sai perdendo. Ao se privilegiar só o desenvolvimento social ou só o ambiente, as empresas perdem lucratividade, não geram empregos e impostos e não investem em projetos ambientais ou sociais. Uma única abordagem, que desconsidere o ambiente ou as pessoas, leva à degradação das fontes de matérias-primas naturais e dos insumos, além de também acarretar a perda da confiança e a motivação das pessoas. Logo, achar esse ponto de equilíbrio é a principal missão fundamental de empresários, governos e cidadãos Foelkel (2005). Dificilmente se poderia reportar de maneira mais brilhante esta síntese elaborada por Foelkel e, por esta razão a mantive quase intacta para não mutilar seu completo senso de clareza e de abordagem sobre o tema.

O IBÁ informa que a produtividade média do eucalipto no Brasil é de  $35,7 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ , um pouco inferior ao reportado acima por Foelkel, 2005, porém os valores reportados são muito próximos e muito expressivos no contexto internacional.

Uma análise da formação da base florestal plantada de eucalipto para fins industriais no Brasil foi adaptada dos trabalhos de Longue Jr. e Colodette (2013) e de Hora (2015). Eles apresentam os principais usos do eucalipto no Brasil, que está sumariado no Quadro 13.

Quadro 13. Principais usos do eucalipto no Brasil

USOS	EMPREGOS	VOLUME DE MADEIRA (m <sup>3</sup> )	PARTICIPAÇÃO NA PRODUÇÃO NACIONAL TOTAL
Celulose e Papel	Diversos (Celulose de Fibra Curta)	53.239.020	86,8
Energia	Biomassa (Carvão vegetal, energia elétrica, bio-combustíveis)	52.696.088	85,5
Produtos de Madeira	Construção Civil e Rurais, Móveis, Embalagens, Playgrounds e Artefatos de madeira	10.918.851	23,7
Outros	Óleos essenciais (Produtos domésticos e cosméticos), Medicamentos (Tranquilizantes e relaxantes, cicatrizantes)	774.144	73,0
	Total	117.628.103	69,1

## Pinus no Brasil

Espécies de *Pinus* vêm sendo plantadas no Brasil há mais de um século. Muitas delas foram trazidas pelos imigrantes europeus, para fins ornamentais e para produção de madeira. As primeiras introduções de que se tem notícia foram estabelecidas no Rio Grande do Sul, com *Pinus canariensis*, proveniente das Ilhas Canárias, por volta de 1880. Em 1948, por iniciativa do Serviço Florestal do Estado de São Paulo, foram introduzidas as espécies americanas conhecidas nas origens como “pinheiros amarelos”, que incluem *P. palustris*, *P. echinata*, *P. elliottii* e *P. taeda*. Dentre essas, as duas últimas se destacaram pela facilidade nos tratos culturais, rápido crescimento e reprodução intensa no Sul e Sudeste do Brasil. Desde então, outras espécies têm sido introduzidas não só dos Estados Unidos, mas, também, do México, da América Central, das Ilhas do Caribe e da Ásia. A sociedade brasileira passou a conviver mais intensamente com o gênero *Pinus* a partir dos anos 1960, quando extensas áreas começaram a ser plantadas com *P. elliottii* e *P. taeda*, nas regiões Sul e Sudeste. Assim, para o público em geral, ficou a impressão de que os atributos do gênero se resumiam nas qualidades e defeitos inerentes a essas duas espécies. Por exemplo, ambas são relativamente resistentes à geada e propiciam altos rendimentos em madeira nas regiões que englobam: 1) para *P. taeda*, o planalto da Região Sul, até o norte do Paraná; e 2) para *P. elliottii*, a Região Sul como um todo, parte do Sudeste, no Estado de São Paulo, e nas regiões serranas do sul de Minas Gerais. Outras espécies como *P. caribaea*, *P. oocarpa*, *P. maximinoi*, *P. patula*, *P. kesiya* e *P. tecunumanii* são conhecidas como pírus tropicais, com grande potencial para produção de madeira e resina nas regiões livres de geadas severas e mesmo sujeitas a alguma deficiência hídrica. Cada espécie apresenta particularidades quanto à qualidade da madeira, quantidade e qualidade de resina, capacidade de adaptação, resistência aos fatores ambientais, produtividade e outros valores intrínsecos. Os aspectos mais relevantes ligados ao cultivo, manejo, socioeconomia, tecnologia da madeira e implicações ambientais dos pírus foram publicados por Shimizu, 2008 e poderão constituir as bases para otimizar a utilização dessas espécies no Brasil.

A produtividade potencial do *Pinus* no Brasil, segundo IPEF, 2017, atinge em média, de 18 a 28 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>, porém em alguns sítios já atingiu mais do que 40 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>.

O processamento de madeira de pinus é diversificado nas indústrias de celulose, de painéis reconstituídos, de madeira serrada, de compensado e de remanufaturas de madeira (TUOTO, HOEFLICH, 2008), que está apresentado no Quadro 14.

Quadro 14. Parque industrial e evolução de produção para processamento de madeira de pinus (fibra longa)

PRODUTO INDUSTRIAL	NÚMERO DE INDÚSTRIAS	PRODUÇÃO MÉDIA ANUAL	CRESCIMENTO 1990 -2005
Celulose (PR e SC)	14	100 mil ton.	1,4 %
Pasta de alto rendimento (PAR) (PR e SC)	39	12 mil ton.	1,0 %
Painéis Reconstituídos (Aglomerado, Chapa dura, MDF e OSB) (Sul e Sudeste)	8	1 milhão de m <sup>3</sup> (Década de 90) 4,3 milhões de m <sup>3</sup> em 2005	10,4%
Madeira Serrada Processa pinus (Sul, SP, MG)	10.000 2.000	3.600.000 m <sup>3</sup> (90) 7.500.000 m <sup>3</sup> (00) 9.000.000 m <sup>3</sup> (05)	7,6 %
Compensado (Maior parte no Sul)	100	670.000 m <sup>3</sup> (95) 2.500.000 m <sup>3</sup> (05)	14 % (Maior cresc. no país)
Remanufatura de Madeira Produtos engenheirados – Finger-joint (FJ) e o Edge Glued Panel (EGP)	20	700.000 m <sup>3</sup> (00-05) 230.000 m <sup>3</sup> (95) 481.000 m <sup>3</sup> (05)	7,6 %

A capacidade de produção sustentável das florestas brasileiras é estimada em cerca de 390.000 milhões de metros cúbicos anuais, dos quais, aproximadamente, 47,2 % (186,6 milhões de m<sup>3</sup>) são oriundos de plantações florestais comerciais de eucalipto e pinus. Em 2006, cerca de 26,7 % dessa produção foi proveniente da madeira e pinus, que, além de atender ao mercado interno para vários segmentos socioeconômicos, propiciou ao Brasil alcançar o posto de maior exportador mundial de compensados de pinus (SHIMIZU, 2008).

A indústria florestal brasileira, particularmente aquela baseada em madeira de pinus, tem se desenvolvido com grande competência ao longo das últimas décadas. Isso somente foi possível devido à competitividade do país e da capacidade do setor privado na gestão dos negócios e na adoção de novas tecnologias. A indústria florestal brasileira dispõe de condições básicas para consolidar e ampliar sua posição de destaque no mercado, tanto nacional quanto internacional. No entanto, é imprescindível o uso de suas vantagens comparativas para fortalecer sua competitividade. Nesse contexto, os esforços do setor privado devem ser complementados por ações de governo, na defesa dos interesses nacionais, convergindo para uma estratégia setorial conjunta que contemple: a) A promoção da produção; b) O suprimento de matéria-prima (tora); c) A penetração em novos mercados; d) O livre acesso aos mercados e a defesa dos interesses comerciais; e) O desenvolvimento de uma imagem positiva para o produto nacional. A indústria florestal brasileira, baseada em madeira de pinus, enfrenta as seguintes limitações e desafios: a) Mecanismos de aperfeiçoamento de mercado e b) Apoio ao desenvolvimento tecnológico e de recursos humanos. Não se pode ignorar que a consolidação e a ampliação da competitividade da indústria florestal brasileira exigem o equacionamento dos problemas crônicos que afetam todo o setor produtivo brasileiro (“Custo Brasil”, acesso ao crédito, custo de capital, entre outros). Sem isso, qualquer política de desenvolvimento setorial tenderá ao fracasso (SHIMIZU, 2008).

Os extraordinários avanços ocorridos na base florestal do país nestes últimos 50 anos é motivo de júbilo para nós. Não temos como saber o quanto de nós está nestes resultados, porém estamos conscientes que o nosso trabalho e nossas contribuições científicas ajudaram a edificar esta realidade.

## REFERÊNCIAS

- FOELKEL, C. E. B. Eucalipto no Brasil, história e pioneirismo. Florestas Plantadas - **Visão Agrícola**, n. 4, p. 66-69, 2005.
- FUPEF **Relação dos Projetos Publicados**. Curitiba, 74 p., 2014.
- FUPEF, **Relatório de Atividades**. Curitiba, 28 p., 2019.
- HEINSDIJK, D. Volumes do Pinheiro. SIF - SP - Serviço Florestal, MA, Rio de Janeiro, 1959.
- HORA, A. B. da Análise da formação da base florestal plantada para fins industriais no Brasil sob uma perspectiva histórica. Florestas Plantadas – BNDES Setorial, 42, p. 383-426, 2015.
- IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores – Relatório Anual, 78 p., 2018.
- IPEF – Relatório Anual. 92 p. 2017
- LONGUE JUNIOR, D. e COLODETTE, J. L. Importância e versatilidade da madeira de eucalipto para a indústria de base florestal. **Pesq. flor. bras.** Colombo, v. 33, n. 76, p. 429-438, 2013.
- MAACK, R. Urwald and Savanne im Landschaftsbild des Staates Parana. **Zeischr. D. Ges. F. Erdk. Zu Berlin**, ¾, Berlin, 1931.
- MAACK, R. Über Waldverwüstung und Bodenerosion im Staate Parana. **Zeischr. D. Ges. F. Erdk. Zu Berlin**. Die Erde, 8, s. 191-228, Berlin, 1956.
- MAACK, R. **Die Veränderung der Naturlandschaft und Ihre Folgen in Nordparana durch die Besiedlung**. Mitteilung der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Weltforstwirtschaft, Reibbeck bei Hamburg, No. 45, 1960.

MAACK, R. **Geografia Física do Paraná**. Curitiba, 350 p., 1968

PEDROSA-MACEDO, J. H. e MACHADO, S. do A. **A Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná: História e Evolução da Primeira do Brasil**. Livro Comemorativo dos 40 anos do Curso. Ed. pelos autores. Curitiba, 513 p., 2003

SHIMIZU, J. Y. *Pinus na Silvicultura Brasileira*. Colombo; EMBRAPA Florestas, 223 p., 2008.

TUOTTO, M. & HOEFLICH, V. A. A indústria florestal brasileira de *Pinus*: limitações e desafios. **Pinus na Silvicultura brasileira**. Colombo: Embrapa Florestas, 6-10, 2008.

# A SILVICULTURA NO BRASIL

## - Pesquisa & Desenvolvimento na UFPR -

Mario Takao Inoue<sup>\*1</sup>

### Resumo

O avanço da silvicultura brasileira foi marcada com a criação da primeira entidade de ensino superior em florestas no ano de 1960. Com estruturas laboratoriais de alta tecnologia e treinamento de docentes nas melhores universidades do mundo, aliados às parcerias com entidades nacionais e internacionais de alto nível, a Universidade Federal do Paraná destacou-se como polo formador de massa crítica para o Brasil e outros países. Desde então, milhares de profissionais capacitados vem ocupando posições de liderança em renomadas universidades e nas maiores empresas do setor. Esses dois fatores foram fundamentais para a moderna silvicultura praticada atualmente no País. Florestas com alta produtividade, produtos de elevada qualidade, operações de campo e indústria, observando as premissas de conservação ambiental e qualidade de vida dos trabalhadores, são alguns dos fatores que identificam o setor florestal como um dos mais atrativos, dos pontos de vista de rentabilidade, conservação ambiental e demanda social. Este artigo relata um breve panorama histórico da evolução do ensino, pesquisa e desenvolvimento da silvicultura no Brasil, abrangendo parte das diversas facetas desta importante área da Engenharia Florestal.

**Palavras-chave:** Ecofisiologia de espécies arbóreas, Viveiros florestais, Tratamentos silviculturais, Proteção florestal, Genética e melhoramento florestal, Nutrição florestal, Exploração e transporte florestal

### Summary

The advancement of Brazilian forestry was marked by the creation of the first higher education forestry entity in the year 1960. With high-tech laboratory structures and professor's training in the best universities of the world, allied with partnerships with national and international high-level entities, the Federal University of Paraná stood out as a critical mass formation hub for Brazil and other countries. Since then, thousands of skilled professionals have held leadership positions at leading universities and forest companies. These two factors were fundamental to the modern silviculture currently practiced in the country. High productivity forests, high quality products, field and industrial operations complying with the premises of environmental conservation and workers' quality of life are some of the factors that identify the forest sector as a most attractive, from the point of view of profitability, environmental conservation and social demand. This paper reports a brief historical overview of the evolution of silviculture teaching, research and development in Brazil, covering part of the various facets of this important Forestry area.

**Keywords:** Ecophysiology of tree species, Forest nurseries, Silvicultural treatments, Forest protection, Genetics and breeding, Forest nutrition, Logging and transportation

---

1. Professor Titular Aposentado da UFPR

Contribuíram para este artigo os seguintes coautores:

Antônio José de Araújo, Professor de Genética e Melhoramento Florestal aposentado da UFPR;

Carlos Bruno Reissmann, Professor de Nutrição Florestal aposentado da UFPR;

Diego Tyszka Martinez, Professor de Silvicultura da UFPR;

Jarbas Yukio Shimizu, Professor Convidado da UFPR e Pesquisador aposentado da Embrapa Florestas;

Jorge Roberto Malinovski, Professor de Colheita e Transporte Florestal aposentado da UFPR;

José Henrique Pedrosa-Macedo, Professor de Proteção Florestal aposentado da UFPR e

Mario Takao Inoue, Professor de Silvicultura aposentado da UFPR

## INTRODUÇÃO

A depleção das reservas madeireiras de *Araucaria angustifolia* e outras espécies nativas valiosas no sul do Brasil, causada por décadas de extrativismo, foi respondida com a criação do primeiro curso de engenharia florestal em Viçosa, Minas Gerais em 1960. Este curso, então denominado Escola Nacional de Florestas, foi transferido para Curitiba em 1964, vinculando-se à Universidade Federal do Paraná. Na busca por espécies de rápido crescimento foram escolhidas espécies dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, que haviam sido introduzidas em décadas anteriores em hortos florestais e plantações comerciais de algumas empresas.

A Lei dos Incentivos Fiscais para o Reflorestamento de 1966 foi um importante catalizador de um grande programa de florestamento e reflorestamento, inicialmente nas regiões sul e sudeste do Brasil. Iniciado em 1966 e encerrado em 1988 propiciaram aumento da área plantada e o surgimento de novas indústrias de base florestal.

A grande área Silvicultura é multifacetada, compreendendo diversas subáreas, desde os aspectos dendrológicos, passando pela produção de mudas e chegando aos tratamentos silviculturais em plantios e em florestas naturais. Assim, foi solicitado aos colegas das diferentes áreas que contribuíssem com seus conhecimentos e a sua experiência para a composição deste artigo.

O estilo da escrita original de cada contribuição foi mantido, com ligeiras adaptações para atender ao escopo do artigo. Para melhor entendimento da evolução no período considerado, os assuntos serão relatados por áreas da Silvicultura que foram compiladas pelos coautores.

## SILVICULTURA

Diego Tyszka Martinez e Mario Takao Inoue

Nos últimos 50 anos a evolução da silvicultura brasileira foi fantástica. Com isso, foi possível o aumento de produtividade, a mudança de objetivo e a quebra de paradigmas. Muitas transformações aconteceram entre a silvicultura praticada no início dos anos 1970 e a atual e moderna silvicultura de precisão adotada por algumas empresas. O uso de madeira proveniente de florestas nativas foi sendo gradativamente substituída por florestas plantadas, com adaptações nas técnicas de beneficiamento.

### Dendrologia

Até a década de 80 eram raros os textos científicos disponíveis sobre espécies nativas do Estado do Paraná. No início dos anos 80, convênio entre a SUDESUL, o Governo do estado do Paraná, através de sua Secretaria de Planejamento e o IBDF foi executado pela FUPEF do Paraná - Universidade Federal do Paraná, para um estudo sobre as espécies nativas.

O resultado deste estudo foi publicado em 1985 na forma de um livro intitulado “**Projeto Madeira do Paraná**”. Informações detalhadas sobre 37 espécies florestais, dentre aquelas consideradas prioritárias para uso em reflorestamento, foram apresentadas. Tais informações abrangem para cada espécie: descrição morfológica, descrição para reconhecimento na floresta, fenologia, ocorrência geográfica natural, frequência, características silviculturais e características e emprego da madeira e da árvore. Adicionalmente, foram apresentadas 56 espécies com possibilidades para reflorestamento, com descrições sucintas sobre características e suas potencialidades para o uso em plantios. Contém, ainda, uma lista de 75 espécies com remotas possibilidades para reflorestamento. O livro continua sendo até os dias atuais uma referência para as espécies nativas do estado.

### Implantação de florestas

A forma como se implanta um povoamento mudou muito nos últimos 50 anos. Mudas de pinus, por exemplo, eram produzidas no sistema de raiz nua e torrão paulista. Na sequência, surgiu um processo avançado de produção de mudas de pinus com o uso de semeadura a lanço em canteiros e posterior repicagem destas para embalagens formadas por laminados enrolados e fixados com elástico. Mudas de

eucalipto eram produzidas em sementeiras e depois repicadas para embalagens individuais. De maneira geral, utilizava-se terra como substrato para produzir as mudas. Ao longo destes anos, os avanços na produção de mudas possibilitaram melhorias em todo o ciclo. Uso de substratos diferenciados, aumento nas taxas de germinação e homogeneização da germinação, uso de sementes melhoradas, o melhor controle nos viveiros, mudanças nos recipientes das mudas e propagação vegetativa são alguns exemplos desses avanços. A evolução chegou ao ponto de os viveiros serem verdadeiros “berçários”, onde a semente ou planta micro ou macropropagada passa um certo tempo sob condições de ambiente controlado em casas de vegetação e saem direto para o plantio em campo.

O preparo do solo realizado com alto impacto, com uso de aragem e gradagem, com a retirada de toda a vegetação e resíduo, eventualmente com queima deste, foi deixado de lado. Ao longo destes anos o sistema evoluiu para o usual cultivo mínimo, com o preparo do solo somente na linha de plantio, com manutenção dos resíduos da colheita sobre o solo, como forma de proteção. Ainda, na década de 1980 era muito comum o uso do fogo para a queima dos resíduos e o intenso revolvimento da camada superficial do solo. Depois de pesquisas desenvolvidas, no início da década de 1990, os reflorestadores começaram a manter os resíduos sobre o solo e em meados desta década iniciaram o manejo dos resíduos no preparo do solo. Neste processo, deixou-se de lado o uso de máquinas que descompactam o solo em toda a extensão, como arados e grades, e deu-se início ao preparo na linha, com subsoladores. A partir dos anos 2000 passou-se a utilizar sistemas conjugados.

No início dos anos 1970, povoamentos de araucária eram implantados por semeadura direta com número variável de sementes por cova, desde uma a quatro sementes. Plantios de pinus eram feitos com mudas de raiz nua. Plantios de eucalipto já eram plantados com mudas em recipientes. Embora ainda sejam efetuados plantios manuais, atualmente existem e são bastante utilizadas as plantadeiras de mudas, o que aumenta a produtividade do plantio.

## **Espaçamento**

No plantio, eram utilizados espaçamentos pequenos, como de 1,20 m x 0,80 m para araucária ou 2,0 m x 2,5 m para pinus e eucalipto. A possibilidade de mecanizar algumas atividades exigiu aumento da distância entre linhas para possibilitar a circulação de máquinas. O melhoramento genético gerou também materiais mais produtivos e exigiu que houvesse mais espaço para as plantas crescerem.

O espaçamento ideal das árvores de *Pinus taeda*, com o qual se obtém maior produção de madeira, é uma das questões a serem consideradas nas pesquisas de manejo florestal. Um experimento de longo prazo foi instalado na região de Irati-PR, que objetivou avaliar o desenvolvimento das árvores em diferentes espaços vitais de crescimento (entre 1,0 m<sup>2</sup> e 16,0 m<sup>2</sup> para cada árvore) com nove tratamentos de espaçamento inicial. Avaliação aos sete anos mostrou produção volumétrica entre 74,75 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup> e 274,89 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>. Se o objetivo for a maior produção volumétrica, mesmo com diâmetros pequenos, deve-se optar por espaçamentos menores. Quando se deseja maiores diâmetros, a opção é por espaços maiores. Um melhor desempenho, considerando diâmetro e volume, pode ser obtido com o uso de espaços vitais entre 5,0 m<sup>2</sup> e 8,0 m<sup>2</sup> para cada árvore.

## **Ecofisiologia**

Um dos assuntos desenvolvidos pela área de Silvicultura da UFPR foi a Ecofisiologia Florestal. Com o advento do convênio com a Universidade de Friburgo, Alemanha, a Escola de Florestas da UFPR conseguiu instalar um laboratório de estudos ecofisiológicos montado com equipamentos modernos de alta tecnologia, como analisador de gás infravermelho e espectrômetros. Tal estrutura propiciou a realização de inúmeros estudos ecofisiológicos, principalmente em espécies nativas. Os principais estudos conduzidos foram a base para dissertações e teses do curso de pós-graduação em Engenharia Florestal da UFPR.

No Quadro 1 estão listados em uma pequena amostra as espécies que foram estudadas e que compuseram artigos, dissertações e teses.

Quadro 1. Algumas espécies florestais estudadas na UFPR entre 1980 e 2010

Espécies	Assunto	Autor(es), Ano
<i>Araucaria angustifolia</i>	Fotossíntese sob efeito da luz	Inoue, 1980
<i>Cedrela fissilis</i>	Fotossíntese e transpiração	Inoue, 1980
<i>Mimosa scabrella</i>		
<i>Peltophorum dubium</i>	Fotossíntese sob efeito da luz	Inoue et al. 1986
<i>Schinus terebinthifolius</i>		
<i>Matayba elaeagnoides</i>		
<i>Ilex paraguariensis</i>	Variação anual da fotossíntese	Galvão et al. 1987
<i>Eucalyptus grandis</i>		
<i>Eucalyptus saligna</i>	Fotossíntese e transpiração	Inoue et al. 1988
<i>Tabebuia alba</i>	Pigmentos sob estresse ambiental	Borges et al. 1992
<i>Ligustrum lucidum</i>	Fotossíntese sob poluição	Inoue et al. 1994
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	Clorofila sob estresse	Biondi et al. 1997
<i>Centrolobium robustum</i>	Fotossíntese sob efeito da luz	Inoue et al. 1997
<i>Eucalyptus tereticornis</i>		
<i>Acer negundo</i>	Fotossíntese em micropagadas	Inoue et al. 1998
<i>Grevillea robusta</i>	Fotossíntese e clorofila	Inoue et al. 2006
<i>Mimosa flocculosa</i>		
<i>Ilex paraguariensis</i>	Fotossíntese e transpiração sob elevado nível de CO <sub>2</sub> no ar	Duckino et al. 2008
<i>Tabebuia roseoalba</i>		
<i>Pinus taeda</i>		
<i>Prunus japonica</i>		
<i>Araucaria angustifolia</i>		
<i>Mimosa scabrella</i>		
<i>Ocotea puberula</i>	Clorofila sob efeito da poeira de cimento	Inoue, 2010
<i>Schinus terebinthifolius</i>		
<i>Pinus taeda</i>		
<i>Matayba elaeagnoides</i>		

### Tratamentos silviculturais – poda e desbaste

O objetivo de obter um produto com qualidade já fazia parte das intenções de alguns pesquisadores e empresários. Um experimento de desbaste de araucária foi conduzido em 1970, cujo objetivo final do produto, destacando um manejo diferenciado para a produção, foi de madeira para serraria e laminação, com o uso de desbastes mais fortes, ou uso da madeira para celulose, com desbastes menos intensos ou ausentes. O objetivo do desbaste é o de antecipar renda e melhorar a qualidade do povoamento. Isso é evidenciado na preocupação dos pesquisadores, ainda na década de 1970, pela aplicação de desbastes para produção de madeira de maiores dimensões. A poda tem importância na produção de madeira de pinus com melhor qualidade. Na década de 1990, o Brasil tornou-se exportador da madeira de pinus e os produtores que haviam podado seus povoamentos quando jovens passaram a ser recompensados.

De maneira geral, o desbaste e a poda tornaram-se os principais tratamentos silviculturais para produção de madeira com maior valor agregado. Fatos como os descritos demonstram a preocupação de

pesquisadores e produtores com a qualidade da madeira, embora muitos dos plantios iniciados com recursos dos incentivos fiscais ou próprios, tenham sido abandonados ou manejados de forma inadequada.

### **Aumento da produtividade**

O principal destaque na silvicultura foi o aumento da produtividade e da qualidade do produto. No caso do eucalipto, por exemplo, passou-se de 10 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> em 1965 para uma média nacional de 35,7 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>, atingindo, em certos locais, até 60 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>. Para pinus, o aumento de produtividade foi de 20 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> para 35 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>. Quanto à qualidade, ocorreu a melhoria da forma da árvore, com consequente aumento da produtividade na serraria, além da melhoria de características da madeira e de outros produtos extrativos, que propiciaram maior rendimento industrial.

Nesse sentido, o aumento na produtividade e qualidade somente foi possível com investimento em pesquisa e nas diversas áreas de atuação da silvicultura, como sementes e viveiros florestais, implantação e manutenção de povoamentos, tratamentos silviculturais e no melhoramento genético. Ao longo dos anos, destaca-se o surgimento de novos focos na silvicultura, como a silvicultura urbana, silvicultura de precisão, silvicultura ecológica, ou seja, a silvicultura deixou de trabalhar apenas com plantios florestais e tornou-se mais ampla. Por outro lado, as pesquisas foram reduzidas e o foco na silvicultura em florestas naturais, principalmente nas regiões sul e sudeste, ocorreu devido à diminuição de áreas potenciais para uso.

### **Espécies plantadas**

O foco nas espécies também mudou muito. Se, em um primeiro momento o *Pinus elliottii* se destacou, o *Pinus taeda* começou a apresentar seu potencial. Um teste de espécies e procedências de *Pinus* no sul do estado do Paraná, mostrou a superioridade de *P. taeda* e *P. elliottii*. No entanto, *P. elliottii*, por apresentar maior teor de resina e prejudicar o processo de fabricação de celulose, foi sendo substituído pelo *P. taeda*.

As grandes áreas de reflorestamentos implantadas na época dos incentivos com *Euterpe edulis* e *Araucaria angustifolia* no Paraná já não são tão representativas. Outras espécies de interesse foram substituindo os plantios de palmito e araucária. O comportamento de 15 espécies de eucalipto na fazenda Monte Alegre foi relatado, com destaque no crescimento em diâmetro e altura das espécies *Eucalyptus resinifera*, *E. alba*, *E. saligna* e *E. grandis*. Fatos como este elucidam que, nos anos 1970, as espécies de pinus e eucalipto tradicionalmente plantadas já eram, pelo menos em parte, aquelas que dominariam o cenário florestal atual.

Hoje, no Brasil, a lista de espécies utilizadas para reflorestamentos em grande escala é relativamente pequena e varia em função da região. Algumas espécies de *Eucalyptus* são plantadas em quase todo o Brasil, enquanto outras são utilizadas regionalmente. Houve o avanço do eucalipto com o desenvolvimento, nos últimos anos, de materiais mais resistentes às secas e às geadas. Para *Pinus* spp., destacam-se, ainda, *P. taeda*, *P. elliottii* como espécies subtropicais e *P. caribaea* como espécie tropical. Entre as outras espécies plantadas, destacam-se a seringueira (*Hevea brasiliensis*), acácia-negra (*Acacia mearnsii*), acácia-mangium (*Acacia mangium*), paricá (*Schizolobium amazonicum*), teca (*Tectona grandis*) e álamo (*Populus* spp.).

### **Produtos madeireiros e não madeireiros**

Novos produtos foram desenvolvidos e a demanda por madeira com maior qualidade e homogeneidade alavancou as pesquisas em silvicultura e melhoramento genético. O uso da madeira era basicamente para serraria, laminação, faqueados, celulose, papel e energia. Com o avanço da tecnologia e o desenvolvimento de novos produtos, empresas começaram a plantar para produzir chapas, como MDF, MDP, OSB, aglomerado, além de outros usos, como os extrativos (folhas, tanino, látex e resina), que alavancou uma silvicultura regional. Citam-se usos potenciais dos reflorestamentos para produzir etanol, lignina, bioplásticos, nanofibras e óleos e atender as indústrias automobilística, farmacêutica, química, cosmética, aeronáutica, têxtil e alimentícia. Muitos outros usos ainda estão por vir.

Em parte, a demanda por florestas plantadas também ocorreu em função da diminuição de madeira oriunda de florestas nativas, muito, devido a expansão agrícola e pecuária. Atualmente, as florestas plantadas

ocupam uma área de 7,84 milhões de hectares, o que representa menos de 1% do território nacional, mas são responsáveis por 91% de toda madeira produzida para fins industriais.

## O futuro da Silvicultura

Na última década, o foco está na silvicultura de precisão, com o advento de geotecnologias para preparar o solo, plantar e adubar de acordo com a necessidade de cada árvore em função do local onde ela foi plantada. Assim, em uma máquina estão presentes vários sensores que avaliam as operações realizadas, como, por exemplo, a profundidade do solo ou a aplicação de um fertilizante. Ainda, a avaliação da necessidade de replantio, controle de pragas, doenças ou plantas daninhas será feita à distância. As florestas serão escaneadas com laser aeroembarcado e visualizadas em 3D de qualquer local do planeta. O uso de veículos aéreos não tripulados (VANTs) tornar-se-á mais comum na silvicultura e as florestas plantadas estarão totalmente interligadas.

## PROTEÇÃO FLORESTAL

José Henrique Pedrosa-Macedo

O dever e obrigação da Proteção Florestal por meio de seus conhecimentos, integrada com a Silvicultura no ensino e na pesquisa, são mobilizados para garantir a produção florestal sem os riscos de perdas durante o processo de crescimento da floresta. Os principais agentes biológicos causadores de perdas são os insetos, os fungos e as bactérias. Estes agentes devem ser estudados e conhecidos plenamente.

A Proteção Florestal estuda e investiga cientificamente alguns destes agentes biológicos, os quais são capazes de exterminar plantios jovens e/ou reduzir a produção de madeira e seus derivados. As formigas cortadeiras são exemplos clássicos na atividade florestal brasileira.

A maioria dos trabalhos foi realizada nesta área a partir de 1971, portanto há quase 50 anos, graças à cooperação inicial recebida de convenio com a Universidade de Freiburg da Alemanha. Assim, brasileiros tornaram um fator multiplicador de novos especialistas aptos a ensinar e investigar agentes daninhos às florestas, tanto para espécies florestais nativas como exóticas.

### Espécies florestais investigadas

O Pinheiro-do-Paraná - *Araucaria angustifolia* tornou-se objeto de pesquisas e investigações nestes últimos 45 anos. Outras nativas, como exemplo: a bracatinga – *Mimosa scabrella* e a seringueira – *Hevea brasiliensis* são importantes espécies nativas que foram temas de dissertação de mestrado. Portanto, estas três espécies são exemplos clássicos de que a Proteção Florestal se ocupa também com árvores brasileiras, e, também, são temas para formação na pós-graduação de Engenharia Florestal (mestrado e doutorado), todas elas de elevada e indiscutível importância econômica.

As espécies exóticas do gênero *Pinus* e folhosas do gênero *Eucalyptus* são igualmente importantes para a economia florestal brasileira.

Outras espécies, como: *Tectonagrandis* (Teca), *Khayaivorensis* (Mogno-Africano) e *Toona australis* (Cedro Australiano), também fazem parte das diversas investigações científicas sobre Proteção Florestal, resultando em dissertações de mestrado e teses de doutorado, visando à produção de madeira para fins especiais.

Todas estas exóticas estarão sujeitas aos ataques de pragas e de doenças. Desta maneira, a Proteção Florestal brasileira deverá estar atenta para a detenção precoce de pragas e doenças, baseando-se nos exemplos do que ocorre em outras partes do mundo.

Foi constatado e registrado surto de praga no plantio de *Pinus patula* nos anos 80. Havia ocorrido no início dos anos 1970 e, também, em Congonhinhas, PR, o surto da lagarta da araucária, ocorrido na Floresta Nacional do IBDF, Capão Bonito-Buri – SP.

### Controle biológico

No âmbito do controle biológico de plantas brasileiras no exterior, aquelas dos gêneros: *Miconia* sp., *Psidium* sp., *Schinus* sp., *Solanum* sp., *Tibouchina* sp., *Cortaderia selloana* e *Araujia cericifera*, contribuem para as investigações e estudos na busca de potenciais agentes (insetos, fungos, etc.) para o controle biológico de plantas brasileiras em países parceiros, tais como: África do Sul, Austrália, Nova Zelândia, Estados Unidos da América, entre outros.

Exemplos de insetos e animais silvestres pragas em espécies nativas estão apresentados nos Quadros 2 a 6 resultantes das investigações na Proteção Florestal – Departamento de Silvicultura da UFPR, que se preocupa com o patrimônio faunístico e florístico brasileiro, o mais abundante em espécies do planeta.

Quadro 2. Exemplos de insetos associados ao Pinheiro-do-Paraná estudados na UFPR.

<i>Cydia araucarie</i> Pastrana, (1953) (Lepidoptera:Tortricidae). Broqueia e destroem os pinhões (sementes) e estróbilos.	Hoffmann, D. 1978
<i>Dirphia araucariae</i> , Jones 1908. Devoram as acículas, exceto botões. Perda no crescimento.	Pedrosa-Macedo, J.H. 1979
Coleobrocas: <i>Pteolobius</i> Bendel – quatro espécies; <i>Pagiocerus punctatus</i> Eggers, 1928 <i>Xyleborus ferrugineus</i> (Fabr.,1801)	Pedrosa-Macedo, J.H. & Schönherr, J. 1985

Quadro 3. Exemplos de insetos pragas da Bracatinga estudados na UFPR.

<i>Oncideres impluviata</i> (Germar, 1824) Serrador de ramos (galhos)	Pedrozo, D.J. 1980
--	--------------------

Quadro 4. Exemplo de inseto da seringueira estudado na UFPR

<i>Leptopharsa heveae</i> Drake & Poor (Hemiptera: Tingidae) Causa danos nas mudas da seringueira	Moreira, I. P.S. 1985
--	-----------------------

Quadro 5. Aves associadas ao Pinheiro-do-Paraná

Gralha azul - <i>Cyanocorax caeruleus</i> , Vieillot, 1818 Gralha amarela - <i>Cyanocorax chrysops</i> Vieillot, 1818 (Passariformes: Corvidae) Destroi o pinhão e Come a amêndoas.	Müller, J. A., 1986
--	---------------------

Quadro 6. Roedores associados ao Pinheiro-do-Paraná comem e destroem os pinhões

<p>Animais silvestres</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ouriço – <i>Coedus insidiosus</i> (Kuhl, 1820);</li> <li>• Paca – <i>Cuniculus paca</i> (Linnaeus, 1766);</li> <li>• Cotia – <i>Dasyprocta azarae</i> Thomas, 1917;</li> <li>• Esquilo – <i>Sciurus ingrami</i> (Thomas, 1901);</li> </ul> <p>Camundongos (Família: Cricetidae)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Oryzomys angouya</i> (Desmaret, 1819);</li> <li>• <i>Akodon arvicoloides</i> (Winge, 1855);</li> <li>• <i>Akodon serrensis</i> Thomas, 1902;</li> <li>• <i>Thaptomys subterraneus</i> (Hensel, 1872).</li> </ul>	<p>Müller, J. A., 1986</p>
---	----------------------------

Pesquisadores brasileiros, estudiosos que são da flora e fauna brasileira, podem cooperar com colegas de outros países. Como exemplo, pode-se citar países como a Austrália, África do Sul, Nova Zelândia e Estados Unidos da América, nos quais plantas de origem do Brasil tornaram invasoras devido sua importação clandestina ou não. Por meio de cooperação, pesquisadores brasileiros e estrangeiros buscam potenciais agentes para o controle biológico de plantas brasileiras consideradas invasoras em seus territórios. Este fato vem ocorrendo desde a década de 1970.

## GENÉTICA E MELHORAMENTO FLORESTAL

Antônio José de Araújo e Jarbas Yukio Shimizu

A exaustão das reservas madeireiras de *Araucaria angustifolia* e outras espécies nativas valiosas no sul do Brasil, decorrente de décadas de extrativismo, motivou a busca por espécies de rápido crescimento para reflorestamento. Diversas espécies de *Pinus* e *Eucalyptus* foram introduzidas e plantadas experimentalmente em hortos florestais do governo e em propriedades de algumas empresas particulares.

Em 1960, foi criada a primeira escola de engenharia florestal do país em Viçosa, Minas Gerais, em 1960, denominada Escola Nacional de Florestas. Posteriormente, ela foi transferida para Curitiba, Paraná, dando lugar à criação da Escola Superior de Florestas, sua coirmã, em Viçosa, MG, em 1964.

A Lei dos Incentivos Fiscais para Reflorestamento, de 1966, foi um importante propulsor de programas de florestamento e reflorestamento, inicialmente nas regiões Sul e Sudeste e, gradativamente, em outras regiões do país.

### O Gênero *Pinus*

Entre as espécies de *Pinus*, a mais plantada inicialmente foi *P. elliottii* var. *elliottii*, porém, logo *P. taeda* tornou-se preferida, especialmente pelas indústrias de celulose e papel, em vista da maior taxa de crescimento e baixo teor de resina na madeira. No entanto, a alta variabilidade observada nos plantios ensejou investigações sobre a natureza e a magnitude das variações, não só nessa, mas em várias espécies potenciais do gênero, na busca por maior produtividade e melhor qualidade da madeira. Iniciaram-se, assim, programas de melhoramento genético de *Pinus* no Brasil.

Nas décadas de 1960 e 1970, duas instituições se destacaram como propulsoras da silvicultura intensiva no Brasil - a Estação de Pesquisas Florestais de Rio Negro, no Paraná, estabelecida pelo projeto PNUD/FAO (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento) que criou, também, a Escola Nacional de Florestas e o PRODEPEF (Projeto de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal), criado pelo IBDF (Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal), em 1973. A principal linha de ação desenvolvida consistiu em

uma rede de ensaios de espécies e testes de procedências e progênies de pírus instalada nos estados do Sul e no estado de São Paulo.

Em 1978, a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) iniciou suas atividades de pesquisa florestal a partir da rede experimental estabelecida pelo projeto PNUD/FAO/IBDF. As pesquisas florestais da EMBRAPA foram geridas, inicialmente, pelo PNPF (Programa Nacional de Pesquisa Florestal) que, posteriormente, passou a ser coordenado pelo CNPF (Centro Nacional de Pesquisa de Florestas da EMBRAPA), sediado em Colombo, Paraná. Posteriormente, novas linhas de pesquisa foram incorporadas à sua programação, principalmente com ampliação de redes experimentais de pírus, eucaliptos, espécies nativas e outras exóticas potenciais, envolvendo materiais genéticos amostrados de diversos povoamentos em suas origens, visando ampliar a base genética para melhoramento a longo prazo. Nesse processo, foi relevante o papel das empresas florestais como parceiras na execução dos experimentos e na difusão da tecnologia e, também, de instituições como o IPEF (Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais) ligado à Universidade de São Paulo, o IFSP (Instituto Florestal de São Paulo), a EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais), o IBDF e outras. Instituições internacionais, como o Serviço Florestal dos Estados Unidos, a FAO, a DANIDA (Agência Dinamarquesa de Desenvolvimento Internacional), a Universidade Oxford, a CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization), da Austrália, a CAMCORE (Central America and Mexico Coniferous Resources Cooperative) e outras, foram importantes conexões para acesso a fontes de materiais genéticos essenciais ao setor florestal brasileiro.

Materiais genéticos das melhores procedências de cada espécie foram selecionadosmeticulosa mente a partir de povoamentos com ampla variabilidade genética para formar pomares de semente. Estabeleceu-se, assim, a primeira geração de semente geneticamente melhorada, produzida localmente, para suprir as demandas do setor de florestas plantadas. Com essa medida, a produtividade de pírus, que não atingia  $20 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$  em média na fase inicial, passou a mais de  $40 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$  na década de 2010, quando já se dispunha de sementes melhoradas de segunda geração.

## O Gênero *Eucalyptus*

Entre as espécies de *Eucalyptus*, as mais plantadas na Região Sul, antes dos anos 1970, era *E. viminalis* devido ao rápido crescimento e à tolerância ao frio. No entanto, a má forma de fuste tornou seu uso limitado. Mais recentemente, passou-se a plantar *E. dunnii* e *E. benthamii*, tendo em vista a alta taxa de crescimento, boa forma de fuste e tolerância a geadas. Em regiões menos sujeitas a geadas, *E. grandis*, *E. saligna* e o que se julgava ser *E. alba*, posteriormente reconhecida como *E. urophylla*, eram as mais difundidas pelo rápido crescimento e boa forma de fuste. Atualmente são também plantadas espécies como *E. camaldulensis*, *E. pellita*, *E. brassiana*, *Corymbia torelliana*, *C. citriodora* e outras.

Desde o pioneirismo de Navarro de Andrade com a introdução de dezenas de espécies de eucalipto no Horto Florestal de Rio Claro e em outros no estado de São Paulo, até o arrojado programa de coleta de sementes de espécies e procedências de eucalipto na Austrália, organizado pela EMBRAPA na década de 1980, o progresso do melhoramento genético da produtividade do *Eucalyptus* foi continuo e significativo. Vários desafios foram enfrentados para tornar os povoamentos cada vez mais produtivos, apesar de grandes obstáculos representados por patógenos como o cancro da base e ferrugem nas folhas, insetos como besouros, gorgulhos, formigas-cortadeiras, vespa-da-galha e cochonilha, além de doenças fisiológicas como a seca-de-ponteiros associada à má adaptação ao ambiente. Práticas silviculturais foram aperfeiçoadas para assegurar o estabelecimento de povoamentos saudáveis e produtivos. Isso incluiu correção do solo, regimes de adubação, uso de gel hidratante no plantio, bem como regimes de desrama e desbastes, dependendo da finalidade da matéria-prima produzida. Além disso, foram desenvolvidos híbridos interespécíficos de alta produtividade que, combinado com o desenvolvimento de técnicas de enraizamento de estacas em grande escala, possibilitou o estabelecimento de povoamentos uniformes de alto rendimento.

Similarmente ao que ocorreu com o gênero *Pinus*, os eucaliptos apresentam ampla variabilidade, tanto entre procedências e progênies como, também, entre clones. Esse potencial vem sendo explorado desde a década de 1970 numa conjunção de esforços entre empresas, instituições de pesquisa florestal e universidades, tornando-os altamente produtivos. O incremento volumétrico médio que era de  $17 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$  na década de 1970, passou a mais de  $60 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$  na década de 2010 e há perspectiva de maiores aumentos com a conjugação de boas práticas silviculturais e o uso de clones adequados para cada sítio.

## Outras espécies florestais

O plantio comercial de outras espécies florestais, tanto nativas, como *Ilex paraguariensis*, *Hevea brasiliensis*, *Schizolobium amazonicum* quanto exóticas, como *Acacia mearnsii*, *Toona ciliata*, *Khaya senegalensis*, *K. grandifoliola* e *Tectona grandis* ocorre por interesses e produtos específicos como massa foliar, tanino, latex e madeira nobre. Devido à menor área plantada, os esforços de melhoramento genético são, consequentemente, menos intensos. Nestes casos, tem-se buscado explorar a variação entre procedências e progênies, como no caso de *Ilex paraguariensis*, em experimentos conduzidos pela EMBRAPA e a EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina). A *Hevea brasiliensis* é altamente suscetível ao fungo causador do mal-das-folhas na área de ocorrência natural (Região Amazônica). O melhoramento genético desta espécie tem sido direcionado à alta produção de latex, combinada com o desenvolvimento de clones adaptáveis a diferentes condições edafoclimáticas fora do seu bioma natural, mediante seleção de progênies e clones. A hibridação com outras espécies do gênero também tem sido uma estratégia adotada. Destacam-se nestes trabalhos o IAC (Instituto Agronômico de Campinas) e outras unidades da EMBRAPA.

O melhoramento genético de *Acacia mearnsii*, no estado do Rio Grande do Sul, tem sido realizado pela empresa Tanagro S.A. e pela EMBRAPA. Sementes introduzidas da África do Sul deram origem às plantações comerciais, onde têm sido feitos trabalhos de seleção fenotípica e genética por cinco gerações. A partir da década de 1980, foram estabelecidos testes de procedências e progênies com material genético selecionado entre os introduzidos da sua origem (Austrália) e os de plantações brasileiras.

*Tectona grandis* tem excelente crescimento no Brasil, especialmente no estado do Mato Grosso, e produz madeira nobre de alto valor. Embora testes genéticos em outros países tenham comprovado a sua variabilidade genética, não se tem conhecimento, no Brasil, de programa de melhoramento que investigue a variabilidade entre procedências, progênies ou clonal.

## Futuro do Melhoramento Genético Florestal no Brasil

As condições edafoclimáticas brasileiras, que possibilitam crescimentos superiores de muitas espécies florestais em relação aos povoamentos em suas próprias origens e a grande diversidade da flora arbórea brasileira são fatos indicadores de que o melhoramento genético no Brasil continuará avançando. A busca por maior produtividade e sustentabilidade das plantações florestais e o uso de árvores em outros sistemas como a integração de lavouras, pecuária e florestas poderá ter significativos avanços.

Avanços na biotecnologia, incluindo uso de marcadores moleculares, seleção genômica ampla e técnicas de transformação genética como CRISPR (Repetições Palindrômicas Curtas Agrupadas e Regularmente Interespacadas) para a edição seletiva de DNA, possibilitarão vislumbrar novos desafios com alto potencial de transformar o sistema produtivo florestal brasileiro em médio e longo prazos. O que esses novos recursos tecnológicos poderão trazer são maior eficiência nas seleções genéticas e a possibilidade de se gerar genótipos com maior produtividade, melhor adaptabilidade a condições adversas relacionadas à temperatura, água, salinidade ou resistência a pragas e doenças. Um desafio paralelo, tanto ético como técnico, se configura no aspecto da conservação de germoplasma da biodiversidade arbórea brasileira e o melhoramento de espécies nativas. Embora pouco plantadas atualmente, as espécies nativas deverão assumir maior relevância na restauração de milhões de hectares de áreas degradadas pela agricultura, pecuária, mineração e outras atividades antrópicas, além de assegurar uma base genética para um futuro incerto, frente a possíveis mudanças climáticas.

## NUTRIÇÃO FLORESTAL

Carlos Bruno Reissmann

Praticamente tudo gira em torno da ciclagem e eficiência do uso de nutrientes, suas entradas e saídas nas plantas, envolvendo produtos madeiráveis e não madeiráveis. No entanto, a nutrição mineral de plantas em um sentido mais amplo, incluindo também plantas/produtos não madeiráveis, nem sempre é desenvolvida em sítios de melhor qualidade. Nas áreas de fertilidade marginal, onde programas de manejo não são considerados economicamente viáveis, as apostas recaem na capacidade da floresta se gerir. Nesse tipo de terreno a floresta consegue se manter utilizando estratégias como o reajuste das interações bióticas e abióticas do sistema, quando um ou mais elementos se tornam deficientes. Em suma, o sistema tem condições de ajustar sua nutrição com a ciclagem biogeoquímica em atendimento à demanda nutricional.

### O Gênero *Pinus*

Em um estudo da década de 1970 e que é uma referência até os dias de hoje, ficou demonstrado que um povoamento de *Pinus taeda* aos 20 anos necessitaria do solo praticamente apenas como suporte físico. A ciclagem atingira tal estado de eficiência, que forneceria praticamente todos os nutrientes necessários para sua existência naquela condição.

O expressivo crescimento do gênero *Pinus*, mesmo se desenvolvendo em solos pobres e de baixa profundidade efetiva no segundo planalto paranaense, sempre chamou a atenção dos estudiosos da área. Ao mesmo tempo, animava o setor madeireiro criando uma falsa expectativa de alta produtividade com baixos investimentos, ao contrário do que seria de esperar em relação à nativa araucária já exaurida em fornecer matéria prima. No entanto, em determinadas áreas onde predominavam os arenitos mais pobres, sintomas de deficiência visual nas acículas já manifestavam os primeiros sinais da baixa qualidade do sítio.

Apesar de os estudos iniciais na área da nutrição haverem iniciado com a araucária, mais tarde estiveram mais concentrados no gênero *Pinus*. Isto se deveu a muitas áreas plantadas terem se expandido sobre terrenos de fertilidade marginal, como aquelas dos arenitos encontrados no Segundo Planalto Paranaense.

### Desenvolvimento de metodologia para coleta de amostras

Depois de várias considerações, objetivou-se inicialmente determinar a variação dos nutrientes na copa das árvores, em função da época de amostragem como primeiro passo na obtenção de dados químicos foliares. Isto serviria, em princípio, para indicar a melhor época de coleta das acículas para fins de análise química foliar e obter um padrão para diagnóstico do seu estado nutricional.

Os dados químicos foliares costumam mostrar variações no seu teor de acordo com a época do ano, posição na copa, exposição cardeal, atividade fisiológica, idade da árvore e da acícula, ramos com ou sem frutos, taxa de crescimento e espécie. Assim, era fundamental obter uma primeira indicação do padrão de variação dos elementos na copa. Em um estudo foram escolhidas duas idades, 18 e 25 anos, considerando-se acículas pertencentes ao período de crescimento imediatamente anterior, coletadas do terceiro e quarto verticilo superior.

Entre os resultados relevantes a serem aqui mencionados, cabe informar que a época de maior estabilidade relativa dos nutrientes e da massa das acículas correspondeu ao mês de maio, não havendo distinção se coletadas do terceiro ou quarto verticilo superior. No entanto, o fator idade das árvores apresentou variação significativa para N, K, Fe e Mn.

Um segundo ponto a ser investigado era a idade das acículas, mesmo considerando uma só época de coleta, normalmente efetuada no outono ou inverno. Na literatura especializada é bem conhecida a capacidade dos nutrientes, quanto à sua mobilidade ou acúmulo nas folhas. Observa-se a tendência que os não-móveis são mais concentrados nos tecidos mais velhos, como o Ca, por exemplo. O seu oposto, sendo representado pelo K, apresenta alta mobilidade.

## Interpretação de resultados

Na questão puramente analítica e interpretativa do estado nutricional impera uma grande dificuldade quando se pretende avaliar a disponibilidade de nutrientes para as plantas. As dificuldades na calibração da análise são muitas, envolvendo desde a coleta da amostra, tanto do solo quanto da árvore, a forma de preparo da amostra, o processo de acesso aos nutrientes, seja extração ou digestão total. No caso do solo, muito foi simplificado nas análises de rotina, mas a pergunta sobre qual o extrator utilizar continua em aberto, pois é muito difícil simular a força extratora das raízes com seus inúmeros exsudatos. O que se tem, na verdade, são aproximações com as quais se procura interpretar o estado nutricional em meio a infinitas variáveis encontradas no solo e na heterogeneidade da planta.

Ainda nesta fase inicial, a evidência mais marcante foi a alta capacidade do *Pinus elliottii* crescer sobre os mais variados tipos de solos e distintos materiais de origem no âmbito de uma ampla área compreendida pelos três estados sulinos. Embora não seja atualmente uma espécie plantada em grande escala, sempre surpreendeu sua alta capacidade de manter um bom crescimento, mesmo em neossolos quartzarénicos, às vezes com déficit de drenagem. Muitas vezes mostra alta resistência nos cortes de estradas, onde pende fixado em alguma fenda e, ainda assim, exibindo acículas verdes, sem manifestar sintomas de deficiência. Além de não apresentar sintomas visuais de deficiência nutricional, também não seria possível encontrar correlação entre crescimento e estado nutricional de suas acículas ou dados químicos do solo.

Quando se trabalha com a revegetação de ambientes degradados, as observações de campo tem apontado para uma espécie nativa bastante resistente, *Myrcine umbellata*, conhecida como capororocão, capororoca. No entanto, programas de recuperação dessas áreas, notadamente na construção de barragens em que predominam as áreas de empréstimo, tem sido empregadas espécies como pinus, casuarina e eucalipto, por exemplo. Nestas áreas geralmente o que se tem é a exposição dos horizontes subjacentes, com a remoção do horizonte A.

## A erva-mate

Dentre as várias espécies folhosas nativas investigadas no âmbito da nutrição mineral, abrangendo a planície litorânea, primeiro e segundo planaltos, a erva-mate foi a mais intensamente pesquisada, sendo aqui dissertada. Representa um típico exemplo de produto florestal não madeirável, quando considerada a exploração de suas folhas, tradicionalmente para fins de produção de chá e chimarrão, mas destacando-se, ainda, no âmbito farmacológico, alimentício, social e ecológico. De acordo com levantamento da Agência Sebrae de Notícias (ASN), três municípios do estado do Paraná se destacam quanto a produtividade, Cruz Machado (85 mil toneladas), São Mateus do Sul (67 mil toneladas e Bituruna (44 mil toneladas). A última safra, incorporando todos os municípios produtores no estado, totalizou mais de 534 mil toneladas de matéria prima, rendendo aproximadamente R\$ 490.000.000,00.

O primeiro levantamento nutricional da erva-mate realizado no Curso de Engenharia Florestal deu-se no ano de 1982, na região de Mandirituba, PR. Tratava-se de um pequeno povoamento nativo com árvores centenárias, sendo exploradas regularmente a cada dois anos e consorciada com pastagem natural. O que chamou a atenção nesse primeiro levantamento foram os altos teores foliares de Al, B, Cu e Mn e baixos teores de P. Os elevados níveis de Cu, até 20 mg.kg<sup>-1</sup> encontrados em diferentes levantamentos correspondem a uma condição pouco corriqueira entre plantas de conotação alimentícia. Este valor é considerado o limite crítico de toxidez para a maioria das plantas, porém não tem este efeito na erva-mate, sendo que ao longo de um ano de observações seu valor oscilou entre 17 – 24 mg.kg<sup>-1</sup>.

No âmbito da indústria alimentícia, na qual se insere a erva mate, os morfotipos se distinguem quanto aos teores de tanino, cafeína e teobromina. Paralelamente, os componentes minerais, também bastante importantes na alimentação humana, apresentam variações, dependendo da idade das folhas, estação do ano, procedências e progênies. Ainda, envolvendo a questão dos morfotipos, é também fundamental atentar para outras questões do cultivo da erva mate, como do melhoramento genético, estaqueia e enxertia. Utilizando-se traçadores em experimentos com os três morfotipos, constatou-se que no xilema secundário os vasos e traqueídeos integram o sistema de condução de água, com predominante eficiência dos vasos (4 a 50 vezes) na condutividade hidráulica. O morfotipo sassafrás é bastante similar ao morfotipo cinza no que tange a resistência à seca, sendo que ambos também apresentam espessura cuticular superior à amarelinha, o que deve conferir maior proteção.

Normalmente são feitas indicações de adubação, em que se conjugam produção desejada e aspectos físicos e químicos dos solos. Este é um importante aspecto a ser considerado, tendo em vista não só a manutenção do potencial produtivo do solo, mas também sua sustentabilidade. As quantidades de nutrientes exportados, no caso da erva mate, são mais intensas do que a exploração madeireira, já que as folhas são os órgãos que contém a maior quantidade de nutrientes e a colheita ocorre geralmente a cada dois anos.

## EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL

Jorge Roberto Malinovski

Nestes 50 anos vivenciou-se muitos avanços no desenvolvimento científico e tecnológico, principalmente no segmento de florestas plantadas. A história nos mostra evoluções em todas as áreas do conhecimento, por exemplo, nas comunicações, desde o Telex, Fax, Internet, Celular, entre outros, como também na área técnica/científica da colheita florestal, ou seja, do machado, serra de arco, motosserra, feller, harvester, entre outros.

Quando se lembra da década de 1970, o que importava era plantar áreas de florestas, porém sem saber exatamente como estes plantios seriam explorados. Era a “era de ouro” dos incentivos fiscais, e pouco existia de trabalhos científicos que poderiam ser publicados, pois eram poucos os pesquisadores existentes no Brasil. Somente com a chegada dos colegas alemães, que realmente se formou um corpo científico mais especializado e viabilizou o início das pesquisas na área de colheita e transporte de madeira. Aqui, eu gostaria de lembrar o colega e contraparte Gehard Stöhr, com o qual estruturamos eventos técnico/científicos, inicialmente por meio do primeiro “Curso de Atualização sobre Sistemas de Exploração e Transporte Florestal”, que acolheu “25 participantes”, e que hoje, chegando à sua decima oitava edição, alcança mais de “500 participantes”. O evento que deu origem a “Expoforest”, já em sua quarta edição, atingiu uma audiência de mais de 30.000 participantes e ocorreu em três dias de feira.

Por que os eventos técnicos foram importantes no contexto de avanços na Ciência Florestal Brasileira? É muito simples responder, pois na colheita e transporte de madeira, a maioria das máquinas e equipamentos é desenvolvida nos países nórdicos e a realização de eventos técnicos nos permitiu trazer estas novas tecnologias para o conhecimento da comunidade acadêmica e empresarial, possibilitando, inclusive, em um destes eventos conseguir separar a “Exploração” de “Colheita”, ou seja, em plantios florestais se faz colheita e em floresta nativa se faz exploração.

Quando se fala, entretanto, em pesquisa na área acima mencionada, o grande impulso ocorreu com a criação e avanço dos cursos de mestrado e doutorado em Ciências Florestais, com a inclusão e desenvolvimento de vários temas em evidência ligados à Ciência do Trabalho, Rede Viária Florestal, Sistemas de Colheita de Madeira, Planejamento de Operações Florestais, Ergonomia, entre outros.

Na década de 1990 foi que o Brasil conseguiu realmente se tornar competitivo em operações florestais, devido a abertura de mercado para máquinas e equipamentos e, hoje, pode-se dizer que qualquer tecnologia disponível no exterior estará também acessível no Brasil. Assim, a maioria das pesquisas na área de colheita e transporte sempre teve e devem continuar tendo cunho, além de científico, técnico/prático.

Os avanços científicos e tecnológicos em colheita e transporte florestal, durante estes 50 anos, foram relevantes, a mecanização das atividades foram essenciais para a redução de acidentes e garantir o abastecimento fabril; hoje muitas máquinas trabalham até 24 horas por dia, em três turnos de trabalho e durante o todo o ano. As máquinas podem ser monitoradas via satélite, ou seja, em tempo real e, assim, será possível facilmente detectar problemas e resolvê-los no mínimo de tempo possível. Pode-se dizer, que os sistemas de colheita de madeira devem permanecer nos conhecidos atualmente, mas o que se terá cada vez mais é “tecnologia embarcada” nas máquinas e equipamentos.

Outro ponto a salientar, nos avanços do segmento, é a incorporação cada vez maior da qualificação dos trabalhadores, tanto dos operacionais como dos gestores, pois é fato notório, que não adianta se ter máquinas e equipamentos de altíssima tecnologia sem treiná-los e qualificá-los adequadamente. Assim, muitos centros de treinamento foram criados neste segmento e se utilizam, inclusive, de conceitos de psicologia aplicada para a seleção e capacitação de profissionais com alto desempenho.

Quando se fala em transporte florestal, a inovação e desenvolvimento também foram enormes, saiu-se de composições de 15 toneladas para acima de 75 toneladas, e hoje, praticamente, não se fala mais em caminhão “toco”, mas “Bi-Trem”, “Tri-Trem”, “Penta-Trem” ou mais. Assim, também os conhecimentos e pesquisas sobre rede viária e técnicas construtivas de estradas foram e estão em evidência. O uso de softwares se tornou cada vez mais importante no planejamento das atividades.

Encerrando, pode-se dizer: “Quem não tem história para contar, não viveu”, mas o setor florestal brasileiro de florestas plantadas pode com orgulho dizer “O Ensino a Pesquisa e a Extensão” estiveram e continuam integrados no desenvolvimento da Ciência Florestal Brasileira.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tempo e o espaço não são suficientes para descrever outros tantos avanços que são comprovados no dia a dia do setor florestal.

Efusivos agradecimentos são devidos, inicialmente à UFPR, que soube abrigar a primeira Escola de Florestas, investindo em estrutura e recursos humanos, como também oportunizando a que Engenheiros Florestais viesssem ocupar cargos de liderança no Setor de Ciências Agrárias, Pró-Reitoria e Reitoria. Agradecimento especial merecem os docentes, a maioria já aposentada, que prontamente responderam ao chamado para contribuírem na montagem deste artigo. Agradecemos à comunidade da Escola de Florestas, docentes, alunos e funcionários, que foram de importância fundamental para o crescimento e avanço do setor. Merece aqui menção especial aos egressos da Escola, graduados, mestres e doutores, que atuaram e atuam nos mais diferentes recantos do País e do mundo, liderando atividades de ensino, pesquisa e desenvolvimento, que alicerçaram o renome que qualifica a atual silvicultura brasileira no cenário internacional.

## REFERÊNCIAS

- BAENA, E.S. A produção de mudas na fazenda Monte Alegre (viveiro Lagoa). **Floresta**, v. 2, n. 3, 1970.
- BALDANZI, G.; ARAUJO, A. J. de. Ensaio comparativo de espécies e procedências de pinus, na estação de pesquisas florestais de Rio Negro, Paraná. **Floresta**, v. 3, n. 2, 1971.
- BERENHAUSER, H. Importância da poda em *Pinus* spp. para produção de madeira de melhor qualidade. **Floresta**. V. 2, n.3, 1970.
- BRITEZ, R. M. de; WATANABE, T.; JANSEN, S.; REISSMANN, C. B.; OSAKI, M. The relationship between aluminium and silicon accumulation in leaves of *Faramea marginata* (Rubiaceae). **New Phytologist**, v. 156, p. 437 – 444. 2002.
- BÜNDCHEN, M.; BOEGER, M. R.; REISSMANN, C. B.; SILVA, S. L. C. Status nutricional e eficiência no uso de nutrientes em espécies arbóreas da floresta subtropical no sul do Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 41, n. 98, p. 227 – 236. 2013.
- CARNEIRO, J.G.A. Determinação do padrão de qualidade de mudas de *Pinus taeda* L. para plantio definitivo. **Floresta**, v.8, n.1, 1977.
- DOBNER JR., M.; QUADROS, D. S. de. Economic performance of Loblolly Pine stands in Southern Brazil as a result of different crown thinning intensities. **Árvore**, v. 43, n. 2, p. 1 – 11. 2019.
- DUCKINO, V.; INOUE, M.T. Fotossíntese e transpiração de espécies florestais sob atmosfera com CO<sub>2</sub> elevado: uma abordagem metodológica. **Revista da ALACS**, v. 5, n. 1, p. 82-92, 2008. ISSN 1806-5082
- DÜNISCH, O.; REISSMANN, C. B. Significance of xylem water conductance for the compatibility of mate phenotypes (*Ilex paraguariensis*) for grafting. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, v. 87, p. 62 – 66, 2014.

DÜNISCH, O.; REISSMANN, C. B.; OLISZESKI, A. Variability of vessel characteristics in the xylem of *Ilex paraguariensis* (mate-tree) from South Brazil. **IAWA Journal**, v. 25, (4), p. 449 – 458, 2004.

FISHWICK, R. Pesquisa de intensidade de desbaste. **Floresta**, v.5, n.1, 1974.

GATTO, A.; BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; COSTA, L.M.; NEVES, J.C.L. Efeito do método de preparo do solo, em área de reforma, nas suas características, na composição mineral e na produtividade de plantações de *Eucalyptus grandis*. **Árvore**, v.27, n.5, p.635-646, 2003.

GUIMARÃES, J. C.; REISSMANN, C. B.; MOTTA, A. C. V.; GAIAD, S.; OLIVEIRA, E. B. de; STURION, J. A. Relação de Zn, Fe, Cu e Mn entre solo e progêneres de erva-mate. **Cerne**, Lavras, v. 20, n. 2, p. 285 – 292, 2014.

INOUE, M. T.; RODERJAN, C. V. ; KUNIYOSHI, Y. S. . **Projeto Madeira do Paraná**. CURITIBA: FUNDACAO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANA, 1984. v. 1. 260p.

INOUE, M.T. Teor de clorofila de seis espécies arbóreas sob influência da poeira de cimento. **Floresta**, v. 40, n. 2, p. 457-464, 2010. ISSN 0015-3826.

INOUE, M. T.; FIGUEIREDO FILHO, Afonso ; ARAÚJO, A.J. ; LIMA, R. . Crescimento juvenil de *Pinus taeda* L. em função do espaço vital de crescimento. **Floresta**, v. 41, p. 57-62, 2011.

INOUE, M. T.; FIGUEIREDO FILHO, Afonso ; LIMA, R. . Influência do espaço vital de crescimento na altura e diâmetro de *Pinus taeda* L. **Scientia Forestalis** (IPEF), v. 39, p. 377-385, 2011.

JANKAUSKIS, J. Ensaio de plantio de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. **Floresta**, v.4, n.1, 1972.

KEIL, S. S.; REISSMANN, C. B.; PÉLLICO NETO, S. Canela sassafrás (*Ocotea odorifera*): bioecologia e uso sustentável – avaliação nutricional do sassafrás – estudo preliminar. **Estud. Biol.**, v. 28, n. 64, PP. 37 – 47. 2006.

KOEHLER, C. W.; REISSMANN, C. B.; KOEHLER, C. W. Deposição de resíduos orgânicos (serapilheira) e nutrientes em plantios de *Araucaria angustifolia* em função do sítio. **Rev. Set. Ciênc. Agr.**, v. 9, p. 89 – 96. 1987.

LIMA, R. ; INOUE, M. T. ; FIGUEIREDO FILHO, A. ; ARAUJO, A.J. DE ; MACHADO, S.A . Efeito do espaçamento no desenvolvimento volumétrico de *Pinus taeda* L. **Floresta e Ambiente**, v. 20, p. 223-230, 2013.

MACHADO, S.A. Florestas artificiais do Paraná. **Floresta**, v.6, n.1, 1975.

MORESCHI, J.C. Levantamento da qualidade da madeira em plantações artificiais de “*Pinus elliottii*” nos estados do sul do Brasil. **Floresta**, v.8, n.1, 1977.

MORO, L.; FERREIRA, C. A.; SILVA, H. D. da; REISSMANN, C. B. Exportação de nutrientes em povoamento de *Pinus taeda* L., baseada volume estimado pelo sistema SISPINUS. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 3, p. 465 – 477, 2008.

OLIVA, E. V.; REISSMANN, C. B.; GAIAD, S.; OLIVEIRA, E. B. de; STURION, J. A. Composição nutricional de procedências e progêneres de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) cultivadas em Latossolo Vermelho Distrófico. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 4, p. 793 – 805, 2014.

REISSMANN, C. B. Variação anual dos nutrientes em *Araucária angustifolia* (Bert.) O. Ktze, em função da época de amostragem. **Floresta**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 75 – 77. 1976.

REISSMANN, C. B.; HILDEBRAND, E. E.; BLUM, W. E.; BURGER, L. M. Metodologia da amostragem e análise das acículas da *Araucária angustifolia* (Bert.) O. Ktze. **Floresta**, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 5 – 10. 1976.

REISSMANN, C. B. Morfologia dos horizontes de húmus em florestas de coníferas exóticas no sul do Brasil. **Rev. Set. Ciênc. Agr.**, v. 5, p. 11 – 16, 1983.

REISSMANN, C. B.; ZÖTTL, H. W. Problemas nutricionais em povoamentos de *Pinus taeda* em áreas do Arenito da Formação Rio Bonito - Grupo Guatá. **Rev. Set. Ciênc. Agr.**, v. 9, p. 75 – 80. 1987.

REISSMANN, C. B.; SANTOS FILHO, A.; ROCHA, H. O. da; ZÖTTL, H. W.; BLUM, W. E. H. Crescimento e níveis de macro e micronutrientes em *Araucaria angustifolia* e *Pinus taeda* sobre solos derivados do Grupo Itararé (Carbonífero). **Rev. Set. Ciênc. Agr.**, v. 9, p. 113 – 119, 1987.

REISSMANN, C. B.; WISNIEWSKI, C. Nutritional aspects of pine plantations. In: GONÇALVES, J. L. de M. e BENEDETI, V. **Forest Nutrition and Fertilization**. Piracicaba: IPEF. 2004. 421 p.

REISSMANN, C. B.; DÜNISCH, O.; BOEGER, M. R. Beziehung zwischen Ernährungsbiologischen (Fe, Mn, Ca) und Strukturellen Merkmalen Ausgewälter Morphotypen de Mate-Pflanze (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) In: HÜTTL, R. **Boden, Wald und Wasser**. Aachen: Schaker Verlag. 2003. 249 p.

SILVA, J.C. Aspectos econômicos do desbaste em reflorestamento no norte do Paraná. **Floresta**, v. 2, n. 3, 1970.

SOARES, R.V. Desbaste em *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. **Floresta**, v. 2, n. 3, 1970.

SPELTZ, R. M. Desenvolvimento do eucalipto na fazenda Monte Alegre. **Floresta**, v. 3, n. 1, 1971.

VALERI, S. V.; REISSMANN, C. B.; SANTOS FILHO, A. Exportação de nutrientes e povoamentos de *Pinus taeda* L., desbastados em diferentes idades. **Floresta**, Curitiba, v. 19, p. 62 – 68, 1989.

VEIGA, R.A.A.; OLIVEIRA NETO, O.J.; JORGE, W.J.; SOUZA, F.G.A.; CARVALHO, C.M. Aspectos socioeconômicos do desenvolvimento florestal brasileiro através de incentivos fiscais. **Floresta**, v. 6, n. 1, 1975.

# MANEJO FLORESTAL

## – Pesquisa & Desenvolvimento na UFPR –

Sylvio Pélico Netto\*<sup>1</sup>

### Resumo

O presente trabalho, preparado para o número especial da Revista Floresta, visou aglutinar as mais expressivas contribuições efetuadas pelos professores e colaboradores da área de Manejo Florestal vinculados aos cursos de Graduação e Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFPR, durante os últimos 50 anos. Para sua elaboração, decidiu-se pela setorização do seu conteúdo em temas, cuja sequência incluiu as evoluções nos campos da dendrometria, do inventário florestal, das geotecnologias, da estatística, do planejamento e otimização da produção florestal, de biomassa e carbono em florestas e seus produtos, manejo de florestas, e suas perspectivas. Os relatos mostraram com clareza que, neste período, ocorreram grandes evoluções e aprimoramentos na formação dos engenheiros florestais, bem como de mestres e doutores neste campo do conhecimento. A pesquisa se desenvolveu neste período, não apenas no domínio teórico, mas também no domínio tecnológico e operacional, devido à forte interação do grupo com o setor florestal produtivo e com as instituições públicas do estado do Paraná e do governo federal. A formação de mestres e doutores foi expressiva, com a maior produtividade no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFPR nos últimos 47 anos. Em todos os temas abordados foram apresentados os novos rumos para a evolução do conhecimento científico e tecnológico no campo de Manejo Florestal.

**Palavras-chave:** Dendrometria, Inventário florestal, Geotecnologias, Estatística, Planejamento e otimização da produção florestal, Biomassa e carbono, Inteligência artificial, Modelagem matemática, Engenharia de software e geomática

### Summary

This work, prepared for the special issue of Journal Floresta, aimed to bring together the most significant contributions made by professors and collaborators in the area of Forest Management in the undergraduate and graduate courses in Forestry at the UFPR during the last 50 years. For its elaboration, it was decided by the sectorization of its content in themes, whose sequence included the evolution in the fields of forest mensuration, forest inventory, geotechnologies, statistics, planning and optimization of forest production, biomass and carbon in forests and their products, forest management, and their prospects. The reports clearly showed that during this period there were major evolutions and improvements in the training of forest engineers, as well as masters and doctors in this field of knowledge. The research was developed during this period, not only in the theoretical domain, but also in the technological and operational ground, due to the group's strong interaction with the productive forest sector and with the public institutions of the state of Paraná and the federal government. The training of masters and doctors was expressive, with the highest productivity in the Graduate Program in Forest Engineering at UFPR. In all the topics covered were presented the new directions for the evolution of scientific and technological knowledge in the field of Forest Management.

**Keyword:** Forest mensuration, Forest inventory, Geotechnology, Statistics, Planning and optimization of forest production, Biomass and carbon, Artificial intelligence, Mathematical modeling, Software engineering and geomatics

---

1. Professor Titular Aposentado da UFPR, Professor Sênior do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFPR.

## INTRODUÇÃO

Já se passaram 50 anos desde o lançamento do primeiro número da Revista Floresta em 1969. Ela foi e continua sendo um importante veículo para divulgação dos trabalhos científicos produzidos pelos nossos professores e para nossos colegas de outras universidades, instituições públicas e privadas do país e do exterior. A área de manejo florestal tem se mantido solidária a esta iniciativa e se expandiu consideravelmente depois da criação do Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal em 1972.

Nós entendemos manejo florestal como a aplicação de vários princípios e conhecimentos da ciência florestal, bem como de atividades comerciais para tornar a propriedade florestal operativa e produtiva. Assim, manejear uma propriedade florestal exige ordenar, animar e conduzir o negócio florestal para se atingir um fim específico. Seu escopo é amplo, porque, além da aplicação dos conhecimentos técnicos e científicos, exige do manejador a visão de longo prazo, própria dos planejadores, a habilidade de um administrador e a atenção, flexibilidade e desenvoltura de um especialista em negócios.

Tais conceitos foram concebidos já no início do século XX e inclusos em um trabalho publicado por Roth (1925). Cabe salientar, que além dos conhecimentos científicos e tecnológicos da tradicional ciência florestal, acresce-se a visão imprescindível sobre a vida selvagem, conservação da água, abrangência do espaço vital para a fauna, integralidade da paisagem e o potencial para recreação humana.

No campo das ciências sociais, também é importante a visão econômica, da organização e administração dos recursos naturais, mercadologia de produtos florestais, e relações interativas e sociais do trabalho.

Conquanto o escopo do manejo florestal seja bastante amplo, o foco central do manejador é, sem dúvida, a produção de madeira. As técnicas de manejo para sua produção, que envolvem o estabelecimento, medições, controle e utilização das árvores e de outros componentes vegetacionais e subprodutos da floresta, se enquadram como outros usos da floresta ou da terra, comumente denominados produtos não-madeireiros.

Áreas florestais, conquanto sejam manejadas para múltiplos propósitos, a produção de madeira constitui o foco dominante, porém outras funções tornam-se igualmente relevantes, como a proteção do regime hídrico, da fauna e dos sítios de expressiva beleza, apropriados para a preservação permanente. Decisões sobre a predominância de qualquer um desses usos para fins de manejo, pressupõe detalhadas considerações e análises técnicas. Por exemplo, manejar florestas para conservação da água não é absolutamente incongruente com o manejo para produção de madeira.

Para melhor compreender a importância de manejar florestas, devemos primeiro separar claramente os conceitos preservacionistas dos conservacionistas. A preservação de florestas se aplica às áreas destinadas à intocabilidade de seus recursos naturais pelas suas características especiais de proteção da fauna e flora, ou de proteção de ecossistemas de rara beleza cênica, ou, ainda, que contenham espécies endêmicas. Em todo o mundo essas áreas são decretadas como Parques Nacionais, Reservas Ecológicas, Áreas de Preservação Permanente e outras. As demais áreas florestais se enquadram no contexto de áreas de conservação, ou seja, que são passíveis de ser manejadas. Aí se enquadram as Florestas Nacionais, as Reservas Indígenas e outras áreas que se encontram no âmbito do domínio público e privado.

As experiências já centenárias nos países da Europa e nos Estados Unidos revelam que as áreas florestais em poder privado produzem os mesmos produtos e serviços que as áreas florestais mantidas pelo poder público. Nos países escandinavos, por exemplo, as florestas mais produtivas pertencem ao domínio privado e as menos produtivas remanescem sob a administração do poder público, comandadas pelos seus respectivos Serviços Florestais, porque os ciclos produtivos nestas áreas, devido as adversidades de qualidade de solos, de clima e produtividade, extrapolam 100 anos, o que as tornam desinteressantes ao setor privado.

Os interesses dos produtores privados nem sempre atendem a totalidade do interesse público, o que é perfeitamente compreensível, porém a evolução dessa relação nos países europeus caminhou para uma estreita cooperação dos governos com os produtores florestais, o que tem resultado em pleno atendimento do setor produtivo aos interesses públicos. O manejo das florestas nativas na Europa e nos Estados Unidos se transformou num instrumento convergente para o alcance dos interesses comuns para ambas as partes.

O conceito de conservação florestal não é incongruente com o manejo florestal, pois tornou-se, ao longo dos últimos 50 anos no Brasil, conhecido pela expressão “Conservar é Saber Usar”. As florestas são consideradas estruturas vivas, cujas árvores de inúmeras espécies as integram no que pode ser chamado de um “sistema aberto”, conforme definido por Ludwig von Bertalanffy na Alemanha, na década de 1940, no

qual ocorre um processo de fluxo contínuo de metabolismo, por meio da fotossíntese, absorção de nutrientes do solo e transformação bioquímica para a formação da madeira (BERTALANFFY, 1940) e posteriormente publicado com maior detalhe em seu livro sobre Teoria Geral dos Sistemas (BERTALANFFY, 1968). Os ecólogos, a partir da conceituação de Bertalanffy, estabeleceram a reciclagem como o princípio-chave da ecologia. Nas florestas nativas todas as árvores e outros organismos vivos integrantes deste ecossistema produzem resíduos, mas o que é resíduo para uma espécie é alimento para outra, de modo que eles são continuamente reciclados e o ecossistema como um todo geralmente permanece isento de resíduos (CAPRA, 1996), o que o possibilita permanecer num estado afastado de equilíbrio, ou seja, ele é permanentemente renovável. Ao contrário do que se pensava ocorrer com a segunda lei da termodinâmica, que foi formulada por Newton para caracterizar a entropia (dissipação de energia em calor e atrito) em ambiente fechado, no qual ela é cada vez menor até que se atinja um estado estacionário, na floresta ocorre exatamente o contrário, pois as dissipações de energia se tornam tanto mais fortes (principalmente pela respiração e trocas gasosas com o ambiente), quanto mais crescimento ocorre nas árvores e, consequentemente, a produção de entropia aumenta e o ecossistema se mantém fora do equilíbrio e, portanto, muito dinâmico.

Nessas circunstâncias, fica claro que manejar florestas a mantém com aumento de produção de entropia e, consequentemente, a mantém em constante processo de renovação. A importante decisão, entretanto, é encontrar o ponto de equilíbrio para manter o ecossistema gerando a máxima entropia no processo sucessional natural da floresta, entretanto, sem ultrapassar sua capacidade máxima de crescimento, ou seja, o ponto de “rendimento sustentado”. Esta concepção surgiu em 1713 na Saxônia, quando o “Conceito de Sustentabilidade” foi introduzido por Hans Carl Carlowitz (1645 – 1714), um administrador de mineração do Tribunal da Saxônia, em Freiberg, Alemanha. Apesar da regulamentação florestal já existir no Tribunal, o impacto da escassez de madeira nas indústrias de mineração e metalurgia de prata foi devastador naquela região da Saxônia. Em seu trabalho “Sylvicultura Oeconomica” Carlowitz apresentou instruções para o cultivo de espécies silvestres e formulou ideias para o “Uso Sustentável” da floresta. Sua visão pressupôs que a quantidade de madeira a ser cortada deveria ser recuperada por meio de projetos de reflorestamento planejados, tornando-se um importante princípio orientador para a silvicultura moderna. Esta concepção tem norteado o manejo florestal em todo o mundo, ou seja, a manutenção da máxima produtividade, e as florestas com produção permanente de madeira e de outros produtos florestais, tirando-se dela apenas o que ela é capaz de produzir a longo prazo.

A aplicação do manejo sustentado pressupõe especificar o tipo de propriedade, a unidade econômica de produção, se em nível regional ou nacional, especificação do método de corte a ser empregado e em que nível de intensidade ele será executado.

Analizando-se a dissipação de energia regionalmente ou nacionalmente, fica claro que o processo civilizatório ou antrópico promove grande aumento de entropia com as reduções na cobertura florestal pela abertura de áreas para produção de alimentos. Dispõe-se de informação sobre a total biomassa global ou por espécie existente no início de nosso processo de colonização, pode-se avaliar os efeitos da entropia ao longo do tempo. Roberto Tuyoshi Hosokawa estudou este problema para um longo período e o descreveu na *Lei sobre a efeitos da entropia (E)*, cuja prova experimental é integrada por componentes aleatórios apresentados como erros de um modelo estatístico não linear, definido pela função exponencial negativa  $E = \lambda e^{-\alpha x_i} + \varepsilon_i$ . Esta variação pode ser usada para quantificar os limites de resiliência do ambiente, mesmo considerando a dinâmica evolutiva de uma população específica de seres vivos. Também pode servir para dimensionar o gradiente de conforto, permitindo, assim, a gestão e conservação de uma espécie ou de um grupo de espécies (HOSOKAWA, 2005). Observe que quanto mais intenso for o processo antrópico, maior será a dissipação de energia, regulado pela variável  $x_i$ , que no modelo de Hosokawa foi denominada de espaço-tempo.

Os fundamentos do manejo florestal pressupõem o conhecimento de qualidade dos sítios, do estoque de madeira existente na área a ser manejada, da ocupação espacial das árvores, do seu crescimento, da sua produção, e da especificação da rotação e dos ciclos de corte. Todas essas informações advêm de um inventário florestal contínuo, da organização e avaliação das informações geradas e do planejamento das atividades do manejo. A avaliação econômica é parte relevante deste planejamento para se obter a taxa de retorno dos investimentos efetuados no processo produtivo.

Nestes últimos 50 anos, dedicamo-nos preponderantemente ao manejo de povoamentos florestais, devido ao expressivo comprometimento de nossos professores com as pesquisas científicas e tecnológicas demandadas pelas empresas, visando a melhoria qualitativa da produção florestal, principalmente das

espécies dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*. Nossa envolvimento com o manejo de florestas nativas somente começou a crescer a partir da década de 1980, embora sempre estivemos conscientes ser de grande importância manejar as florestas nativas do país.

Manejar as florestas e os povoamentos florestais do Brasil nos últimos 50 anos exigiu um grande esforço, tanto científico como a criação e aprimoramento de técnicas capazes de torná-las mais produtivas, sem deixar de considerar sua importante função social para a qualidade de vida da população do país.

A adoção dos conceitos de desenvolvimento sustentável, uso racional dos recursos naturais e sua apropriação de acordo com a demanda, tornou-se uma necessidade e uma exigência mundial, como forma de satisfazer às necessidades humanas, garantir a conservação da natureza e, por consequência, a própria sobrevivência do homem. Entre os recursos naturais renováveis, que incluem solo, água, fauna e flora, as florestas ocupam posição preponderante, porque, além de produzirem benefícios diretos, representados pelas diversas matérias-primas, têm a função de proteção dos demais recursos naturais. A destruição inconsequente da cobertura florestal de um país propicia a ocorrência de catástrofes, como enchentes, deslizamentos de encostas, erosão do solo, secamento de nascentes, entre outros, gerando custos sociais expressivos para o país.

A formação de mestres desde a década de 70 e de doutores a partir da década de 80 permitiu-nos consolidar as diferentes áreas temáticas no âmbito do manejo florestal na UFPR, principalmente devido a interação com o setor empresarial e com as instituições públicas do Paraná e do Governo Federal.

Os professores integrantes da área de Manejo Florestal decidiram elaborar este trabalho subdividindo-o em temas tradicionais que a compõe: Dendrometria, Inventário Florestal, Geotecnologias, Estatística, Planejamento e Otimização da Produção Florestal, Biomassa e Carbono e Manejo de Florestas.

## **EVOLUÇÃO DO CAMPO DA DENDROMETRIA NO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL E PERSPECTIVAS FUTURAS**

Sebastião do Amaral Machado

Dendrometria é uma palavra composta de duas outras, quais sejam, DENDRO significa árvore no grego e METRIA, do latim, que significa medida. Assim, Dendrometria significa medida da árvore. Quando se trata de medição da floresta, o termo mais apropriado seria Silvimetria, no qual SILVI significa floresta no latim.

Dendrometria é seguramente uma das três disciplinas mais importantes para a formação do engenheiro florestal, por isto faz parte obrigatoriamente dos currículos plenos de todos os cursos de Engenharia Florestal do mundo. Em alguns casos, é denominada Silvimetria ou ainda Mensuração Florestal.

Qualquer que seja a subárea dentro da Engenharia Florestal, sempre será necessário medir, avaliar ou fazer estimativa. Assim, a Dendrometria não se separa do Inventário Florestal, bem como do Manejo Florestal, objetivando o rendimento sustentável, quando se retira da floresta somente o que ela cresce ou produz num período. Também, sempre se torna necessário fazer medições na silvicultura, na introdução de espécies, avaliações econômicas de empreendimentos florestais, na definição de rotação técnica e rotação econômica, bem como na quantificação de área necessária para suprir uma indústria conhecida sua real demanda. Enfim, a Dendrometria faz parte da vida de um engenheiro florestal, seja onde ele trabalhe e o que faz.

Deve-se ressaltar que a Escola Nacional de Florestas, hoje curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná (UFPR), tem uma história extravagante, já que foi planejada para funcionar junto às Escolas Nacionais de Agronomia e Veterinária, hoje Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), porém por motivos políticos foi instalada em Viçosa, Minas Gerais, junto a então Universidade Rural do Estado de Minas Gerais (UREMG) em 30 de maio de 1960. De antemão, já se sabia que não haveria qualquer problema para a parte básica do curso, tendo em vista que a UREMGB já era uma universidade sólida que poderia ofertar as disciplinas básicas, mas a escassez de profissionais florestais no país impossibilitava a oferta das disciplinas profissionalizantes da Engenharia Florestal.

Para sanar este problema, o Brasil firmou um convênio com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) em 1961, o qual seria gerido pela FAO (Food and Agriculture Organization),

objetivando principalmente o envio de pessoal qualificado para ministrar as disciplinas profissionalizantes da Engenharia Florestal. Foi assim, que dentre outros, veio o professor Frederik Johan van Dillewijn encarregado de ministrar as disciplinas de Dendrometria, Fotogrametria e Fotointerpretação, e Inventário Florestal. Estas três disciplinas foram as que primeiro se solidificaram na Engenharia Florestal da UFPR. O professor Dillewijn era extremamente dedicado e competente, tendo permanecido no Brasil de 1962 a 1968. Era impressionante seu ritmo de trabalho. Além das três disciplinas que o professor Dillewijn deixou consolidadas quando saiu do Brasil, ele envidou esforços para a contratação de três professores, sendo um para cada uma das disciplinas que ele lecionava. Apesar da alta carga horária, o professor Dillewijn ainda encontrou tempo para planejar e coordenar o inventário Florestal do Pinheiro no Estado do Paraná. Este trabalho deu uma visibilidade muito grande à Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná.

Quando a FAO deixou o Brasil em 1969, a Dendrometria já estava consolidada como disciplina, tendo em vista que essa instituição internacional equipou os laboratórios de Dendrometria e Inventário Florestal com equipamentos de medição de última geração na época. Muitos desses instrumentos ainda estão em uso até hoje. Deve-se ressaltar que Fotogrametria e Fotointerpretação também ficou muito bem equipada, graças ao ímpeto administrativo e executivo do professor Dillewijn.

Apesar da solidez alcançada no ensino da Dendrometria já na primeira década da existência do curso de Engenharia Florestal, a pesquisa era ainda insípiente. Com a criação do curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal em 1972 (mestrado) e 1982 (doutorado), a pesquisa começou a tomar nova face, com inúmeras dissertações e teses. Deve-se ressaltar que na década de 1970 houve uma corrida dos professores de todas as áreas da Engenharia Florestal no sentido de aprimoramento técnico-científico em nível de mestrado e doutorado, todos no exterior, inclusive os das subáreas de Dendrometria, Inventário Florestal e Fotogrametria e Fotointerpretação, que em seus retornos incrementaram a pesquisa e desenvolvimento, ou adaptação de técnicas às condições do Brasil.

A análise de tronco envolvia um processo inteiramente manual para medições dos anéis de crescimento. No final da década de 80 começou a ser utilizado o equipamento LINTAB, o que possibilitou aumentar a precisão e leitura automática dos anéis e seus registros em computador conectado a esta plataforma. Na década de 90, com o lançamento das câmeras digitais e desenvolvimento de softwares de processamento de imagens digitais, e após pesquisas efetuadas na UFPR, possibilitou a utilização e vetorização em tela dos anéis de crescimento para a estimativa direta da área transversal em cada idade sem a necessidade de medir raios dos anéis. Pesquisa-se no momento a possibilidade de fotografar os discos no campo e processar as imagens fotográficas, evitando-se, assim, o transporte dos discos para o laboratório.

A partir da criação da Pós-graduação em 1972 e implantação do tempo integral e dedicação exclusiva para os professores que por ele optasse, houve gradativamente um aumento das pesquisas envolvendo todas as áreas de conhecimento da Engenharia Florestal, com ênfase na Dendrometria, então denominada Mensuração Florestal na Pós-Graduação. Como quase nada havia nesta área de conhecimento sobre nossas Florestas no Brasil, as pesquisas e geração de conhecimento começaram do básico.

Assim, tem-se desenvolvido processos estimativos com modelos volumétricos, de biomassa, carbono, hipsométricos e de outras relações dendrométricas.

Concomitantemente, foi sendo também desenvolvida a modelagem do crescimento, produção, índice de sítio e de sobrevivência para diversas espécies plantadas e nativas. Inicialmente, utilizava-se modelos encontrados na literatura, ou mesmo desenvolvidos pelo processo “stepwise”. Devido as dificuldades de processamento, no início usava-se modelos lineares, passando na sequência também ao uso de modelos não lineares.

Os avanços sobre a modelagem do crescimento e produção foram bastante relevantes. No início usava-se os modelos globais para a modelagem do crescimento e produção, os quais propiciavam informações da produção por unidade de área e para o total. Na sequência passou-se a aplicar a modelagem por classe diamétrica, modelos para árvores individuais, uso de funções densidade de probabilidade e modelos de efeito misto, bem como o uso da técnica de redes neurais artificiais para a modelagem seguindo a evolução da modelagem do crescimento e produção. O uso de variáveis do ambiente tem sido incluídas com frequência nos modelos estimativos. São avanços tecnológicos e científicos que tem sido atualmente usados, principalmente nas dissertações e teses de nossos orientados no Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal da UFPR. Inicialmente, as pesquisas em Dendrometria/Mensuração Florestal eram mais voltadas às plantações, no entanto nos últimos anos tem-se dado bastante atenção às florestas nativas.

No trabalho de volumetria de toras, árvores individuais e parcelas permanentes, os drones e a fotogrametria digital têm muito a contribuir para automação da atividade. Atualmente vários projetos de pesquisa estão em desenvolvimento, e a perspectiva é a coleta automatizada de dados biométricos, tais como diâmetros a distintas alturas, altura total e comercial, área basal e volume.

Deve-se observar que o desenvolvimento da Dendrometria e da Mensuração Florestal não tem sido feito apenas pelos professores formais dessas disciplinas, mas também por outros da área de Manejo Florestal de um modo geral. Finalmente, deve-se destacar que pelo menos 50% das dissertações e teses desenvolvidas na área de manejo florestal em nosso programa de pós-graduação versam sobre a Mensuração Florestal, que na realidade é a base fundamental para o Manejo Florestal.

## **EVOLUÇÃO DO CAMPO DE INVENTÁRIO FLORESTAL NO CURSO DE GRADUAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL E PERSPECTIVAS FUTURAS**

Sylvio Péllico Netto

O campo de Inventário Florestal iniciou-se no Brasil com a vinda do perito da FAO Dammis Heinsdijk, de origem holandesa, inicialmente para trabalhar nas florestas tropicais na Amazônia. Consta que naquela região foram executados 13 inventários entre 1956 e 1961, com destaque para o inventário realizado entre o rio Tapajós e Xingu, (HEINSDIJK, 1957). Ele foi assessorado naquele período por Artur de Miranda Bastos, naturalista do Jardim Botânico do Rio de Janeiro e depois Chefe da Seção de Inventários Florestais do Serviço Florestal-SF e por Roberto Onety Soares, Engenheiro Agrônomo, que também trabalhou no SF, com passagens pelo INPA e IBDF (SILVA, 2018).

Posteriormente, Heinsdijk veio para o sul do país para realizar estudos quantitativos nas florestas de araucária, tendo deixado importante contribuição científica naquela época por ter ajustado a primeira função volumétrica no país e, a partir dela, apresentado uma tabela de volume para esta espécie (HEINSDIJK, 1959).

Subsequentemente, com instalação da Faculdade de Florestas em 1964 em Curitiba, foi efetuado o primeiro inventário florestal regional no domínio de ocorrência da araucária no Paraná, pela equipe do então Departamento de Silvimetria, liderada por Frederick Johan van Dillewijn, o qual permitiu avaliar o impacto do desmatamento da araucária no estado do Paraná, bem como informar sobre o estoque de madeira remanescente e seu respectivo crescimento, obtido por meio de análise de anéis de crescimento dos últimos 10 anos até o ano de 1963 (DILLEWIJN, 1966).

A tipologia florestal foi delimitada por meio de fotointerpretação florestal efetuada em fotos aéreas na escala de 1:70.000, cedidas pelo Departamento de Geografia, Terras e Cartografia – DGTC do Estado do Paraná. A equipe integrante deste trabalho na década de 60, contou com José Bittencourt de Andrade (Base cartográfica), Sylvio Péllico Netto e Sebastião do Amaral Machado (Fotointerpretação e levantamento de dados amostrais em campo).

A estratificação da floresta de araucária foi efetuada fundamentada na detecção de variações expressivas em suas volumetrias, bem como na qualidade dos solos nos diferentes habitats de sua ocorrência. Após uma análise detalhada da utilização da madeira para diversas fontes consumidoras, calculou-se que o volume total sem casca explorado atingia em 1963 entre 3 a 3,5 milhões de m<sup>3</sup> por ano. Esta importante informação permitiu concluir que a área total desmatada na floresta de araucária atingia, até então, entre 13.500 a 19.570 ha.ano<sup>-1</sup> em média. Como se pode depreender, já em 1963 o desmatamento das florestas de araucária atingia índices de 3 a 7 vezes maior que seu crescimento, portanto, ultrapassando sobejamente o princípio do rendimento sustentado. Como a demanda de madeira na região sul era crescente para atender os mercados interno e externo, o equilíbrio da cobertura florestal no sul do país já havia atingido uma fase crítica e, portanto, sobressaiu-se a imperiosa necessidade de se propor políticas públicas para minorar o efeito desordenado das derrubadas.

Dillewijn reiterou, com muita propriedade, as incessantes sugestões formalizadas por Maack em vários de seus trabalhos, apelando para a imprescindível ação governamental, no sentido de estrita observância da lei florestal na prática, de maneira justa e efetiva. Ressaltou a completa ausência de Reservas

Florestais no Paraná, que permitissem preservar uma área mínima da floresta nativa de araucária, visando contrapor ao processo de derrubadas. No ano de 1966, além do documento do inventário florestal da araucária, foi elaborada uma carta florestal do estado do Paraná, um marco histórico para a visualização dos remanescentes florestais do estado.

Com o advento dos incentivos fiscais a aceleração dos plantios no estado do Paraná, principalmente de pinus, mas também de eucaliptos e de araucária, consolidou-se um crescente estabelecimento de empresas reflorestadoras no estado e, como consequência, o surgimento de expressiva demanda por pesquisa para assegurar qualitativamente as atividades da produção florestal, desde os problemas de viveiros, plantios, manejo, exploração, tecnologia dos produtos florestais produzidos e também os aspectos econômicos, administrativos e legislativos consequentes dessa nova atividade florestal no país.

Em relato efetuado por José Bittencourt de Andrade, que se tornou o primeiro professor de Aerofotogrametria e Sensoriamento Remoto do curso de Engenharia Florestal da UFPR, devido a existência de um retificador Zeiss, dois estereostopos e um cortador para montagem de triangulação radial no laboratório de Silvimetria da Faculdade de Florestas, tornou possível elaborar o Mapa de cobertura da espécie araucária no estado do Paraná. Seguiu-se o levantamento da araucária e dos bracatingais no Paraná e Santa Catarina solicitado pela empresa Rigesa e o inventário florestal do Parque Nacional do Iguaçu, contratado pelo IBDF, em 1967, por iniciativa do professor Frederick J. van Dillewijn e de seu colaborador Derk De Groot. A execução do trabalho contou com a colaboração dos professores Álvaro Doubek, Hélio Olympio da Rocha, do Senhor P. Moreira de Araújo e dos estudantes Paulo Cesar Pinto, Mario Takao Inoue, P. F. Costa da Silva, A. Meneses de Souza, G. L. T. Villacis, A. J. de Araújo e R. T. Hosokawa. O relatório final foi elaborado pelos professores S. Péllico Netto, J. Bittencourt de Andrade e Sebastião do Amaral Machado.

As mais importantes contribuições desse trabalho foram a retificação da área do Parque, devido a descoberta de uma área ocupada por grileiros e que fora compensada com uma área localizada a leste do Parque, também de domínio público federal, que passou a ser limitada por um rio, até então mal cartografado e que foi nominado pela equipe de Dillewijn. Relata ainda que, graças aos mapeamentos então efetuados na Faculdade de Florestas, foi possível corrigir o mapa geral do estado do Paraná, utilizando-se as bases anteriores existentes no DGTC e recopilando-o na escala de 1:600.000.

No início da década de 70 já se sentia o impacto previsto por Dillewijn sobre a aceleração do desmatamento das florestas de araucária. Em 1971, ao se avaliar a média anual de utilização de madeira de araucária entre o período de 1965 a 1970 e fundamentando-se nos resultados do Inventário do Pinheiro de 1966, concluiu-se que houve, neste período, aumento de 31,90% na derrubada dos pinheiros paranaenses em comparação com os índices calculados até 1965. Neste trabalho concluiu-se que a exploração dessas florestas atingia 5.681.357 m<sup>3</sup> em média por ano, em 1970 (PÉLLICO NETTO, 1971).

Em 1972, a Fundação Nacional do Índio – FUNAI, por meio do seu presidente, General Oscar Jerônimo Bandeira de Mello, solicitou ao CPF a realização de um inventário florestal em seu patrimônio localizado na região Sul, totalizando 20 unidades, sendo 11 no Paraná, 2 em Santa Catarina e 7 no Rio Grande do Sul, perfazendo uma área de 158.008 ha. Este trabalho foi proposto pelos professores Sylvio Péllico Netto e Sebastião do Amaral Machado e visou informar sobre recursos florestais ali existentes e concomitantemente executar os levantamentos de solos e socioeconômico nestas reservas (CPF, 1972). Esses três levantamentos foram utilizados para o estabelecimento de um Programa de Desenvolvimento nessas áreas, tendo como objetivo primordial a melhoria da qualidade de vida das populações indígenas ali residentes, por meio de sua própria participação e integração no programa.

O aprimoramento da amostragem estratificada aplicada no inventário dessas unidades, valendo-se de fotos aéreas na escala de 1:10.000, permitiram aprimorar a detecção das variações volumétricas ocorrentes nas florestas do sul do país. Detectou-se, com a realização deste trabalho, a existência de forte pressão externa sobre essas áreas indígenas, visando suprir déficits de madeira nas indústrias florestais localizadas na região Sul. O patrimônio indígena é expressivo no Brasil, especialmente na região norte do país, entretanto se ele for habilmente administrado e manejado, poderá conservar e produzir expressivo quantitativo de madeiras nobres para atender demandas do país e do exterior. O índio, mantendo-se integrado e participativo neste processo, poderia ter renda suficiente para lhe assegurar qualidade de vida e manutenção permanente do patrimônio florestal em regime de rendimento sustentado.

Muitos outros inventários florestais foram sucessivamente solicitados nas décadas de 70, de 80, de 90, de 10 e de 20, os quais estão sintetizados no Quadro 1.

**Quadro 1.** Relação dos mais importantes inventários florestais realizados pelo CPF, FUPEF, FUNPAR, da UFPR.

<b>Ano/ período</b>	<b>Década</b>	<b>Inventário</b>	<b>UF/Região/ Participantes</b>	<b>Instituição/ Entidade/Área de abrangência</b>
1966	60	Inventário do Pinheiro no Paraná. Mapa	PR F. J. van Dillewijn*, D. de Groot, P. J. Costa Muniz, J. B. de Andrade S. Péllico Netto, S. do A. Machado	CERENA/BADEP 7.000.000 ha e 2.650.512,9 ha de área florestal
1967		Inventário Florestal de Reconhecimento das Florestas de Araucária das Formações Sedimentares do Paleozoico nos Estados do PR e SC. Mapa	PR e SC F. J. van Dillewijn*, D. De Groot, J. B. de Andrade S. do A. Machado	RIGESA/Escola de Florestas da UFPR
1968		Inventário de Reconhecimento do Parque Nacional do Iguaçu. Mapa	PR F. J. van Dillewijn*, D. de Groot, S. Péllico Netto, J. B. de Andrade, S. do A. Machado, A. Doubek, H. O. da Rocha	IBDF/CPF/UFPR 156.903,80 ha
1971		Inventário florestal da Área de Colonização Alto Turi-Santa Helena, Maranhão	MA S. Péllico Netto*, S. Kajiya, A. Doubek, S. do A. Machado, J. B. de Andrade.	SUDENE/CPF-UFPR 127.100 ha

Ano/ período	Década	Inventário	UF/Região/ Participantes	Instituição/ Entidade/Área de abrangência
1972	70	Inventário Florestal do Distrito Federal	DF S. Pélico Netto*, S. Kajiya	FZDF/CPF-UFPR 574.814,00 ha
1973		Inventário Florestal dos Postos Indígenas dos Estados do PR, SC e RS	PR, SC e RS S. Pélico Netto*, S. do A. Machado*	FUNAI/CPF/Escola de Florestas da UFPR 158.008 ha
1976		Inventário Florestal do Projeto Integrado de Colonização de Altamira – PIC Altamira. Mapa	PA: Rodovia Transamazônica (trecho Itaituba-Marabá) S. Pélico Netto*, J. D. P. Siqueira	INCRA/CPF-UFPR 1.000.000 ha
1977		Inventário Florestal dos Povoamentos das Empresas Associadas da ART na Região do Triângulo Mineiro	MG: Região do Triângulo Mineiro D. Burger*, J. de A. Silva	ART/ FUPEF
1978		Determinação da Produção Volumétrica dos Plantios de Eucaliptos e Pinus nos Estados de Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso na Região Atingida pelo Programa de Desenvolvimento dos Cerrados – Polocentro	MG, GO e MS R. T. Hosokawa*, D. Burger, J. Hradetzky, J. D. P. Siqueira, M.T. Inoue, R. V. Soares, A. Figueiredo Filho, N. C. Rosot, A. B. Rudra, P. J. da C. Muniz, M. A. Keech, R. Leal	IBDF/ FUPEF Área do levantamento até 1976: 548.550 ha
1978		Inventário Florestal da Região de Influência da Represa de Itaipu	PR: região de influência da hidrelétrica de Itaipu R. V. Soares* S. Pélico Netto*, J. D. P. Siqueira, A. Figueiredo Filho, A. A. Disperati, G. Hatschback, O. L. Gantzel, R. Leal, A. B. Rudra, P. J. da C. Muniz, M. A. Keech	CPF-UFPR 123.562 ha
1978		Inventário Florestal do Pinheiro no Sul do Brasil	PR, SC, RS J. D. P. Siqueira*, S. Pélico Netto*, R. T. Hosokawa, S. do A. Machado, A. Figueiredo Filho, O. L. Gantzel, A. A. Disperati, M. A. Keech, D. J. de Figueiredo, R. V. Soares.	IBDF/ FUPEF Área de abrangência: 160.000 km <sup>2</sup>

Ano/ período	Década	Inventário	UF/Região/ Participantes	Instituição/ Entidade/Área de abrangência
1980	80	Inventário florestal da Área 3 do Polo Juruá-Solimões	AM S. do A. Machado*, J. D. P. Siqueira, A. Figueiredo Filho	IBDF/ FUPEF 1.000.000 ha
1981		Inventário Florestal do Projeto de Desenvolvimento Florestal da Província do Niassa. Mapas	Niassa, Moçambique I. Tomaselli*, S. Pélico Netto*, J. D. P. Siqueira*, O. L. Gantzel, F. F. Kirchner, H. S. Koehler, R. M. Moreira	MADEBRÁS / FUPEF/MADEMO 1.500.000 ha
1983		Inventário Comercial de um Bloco de Exploração da Floresta Nacional do Tapajós	PA: Flona do Tapajós S. do A. Machado* A. Figueiredo Filho, N. C. Rosot, D. J. de Figueiredo, S. Pélico Netto, D. B. Emerenciano	IBDF/ FUPEF 3.000 ha
1984		Inventário Florestal Nacional: Florestas Plantadas - Paraná e Santa Catarina	PR e SC S. do A. Machado*, A. Figueiredo Filho	IBDF/FUNPAR/UFPR Área de abrangência: 297.000 km2 PR: 201.203 km2 SC: 95.958 km2
1984		Inventário Florestal Nacional: Florestas Nativas Paraná e Santa Catarina	PR e SC S. Pélico Netto*, F. f. Kirchner, H. O. da Rocha, Ivan Tomaselli	IBDF/FUNPAR/UFPR Área de abrangência: 297.000 km2 PR: 201.203 km2 SC: 95.958 km2
1984		Inventário Comercial da Quadra nº 4 de Exploração da Floresta Nacional do Tapajós	PA S. do A. Machado*, A. Figueiredo Filho, N. Rosot	IBDF/ FUPEF 3.000 ha

Ano/ período	Década	Inventário	UF/Região/ Participantes	Instituição/ Entidade/Área de abrangência
1984	80	Inventário Florestal – Levantamento da Situação Florestal da Região de Influência da PISA – Papel Imprensa AS.	PR S. do A. Machado*, A. de Figueiredo Filho, D. J. de Figueiredo, N. E. Rizzi, W. T. Wendling, D. B. Emerenciano	PISA S.A./ FUPEF
1985		Inventário Florestal do Açuengui	PRS. do A. Machado*, R. T. Hosokawa, E. R. Garcia, C. R. Sanguetta, E. Sanfelice, J. A. Batista, Z. Kuroski Filho, D. B. Emerenciano, N. C. Rosot	IBDF/ FUPEF 500 ha
1989		Inventário Florestal da Flona de Capão Bonito - SP	SP S. do A. Machado* e R. T. Hosokawa	IBDF/ FUPEF 3.500 ha
1989		Inventário Florestal da Flona de Irati - PR	PR S. do A. Machado* e R. T. Hosokawa	IBDF/ FUPEF 3.700 ha
1989		Inventário Florestal da Floresta Nacional de Três Barras SC: Florestas Plantadas	SC R. T. Hosokawa*, S. do A. Machado, D. J. de Figueiredo, A. A. Disperati, A. J. de Araújo	IBDF/ FUPEF 1.300 ha
1990		Inventário Florestal da Flona de Três Barras SC: Florestas Nativas	PR R. T. Hosokawa*, S. do A. Machado, D. J. de Figueiredo, A. A. Disperati, A. J. de Araújo	IBDF/FUPEF 300 ha
2018		Inventário Florestal Nacional: Paraná	PR Ataídes Marinheski Filho*, S. Pélico Netto, H. C. David	SFB/PR 1.762.569 ha

\*Coordenadores Técnicos e Administrativos

Integraram esses diferentes trabalhos expressivo número de estudantes de graduação e de pós-graduação, e funcionários do curso de Engenharia Florestal, superior a 250, cuja formação científica e técnica no campo de inventário florestal lhes permitiu assegurar competência para trabalhar neste campo profissional em todo o país.

As mais expressivas contribuições de pesquisas científicas originais efetuadas no campo de inventário florestal nos últimos 50 anos foram:

1. Proposta da unidade amostral Cruz de Malta para uso em inventários florestais de florestas nativas, principalmente na região tropical, compondo a estrutura da amostragem em conglomerados, que tem mostrado grande eficiência pela redução de custos operacionais na execução do trabalho em campo. Destaque deve ser feito para sua utilização como unidade amostral no Inventário Florestal Nacional – IFN, hoje implantado no Brasil. Contribuíram para sua concepção metodológica Péllico Netto (1981), Brena (1996) e Queiroz et al. (2011).
2. No momento, alguns avanços têm sido conseguidos com o desenvolvimento de novos métodos de amostragem, visando aumentar a eficiência e redução de custos operativos em campo nos inventários contínuos das empresas florestais. Esses métodos foram denominados PPAG, PPAV e Amostragem em Rodízio – AR, cujos trabalhos encontram-se no prelo.
3. Perspectivas futuras neste campo do conhecimento advirão do desenvolvimento de Sistemas de Amostragem para aplicação em populações florestais mais complexas, nas quais a simples utilização de um único processo de amostragem tradicional não atende à demanda da estrutura amostral. Alguns sistemas encontram-se em desenvolvimento para amostrar produtos florestais em populações extrativistas, para monitorar espécies invasoras, para avaliar e monitorar arborização urbana, entre outros.

## **Evolução do campo de geotecnologias no curso de graduação e pós-graduação em Engenharia Florestal e perspectivas futuras**

Flávio Felipe Kirchner e Ana Paula Dalla Corte

A geotecnologia aplicada à Engenharia Florestal sempre esteve presente desde a criação do Curso de Engenharia Florestal (antiga Escola Nacional de Florestas), no ano de 1960. No início, os trabalhos de mapeamento eram no formato analógico obtidos através de fotografias aéreas pancromáticas e infravermelhas preto e branco e bases cartográficas obtidas por triangulação radial e restituição analógica.

A UFPR contou com vários convênios científicos internacionais, a exemplo: com a FAO e com o Conselho Britânico, que deram o suporte inicial para essa área, através dos professores: Frederick J. van Dillewijn (Holanda), Maurice Arthur Keech (Inglaterra), José Bittencourt de Andrade (Brasil) e Sebastião do Amaral Machado (Brasil). Os professores brasileiros foram contrapartes dos respectivos convênios. Cumpre salientar que a disciplina de Fotogrametria e Fotointerpretação Florestal foi pela primeira vez ministrada na Universidade Federal do Paraná, em 1964, pelos professores Frederick J. van Dillewijn e José Bittencourt de Andrade.

Após 1974, os professores brasileiros se especializaram e obtiveram seus doutorados no exterior: Atílio Antônio Disperati, Flávio Felipe Kirchner e Otto Luiz Gantzel. No ano de 1981 ingressou o professor Nelson Carlos Rosot e ao final dos anos 90 ingressou como professora Christel Lingnau. No ano de 2011 ingressou como professora Ana Paula Dalla Corte.

Ao longo dessas décadas, a era digital avançou e atualmente, no século XXI, tudo está em formato digital e integrado em Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

Veículos aéreos não tripulados (VANT's) também se desenvolveram, capazes de embarcar diferentes tipos de sensores (ativos e passivos), sendo mais recentemente aplicados na geração de produtos para a engenharia florestal. Adicionalmente, as técnicas de perfilamento a laser ganharam espaço no setor, tanto no contexto terrestre, aerotransportado e orbital. Pode-se afirmar que, principalmente na última década, tem-se assistido grande inovação nesse setor.

Os avanços científicos e tecnológicos sempre foram uma característica da Engenharia Florestal em geotecnologias e conectadas, principalmente com a área de inventário florestal, com os professores: Sylvio Péllico Netto, Sebastião do Amaral Machado, Joésio Deoclécio Pierin Siqueira, Afonso Figueiredo Filho, Décio José de Figueiredo, Carlos Roberto Sanquette, Júlio Eduardo Arce e Ana Paula Dalla Corte.

As mais expressivas contribuições de pesquisas científicas originais efetuados no campo de geotecnologias no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal nos últimos 50 anos, cujas citações já incluídas no Quadro 1, que contaram com a elaboração de mapas, foram:

#### - Década de 60:

- **Inventário do Pinheiro no Paraná.** Este inventário florestal contemplou o mapeamento da área feito com fotografias aéreas pancromáticas em preto e branco. Com a técnica de triangulação radial e fotointerpretação das fotografias aéreas, originou o primeiro mapa florestal das áreas de pinheiro no Paraná. Constituiu naquela época grande inovação, um mapa único, resultado da interpretação que gerou a cobertura florestal das áreas de abrangência da Floresta Ombrófila Mista.
- **Inventário Florestal de Reconhecimento das Florestas de Araucária das Formações Sedimentares do Paleozóico nos Estados do Paraná e Santa Catarina.** A viabilização deste trabalho deveu-se ao suporte do mapeamento realizado com fotografias aéreas pancromáticas e infravermelhas em preto e branco, o qual permitiu locar a amostragem definida para a realização do inventário florestal.
- **Inventário de Reconhecimento do Parque Nacional do Iguaçu.** A inovação da realização deste trabalho foi a caracterização da tipologia florestal existente e a sua consequente delimitação, que permaneceu até os dias de hoje.

#### - Década de 70:

- **Estudo das Alternativas Técnicas, Econômicas e Sociais do Setor Florestal do Paraná, Subprograma “Matéria Prima”.** Executado pelo Centro de Pesquisas Florestais da UFPR. Convênio Sudesul – Governo do Estado do Paraná – IBDF, Curitiba – Paraná. 1974. Neste trabalho foram utilizadas pela primeira vez as imagens de satélite de 1973. O satélite era o ERTS da NASA e o mapa florestal foi elaborado no INPE em São José dos Campos - SP. Tratou-se de grande inovação para a época, uma vez que o satélite da NASA havia sido recém-lançado e suas imagens foram aplicadas em uma extensa área, sendo seu processamento efetuado com o apoio do INPE.
- **Inventário Florestal do Projeto Integrado de Colonização de Altamira – PIC Altamira – Pará.** Para a elaboração dos mapas fitogeográficos foram utilizadas imagens do satélite ERTS-1 e as imagens de radar. Tratou-se também de grande pioneirismo para a época. A utilização de imagens de satélites com imagens de radar para a geração de produtos florestais foi inovadora para a época e possibilitou a geração de produtos de melhor qualidade que os utilizados à época.
- **Inventário Florestal do Pinheiro no Sul do Brasil.** Para a elaboração dos mapas foram utilizadas imagens do satélite Landsat-3, tanto as RBV (*Return Beam Vidicon*) como as MSS (*Multispectral Scanner*). A inovação deste trabalho foi também o processamento das imagens de satélite MSS, em formato digital – CCT's, processadas no sistema computacional I-100 (Image 100) localizado no INPE em São José dos Campos, São Paulo.
- **Inventário Florestal da Região de Influência da Represa de Itaipu.** A inovação foi a utilização de fotografias aéreas infravermelhas, preto e branco, que possibilitou uma melhor estratificação da vegetação que seria suprimida para a formação do lago de Itaipu.

## - Década de 80:

- Tese escrita sobre discriminação de tipos florestais com a utilização de um densitômetro, fotografias aéreas, imagens de satélite em composição colorida, imagem da Estação Espacial SKYLAB e o emprego da estatística multivariada, Kirchner (1980).
- **Desenvolvimento Florestal da Província do Niassa – República Popular de Moçambique.** A inovação deveu-se com a utilização de fotografias aéreas pancromáticas, sua fotointerpretação e a sua consequente restituição esterofotogramétrica com o restituidor CPI-Plotter.
- **Inventário Florestal Nacional – Florestas Nativas e Reflorestamento. Paraná e Santa Catarina.** A inovação foi a realização de mapas para as florestas nativas e mapas para os reflorestamentos com o auxílio de fotografias aeras e imagens de satélite.
- **Estudo da Biomassa e do Mercado de Energéticos de Produtos Florestais no Sudeste Paranaense.** Convênio COPEL-ITC-FUPEF-COME. Apoio IBDF, Curitiba, Paraná, 1985, mapas. Este estudo propiciou a elaboração de diretrizes para o mercado de energéticos de produtos florestais.

Destacam-se desde a década de 90 até o momento, vários trabalhos científicos no campo da geotecnologia orientados pelos professores Flávio Felipe Kirchner, Sylvio Péllico Netto e Ana Paula Dalla Corte, que estão citados nas referências bibliográficas, visando aplicar imagens obtidas por um sensor hiperespectral CASI e a sua integração em um Sistema de Informações Geográficas – SPANS para o planejamento florestal (NADOLNY, 1996); integração da técnica da monorestituição digital com o auxílio do CAD MicroStation para mapeamento (MITISHITA 1997). Nos anos 2000: uso de imagens de um sensor hiperespectral CASI e o seu processamento específico para áreas degradadas (LOCH, 2000); estabelecimento de correlação da biomassa e carbono com os dados do satélite IKONOS II (WATZLAWICK, 2003); e calibração de uma câmera digital de pequeno formato para avaliar as deformações em elementos estruturais de madeira (ANDRADE, 2005). Na década de 2010: melhoria na estimativa de volume de madeira no Inventário Florestal Nacional (IFN) do Brasil, a partir da escala mais grosseira levantada pelos conglomerados do IFN e tendo como base as imagens do satélite Landsat-8 e, posteriormente, o uso da geração do volume em escala mais fina valendo-se de modelos baseados em refletância de superfície (SRMs), Krigagem de regressão (RK) e um modelo RK (RKM) (DAVID, 2019); uso de modelos digitais de terreno (DTM) para construção de métricas florestais, com avaliação de desempenho de quatro algoritmos de filtragem de solo (Mínimos Quadrados Lineares Ponderados - WLS, Multi-scale Curvature Classification – MCC, Filtro Morfológico Progressivo - PMF e Rede Irregular Triangulada Progressiva – PTIN (SILVA, 2018); uso de VANTs para a exploração de condições dos plantios florestais, visando testar o desempenho de nuvens de pontos 3D para a avaliação da uniformidade de povoamentos florestais jovens, cujos resultados das alturas derivada do VANT ficaram próximas dos valores de campo, indicando a possibilidade de uso dessas imagens para tal finalidade (HENTZ et al. 2018); extração de informações dos produtos gerados pelos veículos aéreos não tripulados (UAV) para diversas aplicações na área florestal, com detecção de árvores individuais, usando-se a ferramenta TreeDetect para ArcGIS, com a qual foi possível, de maneira eficiente, detectar as árvores nas três áreas de estudo usadas como pilotos (HENTZ et al. 2018); teste da precisão do laser aerotransportado (LiDAR) para a predição da biomassa acima do solo com aplicação de modelagem não paramétrica para florestas plantadas (SILVA et al., 2017); uso de LiDAR para obtenção de estimadores dendrométricos em plantios florestais, o que assegura a viabilidade de utilizar modelos de regressão linear múltipla para a geração de estimativa de área basal em plantios de *Pinus taeda* L., usando o LiDAR aerotransportado (SILVA et al. 2017).

Destaca-se ainda um grupo de pesquisa que vem desenvolvendo geotecnologias para a integração desta área com as de dendrometria e inventário florestal, cujo nome é: *FORESTYES - integração geotecnológicas para variáveis dendrométricas, qualitativas e tecnológicas da madeira – UFPR*. Fruto do trabalho desse grupo, dois livros foram lançados no ano de 2017:

Os e-books gratuitos “**Processamento digital de imagens com o Spring 5.5.1: exercícios guiados**” e “**QUANTUM GIS DE A a Z**”, tendo como principal missão a difusão de conhecimento junto aos alunos de Engenharia Florestal do Brasil, sobre análises de processamento digital de imagens em software livre no primeiro e agora em análises dentro de sistemas de informações geográficas – SIGs, no segundo.

## EVOLUÇÃO DO CAMPO DE ESTATÍSTICA NO CURSO DE GRADUAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL E PERSPECTIVAS FUTURAS

Sylvio Pélico Netto, Henrique Soares Koehler,  
Alexandre Behling e Ana Paula Dalla Corte

No decurso do século XIX, a ciência caminhava totalmente devota aos conceitos mecanicistas. As leis de Newton dominavam, tanto para descrever a realidade dos eventos observados, como para prevê-los em tempos futuros.

No final daquele século foi quando os cientistas afirmaram reconhecer suas falhas em descrever as leis que regem os fenômenos biológicos. A partir daí eles começaram a trabalhar com um novo paradigma, a realidade biológica é regida por modelos estatísticos. Estes começaram a ser desenvolvidos durante o século XX e gradualmente incorporaram três fundamentos matemáticos: aleatoriedade das observações experimentais, probabilidades de suas ocorrências e a formulação de respectivas distribuições probabilísticas.

Conquanto as distribuições estatísticas no início do século XX foram introduzidas para estabelecer relações funcionais no campo da saúde, elas também o foram no campo biológico. Na ciência florestal essas relações funcionais começaram a ser utilizadas para descrever a forma das árvores, para a obtenção de seus volumes individuais, bem como da hipsometria e das funções de crescimento e produção nas florestas.

A primeira descoberta notável para o desenvolvimento dos métodos estatísticos ocorreu no laboratório biométrico de Francis Galton na Inglaterra, ao analisar dados de filhos de vários casais. Ele conseguiu negar a hipótese de que filhos de pais altos seriam sempre altos e os de pais baixos seriam sempre baixos. Ele descobriu que as alturas dos filhos desses casais convergiam para um valor médio e as denominou de “regressão à média”. A partir daí os seguidores de Galton desenvolveram as bases da estatística na Inglaterra. Os conceitos de correlação e de regressão surgiram como consequência dessa importante contribuição para o desenvolvimento da ciência estatística.

O comando de tal desenvolvimento surgiu das inúmeras contribuições desenvolvidas por Karl Pearson e Ronald Fisher e seus seguidores. Lá estiveram na pauta das discussões temas como: Como tratar o caso de assimetria de distribuições probabilísticas de dados? Como tratar o problema das pequenas amostras? Como tratar a ocorrência de eventos extremos em populações biológicas? Como tratar os efeitos de variáveis ambientais nos experimentos de produção agrícola?

Grande parte dos modelos e métodos estatísticos aplicados hoje foi desenvolvida teoricamente para responder tais indagações. As distribuições probabilísticas foram desenvolvidas ao longo do século XX e pode-se notar duas escolas distintas para este avanço. A primeira adveio das contribuições primordiais de Euler, estudando o comportamento de séries geométricas, das quais surgiram as distribuições Gamma e Beta. A segunda adveio das modificações do modelo exponencial, desde sua concepção e aplicação por De Moivre na França para descrever uma distribuição simétrica de dados experimentais. Importante contribuição para atestar a bondade do ajuste de uma distribuição probabilística a um conjunto de dados foi apresentada por Kolmogorov-Smirnov no século XX. Este teste viabilizou aos pesquisadores a escolha do melhor modelo probabilístico que aderisse a uma distribuição experimental de dados de um evento biológico.

Os métodos estatísticos sempre demandaram critérios capazes de assegurar qualidade das avaliações experimentais. Fisher destacou os mais importantes:

*Consistência* – Quanto maior o número de dados, maior a probabilidade de que a estatística calculada esteja próxima do valor real do parâmetro.

*Ausência de viés* – Se uma determinada estatística for aplicada inúmeras vezes a diferentes conjuntos de dados, a média desses valores deverá se aproximar do verdadeiro valor do parâmetro.

*Eficiência* – Os valores da estatística oscilam em torno do valor verdadeiro do parâmetro, mas a maioria deles, quando o estimam, não se afastará muito do seu valor verdadeiro.

Importante contribuição ao tratamento de dados experimentais é atribuída a John Wilder Tukey, pelo seu teste de comparação de médias após a detecção de significância estatística pelo teste “F” de Fisher em Análise de Variância. Ele também contribuiu expressivamente ao propor um sistema para transformação de dados, visando aproximar os deles da normalidade, o qual foi aprimorado mais tarde por Box e Cox, e por outros estatísticos.

Associado ao Sistema de Tukey estão os diversos procedimentos para assegurar a homoscedasticidade dos dados. Em algumas circunstâncias experimentais, tais ações transformadoras de

dados ainda não conseguem atender as condicionantes básicas exigidas para a aplicação da análise de variância. Esta temática continua sendo discutida no campo teórico para se conseguir transformar dados com sucesso em condições experimentais mais complexas.

Na década de 40, os estatísticos enfrentaram os primeiros anteparos no domínio teórico para comparar eventos discretos com os quais não era possível se obter um parâmetro médio, portanto não eram passíveis de tratativas via modelos paramétricos. Frank Wilcoxon foi pioneiro na abordagem deste problema e propôs um novo caminho para comparar efeitos experimentais sem se valer de parâmetros, daí seu método estatístico ser nominado não paramétrico. Mais tarde outros métodos não paramétricos foram desenvolvidos e aglutinados no novo campo denominado de estatística não paramétrica. Por meio desses métodos tornou-se possível comparar totais de eventos associados aos tratamentos experimentais.

Um dos campos da estatística que mais revolucionou-a na década de 30 foi a constatação de que tomar uma parte representativa de todas as diferentes características de uma população biológica poderá gerar estimativas probabilísticas tão consistentes quanto medir o todo. Para tanto, será necessário que a população seja estratificada e as amostras sejam tomadas aleatoriamente dentro dessas partes, pois, assim, é possível calcular limites de confiança para os valores verdadeiros dos eventos que se deseja estimar. O grupo de Prasanta Chandra Mahalanobis na Índia foi o primeiro a trabalhar com este problema e afirmou, a partir de vários exemplos aplicativos, que as informações das partes, quando estas representam bem a população que as integra, podem gerar resultados até melhores do que medir o todo. A teoria de amostragem, a partir daí se desenvolveu aceleradamente e se constituiu em um dos mais importantes campos da estatística, principalmente pela redução de custos operacionais para se obter informações consistentes sobre a população, medindo-se apenas uma parte dela.

A partir desta síntese, tornou-se fundamental a inclusão desta importante ciência na formação do Engenheiro Florestal e, mais tarde, também do Engenheiro Industrial Madeireiro.

Durante os últimos 50 anos nossa experiência foi gradualmente ampliada na tratativa dos vários eventos quantitativos e qualitativos associados às populações florestais. A disciplina de experimentação florestal teve início no Curso de Engenharia Florestal como Estatística, ministrada primeiramente em Viçosa pelo professor Fabio Ribeiro (1961-1963) e após a transferência do curso para Curitiba em 1964, pelo professor Inaldo Aires Viera, lotado junto ao Curso de Engenharia Civil (1964 – 1968). Em 1969 a assumiu o professor Sylvio Péllico Netto (1969 – 1972), primeiro engenheiro florestal a ministrar esta disciplina. Com a Reforma Universitária a disciplina de Estatística foi alocada no ciclo básico da UFPR e passou a ser ministrada pelo professor Francisco Zimermann (1973 – 1976). Ainda, consequente da Reforma Universitária, a disciplina passou a ser denominada de Experimentação Agrícola, quando esta foi vinculada ao Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, sendo ministrada pelos professores Henrique Soares Koehler (1976), Jair Nísio (1977), João Carlos Possamai (1978 – 1979). Na reformulação curricular subsequente, passou a ser denominada de Experimentação Florestal, que se mantém até hoje como tal e ministrada pelos professores Henrique Soares Koehler (1979 -2017) e Alexandre Behling (2017 – 2019).

Com a criação do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal no início da década de 70, tornou-se ainda mais expressiva a incorporação mais diversificada desses avanços como um precioso instrumental para a formação dos mestres e doutores na UFPR, assegurando-lhes competência para tratar com grande massa de dados experimentais peculiares na sua atividade profissional.

Uma síntese evolutiva da ministração da ciência estatística no Curso de Pós-graduação ao longo dos últimos 47 anos está apresentada no Quadro 2.

Quadro 2. Evolução da formação em métodos estatísticos no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal nos últimos 47 anos

Professor	Disciplinas	Período
Sylvio Péllico Netto	Estatística Biometria I Biometria II Métodos de Amostragem Planejamento e Projetos de Inventário Florestal Análise de Regressão Biometria Florestal I Biometria Florestal II Teoria de Amost. Apl. a Levant. Flor. Análise da Amost. de Prodan em Pinus Estim. por razão em conglomerados Custos em inventários florestais Distribuições Probabilísticas	1969 – 1972 1973 – 1974 1973 – 1974 1974 – 1977, 1980 1974–1977, 1980–2001 1974 1975–1977, 1980–2000 1975 – 1976, 1993 1981 – 2019 1988 1989 1991 2001-2019
Joaquim Sena Maia	Linguagem de Programação	1973 – 1974
Ronald Leal	Linguagem de Programação Aplicação de Comp. em Man. Florestal	1975 1975 – 1976
Dietrich Burger	Aplicação de Comp. em Man. Florestal	1977
Ronaldo Viana Soares	Biometria II	1977 - 1988
Ahi Bhusan Rudra	Biometria I	1978
Joésio D. Pierin Siqueira	Planej. e Projetos de Inventário Florestal Métodos de Amostragem Biometria II	1978 – 1980 1979 1989 - 1992
F. de Paula Neto	Regressão e Amostragem	1978
Sebastião do A. Machado	Métodos de Amostragem Biometria Florestal I	1979 1979
Sérgio Ahrens	Análise de Regressão	1981
Flávio Felipe Kirchner	Análise de Regressão Mét. Estat. não Param. e Anal. Multivariada Funções Spline em Forma de Tronco	1982 – 2002 1986 1996
Regina Maria Moreira	Planej. e Projetos de Inventário Florestal Análise de Regressão II	1981 2002
Anselmo Chaves Neto	Mét. Estat. não Param. e An. Multivariada Análise Multivariada Estatística Experimental Estatística Descritiva	1986 – 2000 2001 – 2016 2011 – 2015 2002 – 2010
Henrique Soares Koehler	Biometria II Linguagem de Programação Técnicas de Processamento de Dados Análise de Regressão II Análise Multivariada Aplicada à Pesquisa	1993 1980 1982 – 1985 2002 2017 – 2019

Carlos Roberto Sanquetta	Biometria II Teoria de Amost. Apl. a Levant. Flor. Planej. e Projetos de Inventário Florestal	1994 – 2001 1995 – 2018 2001 – 2002
Nelson Nakajima	Planej. e Projetos de Inventário Florestal	2003 – 2018
Jair Mendes Marques	Análise Multivariada Aplicada à Pesquisa	1996
William T. Wendling	Técnicas de Análise de Dados Técnicas de Processamento de Dados	1981 – 2002 1986 – 2003
Ana Paula Dalla Corte	Distribuições Probabilísticas	2012 – 2019
Alexandre Behling	Análise Multivariada Aplicada à Pesquisa	2017 – 2019
Allan Libanio Pelissari	Análise de Regressão II	2018 – 2019

A grande transformação que a ciência estatística e suas congêneres sofreram ao longo dessas cinco décadas está ligada intrinsecamente ao advento dos computadores (“cérebros eletrônicos”) e sua primeira linguagem de programação FORTRAN (Formula Translation).

O surgimento dos computadores transformou a Ciência Estatística, permitindo que cálculos demorados e complexos pudessem ser efetuados com mais celeridade. Teorias e procedimentos descritos na literatura puderam ser facilmente implementados, como, por exemplo, o ajuste de equações de regressão, antes restrito a um número limitado de variáveis, como também o ajuste de funções não lineares que, em certas circunstâncias, se tornaram modelos mais apropriados para caracterizar o comportamento biológico dos eventos florestais pesquisados.

As calculadoras eletrônicas científicas e os hoje populares computadores de mesa e pessoais são também resultados desse avanço tecnológico, auxiliando muito o uso dos procedimentos estatísticos.

Finalmente, o surgimento dos pacotes estatísticos na década de 70, como o SAS (Statistical Analysis System), o SPSS (Statistical Package for the Social Science) e outros, que permitiram o acesso de professores e pesquisadores aos mais diversos tipos de análise estatística de dados de maneira rápida e confiável.

As mais expressivas contribuições de pesquisas científicas originais efetuadas no campo de estatística no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, nos últimos 50 anos foram:

1. Distribuições probabilísticas capazes de atender condições complexas ocorrentes em populações florestais, como multimodalidade e extremas assimetrias. As novas contribuições focaram em flexibilidade das funções propostas e capacidade de aderência às distribuições dos dados amostrais. Três novas distribuições foram publicadas, a de Weber (4 parâmetros), Weber et al. (2009), a de Weber (multimodal), Weber (2011) e a de Quadros (Polinomial), Silva et al. (2003), resultantes de dissertação e teses de doutorado no PRPG em Engenharia Florestal.
2. A função KDE, um modelo não paramétrico foi introduzida na literatura brasileira, visando assegurar grande flexibilidade para ajustes multimodais e ocorrências de fortes assimetrias em dados de populações florestais, Wandressen et al. (2019).
3. Ainda, encontra-se no prelo uma proposta desenvolvida por Péllico Netto e Behling para transformação de dados experimentais, que apresentam forte desvios de normalidade e heteroscedasticidade de variâncias.

## **EVOLUÇÃO DO CAMPO DE PLANEJAMENTO E OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO FLORESTAL NO CURSO DE GRADUAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL E PERSPECTIVAS FUTURAS**

Júlio E. Arce

No Brasil, há várias décadas, ferramentas matemáticas de otimização vêm sendo aplicadas ao planejamento florestal. Na Universidade Federal do Paraná - UFPR, a disciplina Pesquisa Operacional para Fins Florestais, ofertada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal – PPGF desde os anos 80, contribuiu de maneira expressiva com a disseminação do conhecimento dessas ferramentas. Várias gerações de profissionais, tanto da iniciativa privada quanto da atividade pública, assimilaram esse conhecimento e, o mais importante, o espalharam por todo o setor florestal no Brasil.

Os conceitos de ‘usar para preservar’ e ‘conhecer para usar’ são bem difundidos na área do Manejo Florestal no Brasil e no mundo. A esses conceitos deve ser acrescentado mais um, o de ‘otimizar para racionalizar’. Um aumento de x% na produtividade por hectare, por exemplo, corresponde, em tese, a uma redução equivalente de x% na área necessária para produzi-lo, ou então, ao mesmo aumento de x% na geração de emprego e renda se a área utilizada for mantida. As consequências da otimização são sempre positivas, tanto para o produtor como para o consumidor.

Sem dúvida alguma, pessoas como os professores Miguel Taube Netto, da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP e Celso Carnieri, da Universidade Federal do Paraná – UFPR, merecem destaque na formação de recursos humanos especializados no planejamento e otimização da produção florestal no Brasil, a qual pode ser vista como uma ‘pirâmide’, com dezenas de professores e pesquisadores atuando nas muitas instituições de ensino e pesquisa, e centenas de profissionais atuando no setor florestal junto às empresas, especialmente as de grande e médio porte.

Além dos pioneiros mencionados, certamente merecem destaque os professores Luiz Carlos Estraviz Rodrigues da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ da Universidade de São Paulo – USP, Hélio Garcia Leite da Universidade Federal de Viçosa – UFV, José Roberto Soares Scolforo da Universidade Federal de Lavras – UFLA, entre tantos outros.

Quanto à evolução científica, observou-se um crescimento contínuo no número de publicações de autores brasileiros, repartidas entre dissertações, teses, artigos em revistas especializadas e, mais recentemente, até monografias e trabalhos de conclusão de curso. A UFPR foi uma das pioneiras nesta evolução científica, sendo seguida por outras instituições como a UNICAMP, a ESALQ, a UFV, UFLA, a Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, entre outras.

Artigos publicados em renomadas revistas científicas como Forest Science, Forest Ecology and Management, Canadian Journal of Forest Research, Forest Policy and Economics, Journal of Forest Economics, entre outras, são bons exemplos de resultados produzidos pela UFPR relacionados ao planejamento e à otimização da produção florestal.

## **EVOLUÇÃO DO CAMPO DE BIOMASSA E CARBONO EM FLORESTAS E SEUS PRODUTOS NO CURSO DE PÓS-FRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL E PERSPECTIVAS FUTURAS**

Carlos R. Sanquetta, Sylvio Pélico Netto, Alexandre Behling

As florestas provêm muito mais que madeira e produtos não madeireiros. Elas são responsáveis por serviços ecossistêmicos vitais para o ser humano. Apesar disso, as florestas continuam sendo destruídas pelo mundo afora, principalmente nos trópicos, para dar espaço para as atividades de produção e infraestrutura necessárias e úteis ao homem.

Concernente ao clima, as florestas podem exercer diferentes papéis. De um lado elas podem atuar como reguladoras climáticas e mitigadoras das alterações do clima por meio do sequestro de dióxido de

carbono atmosférico e estocagem de carbono na biomassa, na necromassa, no solo e nos produtos florestais. De outro, podem se constituir em vetores de emissões de gases de efeito estufa (GEE), causados por desflorestamento, degradação florestal, decomposição da matéria orgânica e de resíduos, revolvimento do solo e respiração. Ainda, elas podem se tornar vítimas das mudanças climáticas, reagindo de alguma maneira às oscilações no ambiente.

Para que esses distintos papéis possam ser discriminados é imprescindível que métodos adequados sejam desenvolvidos e aplicados, e incorporados aos inventários de emissões de GEE. Esses inventários são elaborados periodicamente pelos países signatários dos acordos internacionais sobre o clima global, como a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC), Protocolo de Quioto e, mais recentemente, o Acordo de Paris. O órgão responsável pelo desenvolvimento de metodologia padronizada para aplicação nesses inventários é o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC).

Nos guias metodológicas do IPCC o setor de Agricultura, Florestas e Mudanças no uso da Terra (AFOLU) merece especial destaque, tendo em vista a sua importância para as emissões de GEE em escala global. Essa demanda mundial por métodos confiáveis e robustos é o que tem motivado a ciência florestal a se desenvolver no campo da quantificação de biomassa e carbono em florestas e seus produtos.

Até pouco tempo atrás esse assunto não figurava nas linhas de pesquisa das instituições florestais brasileiras. Todavia, nas últimas décadas, tem havido um forte movimento dos pesquisadores em mensuração, biometria e ecologia florestal quantitativa para desenvolver conhecimentos e tecnologias nessa temática. Hoje muitos pesquisadores, alunos de graduação e de pós-graduação em Engenharia Florestal, e de áreas afins, realizam pesquisas sobre métodos de quantificação de biomassa e carbono em florestas e seus produtos.

A Universidade Federal do Paraná foi uma das pioneiras nessas pesquisas. Alavancada por investimentos para a criação de uma rede de pesquisa em mudanças climáticas, a instituição foi agraciada com a construção do Centro de Excelência em Pesquisas sobre Biomassa e Carbono – BIOFIX, inaugurado em 21 de setembro de 2013. O Centro BIOFIX se constitui hoje numa das melhores infraestruturas em nível mundial para a pesquisa sobre quantificação de biomassa e carbono, abrigando pesquisadores em diferentes níveis e de várias origens do País e do exterior. Conta com uma área construída de mais de 1.000 m<sup>2</sup> e com ambiente e instrumental compatíveis com os melhores padrões internacionais. Seus pesquisadores participam regularmente dos fóruns internacionais sobre mudanças climáticas e representam o Brasil nas discussões e negociações concernentes ao tema e colaboram com cientistas de todo o mundo na formulação de métodos mais avançados discutidos e adotados no âmbito do IPCC.

As pesquisas sobre biomassa e carbono em florestas e seus produtos vêm dando muitos frutos. Teses, dissertações, monografias, artigos científicos e livros sobre assuntos inéditos foram publicados, revelando um novo estágio do conhecimento a respeito da relação das florestas com as mudanças climáticas. Na UFPR atualmente existe um curso de Pós-Graduação Lato Sensu dedicado à matéria e a linha de pesquisa Manejo Florestal do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu oferece anualmente vagas a alunos de mestrado e doutorado, bem como supervisiona vários pesquisadores de pós-doutorado. Patentes de softwares também têm sido devidamente registradas no Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI), revestindo as pesquisas realizadas de maior espectro de aplicação.

É particularmente mister destacar o crescimento das publicações de artigos em revistas científicas de elevados fatores de impacto, tais como *PlosOne*, *Annals of Forest Science*, *Carbon Management*, *Carbon Balance and Management*, *Forestry*, *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, entre outras. A expressiva e regular submissão e publicação de artigos nesses veículos deu notoriedade à instituição e ao Brasil na temática.

Outro aspecto que merece ser salientado é a formação de recursos humanos altamente capacitados no desenvolvimento e aplicação de métodos de quantificação de biomassa em florestas e seus produtos no Brasil. Atualmente existe uma teia de laboratórios e pesquisadores com foco nessa linha de pesquisa, algo muito atual e alinhado com as demandas e tendências internacionais. Hoje o tema mudanças climáticas faz parte da agenda dos engenheiros florestais, que até pouco tempo se ocupavam exclusivamente com áreas mais tradicionais da carreira.

Muitos avanços metodológicos e tecnológicos foram realizados. Uso das geotecnologias, aplicação de técnicas e inteligência artificial e de modelagem matemática e estatística avançada estão entre os temas de maior evolução. Nesse sentido, a interação com outras áreas do conhecimento tem sido fundamental, tais

como a computação, a engenharia de software e a geomática. Isso, combinado com técnicas laboratoriais, integra um pacote tecnológico, que nos coloca na vanguarda de pesquisas neste campo e prontos para enfrentar as fronteiras da ciência.

Todo esse cabedal de conhecimento não está restrito ao mundo acadêmico. Graças a esse desenvolvimento e investimento em recursos humanos e tecnológicos, a ciência florestal brasileira tem aportado contribuição relevante no aprimoramento e na consolidação dos inventários brasileiros de GEE submetidos à UNFCCC. Aplicações em outras esferas também merecem destaque, como nos relatórios requeridos pela FAO (*Food and Agriculture Organization da ONU*), nos projetos nos mercados regulado e não regulado de carbono e nas ações nacionais apropriadas, conhecidas como NAMAs (*Nationally Appropriate Mitigation Actions*), entre outras.

A Engenharia Florestal precisa avançar e abrir novas frentes e oportunidades para os jovens pesquisadores e para os profissionais que ascendem ao mercado de trabalho. As áreas tradicionais da carreira florestal têm seu espaço consolidado, então é preciso instigar os futuros colegas a novos desafios profissionais, possivelmente alguns que ainda nem sabemos quais serão. Contudo, é muito provável que os problemas ambientais e climáticos se magnifiquem nessa geração e a ciência florestal deve estar preparada para novos patamares científicos e tecnológicos a serem desenvolvidos e aplicados. Isso sugere que a pesquisa sobre métodos de quantificação de biomassa e carbono em florestas e seus produtos deva receber ainda mais atenção no futuro breve e gerar ainda mais oportunidades científicas e profissionais.

No seio desse progresso científico nos estudos de quantificação de biomassa e carbono em florestas estão alguns achados de maior destaque:

**1. Declínio da regeneração natural do pinheiro-do-Paraná** (*Araucaria angustifolia* Bertol. (Kuntze)). Até então pouco conhecido, o fenômeno do declínio da regeneração da araucária foi demonstrado nos estudos realizados pela equipe de pesquisadores vinculados ao BIOFIX/UFPR. Esse declínio tem origem antrópica e pode também ter relação com as mudanças climáticas.

O livro “Perspectivas de Recuperação e Manejo das Florestas de Araucária”, publicado em 2006, foi um marco nos estudos científicos sobre a conservação e o manejo da população da espécie e da biota. Na publicação vários aspectos foram discutidos, notadamente a necessidade de intervenções programadas e com uso das técnicas adequadas para que a araucária não entre em risco de extinção.

O livro intitulado “Floresta com Araucária e suas Transições: Pesquisas Ecológicas de Longa Duração”, publicado em 2014, apresenta contribuições de vinte anos de pesquisas ecológicas e florestais sistemáticas na Floresta com Araucária e suas Transições. Traz importantes achados científicos, incluindo o papel das Florestas com Araucária na mitigação climática.

**2. Desenvolvimento de estimadores avançados de biomassa** com a compatibilidade entre os órgãos da árvore ou componentes da biomassa, ou seja, as estimativas parciais desses órgãos e da biomassa total, de forma conjunta, são harmônicas. Tais estimativas isoladas das partes uma vez somadas devem resultar exatamente na estimativa direta da biomassa total.

Esse tema foi, de forma pioneira, evocado pela equipe científica de pesquisadores vinculados ao BIOFIX/UFPR. Nas pesquisas desenvolvidas, foram realizadas contribuições para explicitar avanços metodológicos já definidos e aplicados em outros países e, com certeza, permitem assegurar uma avaliação de biomassa mais apropriada, principalmente quando tratados os aspectos de compatibilidade entre as estimativas da biomassa dos componentes com a biomassa total e com maior eficiência estatística. No primeiro artigo a) ficou demonstrado que a aplicação de regressões lineares aparentemente não relacionadas da biomassa total de árvores com ajuste simultâneo fornece estimativas mais eficientes para a biomassa total de árvores do que com modelagem independente para estimativas de biomassa por componentes (copia, fuste e raízes), Sanquette et al. (2015); b) aplicação de regressões ponderadas não lineares aparentemente não relacionadas com resultados mais precisos e com consistência biológica, Behling et al. (2018, 2019) e c) uma alternativa a esses dois estimadores anteriores foi proposta para a modelagem de biomassa com estimadores por razão, cuja acurácia é equivalente ao obtido com os métodos anteriormente citados, entretanto, com a vantagem de a estrutura ser menos complexa estatisticamente e sua aplicação mais acessível aos usuários (PÉLLICO NETTO e BEHLING, 2019).

**3. Uso da técnica de Inteligência Artificial na quantificação de biomassa florestal.** Este tema foi apresentado pela primeira vez à comunidade científica internacional pela equipe do BIOFIX/UFPR e demonstrou que a técnica de mineração de dados (uma das técnicas de Inteligência Artificial), empregando a classificação baseada em instâncias, pode superar em precisão os métodos convencionais utilizados na quantificação de carbono em árvores, como as chamadas equações alométricas. Mostrou-se que essas técnicas de IA não pressupõem qualquer forma específica da função matemático-estatística, não exigem normalidade nos dados nem dos resíduos, nem tampouco homoscedasticidade, o que é comum em dados de biomassa de árvores. Isso é uma vantagem importante e um avanço expressivo no conhecimento Sanquetta et al. (2013).

Outro artigo internacional sobre o tema foi posteriormente publicado, no qual concluiu-se que a técnica de Mineração de Dados fornece estimativas precisas de biomassa de árvores em comparação com modelos de regressão tradicionalmente empregados com esse fim, além de ter a vantagem de não exigir algumas suposições estatísticas, como os modelos de regressão. Flexibilidade, versatilidade e simplicidade são atributos que corroboram seu grande potencial para aplicações similares, Sanquetta et al. (2015).

**4. Estocagem de carbono em produtos florestais no Brasil.** Pela primeira vez foi demonstrado como os produtos florestais formam a estocagem de carbono no Brasil, empregando uma longa série temporal de dados publicados pela FAO. Destacam-se neste contexto: a) Artigo que revelou ser o Brasil um grande produtor e consumidor de madeira e que os produtos florestais são aliados para um balanço positivo de carbono e cumprimento dos compromissos assumidos pelo país em relação às mudanças climáticas, Sanquetta et al. (2019); b) Desenvolvimento de um sistema de amostragem para estimar necromassa em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, cuja metodologia proposta para tal avaliação valeu-se de estimadores por razão, com resultados muito satisfatórios e apropriada para levantamento desta variável no Inventário Florestal Nacional do Brasil, Pélico Netto et al. (2018).

As contribuições dos produtos florestais em estocagem de carbono foram historicamente mais expressivas pela madeira serrada. Contudo, mais recentemente os painéis de madeira e o papel/papelão vêm sendo os responsáveis pela estocagem de carbono. Atualmente o florestamento e o reflorestamento são as principais atividades responsáveis pelo armazenamento de carbono em produtos florestais, sobrepondo ao manejo de florestas nativas, à exploração seletiva de madeira e ao desmatamento. Concluiu-se, portanto, que as plantações florestais são as maiores responsáveis pela mitigação climática no setor florestal, no que tange ao armazenamento de carbono atmosférico nos produtos de madeira.

## **EVOLUÇÃO DO CAMPO DE MANEJO FLORESTAL NO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL E PERSPECTIVAS FUTURAS**

Joésio D. P. Siqueira

O processo de ocupação do espaço no Brasil, desde a época da colonização, foi realizada através do desmatamento de áreas florestais sem considerar as condições de relevo e a característica física química dos solos. Desse modo, o que se observou foi um processo significativo de degradação, inclusive com grandes áreas em alto processo de erosão, exigindo significativos investimentos para a recuperação desses solos.

A partir do final dos anos 70, do século passado, numerosos trabalhos de pesquisas foram realizados nos mais diversos biomas do Brasil, buscando, através das técnicas de manejo florestal, ampliar a produção de madeira de forma sustentada e ao mesmo tempo, reduzir as áreas de desmatamento. Essas pesquisas foram desenvolvidas com intuito de apoiar e desenvolver as melhores técnicas com vistas ao atendimento do artigo 15, do Código Florestal, Lei 4.771/65, que especificava *“fica proibida a exploração sob forma empírica das florestas primitivas da bacia amazônica, que só poderão ser utilizadas em observância a planos técnicos de condução e manejo a serem estabelecidos pelo Poder Público, a ser baixado dentro do prazo de um ano”*, grifo do autor.

Talvez o melhor exemplo de uma pesquisa nesse sentido, seja a realizada, no início dos anos 80, do século 20, pelo antigo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - IBDF, hoje Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, através da coordenação e execução do então Diretor do Departamento de Economia Florestal, pesquisador e professor da UFPR, Joésio D. P. Siqueira, quando implantou na Floresta Nacional do Tapajós, no estado do Pará, uma área experimental de 5.000 ha, visando comprovar, em escala econômica e operacional, as diferentes técnicas de manejo florestal em regime de rendimento sustentado. Esse modelo experimental foi implantado com recursos originados da *International Timber Organization* – ITTO, e contou com o apoio dos pesquisadores da Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná - FUPEF em sua execução de campo. Os resultados obtidos dessa pesquisa serviram de base à estruturação, por parte do IBDF/IBAMA, dos procedimentos e das normas legais com vistas à adequada implantação de manejo florestal na região Amazônica.

Os resultados obtidos dessa pesquisa, além de contribuir para a estruturação do marco regulatório por parte do IBDF/IBAMA, trouxe uma mudança significativa nos processos burocráticos e operacionais nos planos de manejo para florestas tropicais no Brasil. Entre elas, podem ser citadas: i) o tamanho das áreas submetidas ao manejo, que eram de 100 até 500 ha, passou, em média, por exemplo, segundo informações pessoais dos analistas ambientais do IBAMA, no estado do Pará para de 3.800 ha e para 1.400 ha no estado do Mato Grosso; ii) o aumento do tamanho das áreas contribuiu para diminuir os custos de elaboração, aprovação e implantação dos planos de manejo; iii) trouxe contribuição significativa para diminuir o volume de madeira oriunda de desmatamento ilegal; e iv) promoveu a base para fundamentar a elaboração, discussão e aprovação da Lei nº 11.284/06, que criou o Serviço Florestal Brasileiro, o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal e estabeleceu as regras para a efetivação das concessões florestais em terras públicas.

O próprio pesquisador e ex-diretor do IBDF, Joésio Siqueira, elaborou e coordenou a execução, no Brasil, dos primeiros planos de manejo em áreas superiores a 50 mil hectares, por exemplo, 1) no estado de Rondônia, no município de Cujubim, em 1986, em área de 74 mil hectares pertencente à Indústria de Compensados Triângulo Ltda; 2) no estado do Mato Grosso, no município de Nova Maringá, em 1997, em área de 78 mil hectares, pertencente à empresa Madeireira Guavirá Ltda; 3) no estado de Mato Grosso, no município de Colniza, em 2002, na fazenda Florestal Santa Maria, em uma área de manejo florestal de 100 mil hectares, pertencente à empresa G. Lunardelli; e, 4) no estado do Acre, município de Tarauacá, em uma área total de manejo florestal de 150 mil hectares, na Gleba Paraná Acre, pertencente à empresa Radan Administração e Participações. Todos esses planos tiveram como base os resultados das pesquisas obtidas no experimento da Floresta Nacional do Tapajós.

Infelizmente, apesar dos resultados positivos obtidos em centenas de planos de manejo florestal, tanto os de pesquisas como os operacionais, as exigências estabelecidas no marco regulatório, especialmente a partir do início deste século, bem como a demora no trâmite burocrático nas entidades de gestão pública levaram a perdas significativas na efetivação desses planos, e, em alguns casos, até mesmo inviabilizando a aplicação do conhecimento científico, tecnológico e operacional, conseguidos nos últimos 30 anos. Essas perdas contribuíram para a falência de milhares de empresas na área da Amazônia brasileira e nem mesmo a efetivação da Lei 11.284/06 foi capaz de diminuir ou minimizar essas perdas.

Nem mesmo o conceito estabelecido para manejo florestal, que foi contribuição do pesquisador Joésio Siqueira, em seminário realizado em Manaus, na sede do INPA, em meados da década de 90, quando afirmou que: *O manejo florestal em regime de rendimento sustentado é a administração da floresta na busca de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de auto sustentação do ecossistema objeto do manejo*, mostra claramente a viabilidade do uso adequado do recurso florestal, exatamente porque ele é renovável e contribui para a melhoria ambiental e social das áreas sob esse regime de utilização.

Outro fator que atualmente contribui para ampliar o espectro negativo dos planos de manejo no Brasil diz respeito à inexistência de apoio financeiro e técnico aos projetos de pesquisas em todos os biomas do Brasil. É facilmente comprovável que houve uma perda, causada pela ineficiência pública e privada, no processo de condução das melhores formas do uso adequado do recurso florestal no Brasil, parecendo que ficou mais fácil, até mesmo por influências externas ao setor florestal, discutir a dicotomia do não uso pelo uso da madeira no Brasil. O resultado é que o não uso vem ganhando esse conflito com sérias perdas econômicas, sociais e ambientais à sociedade brasileira.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, R. do R. **Fotogrametria Dinâmica: Determinação Fotogramétrica Digital de Deformações em Elementos Estruturais de Madeira**. Tese de Doutorado, 2005.
- BEHLING, A.; PÉLLICO NETTO, S.; SANQUETTA, CARLOS R.; CORTE, A.P.D.; AFFLECK, D.L.; RODRIGUES, A.L.; BEHLING, M. Critical analyses when modeling tree biomass to ensure additivity of its components. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, n. 2, p. 1759-1774, 2018.
- BEHLING, A.; PELLICO NETTO, S.; SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D.; SIMON, A. A.; RODRIGUES, A. L.; CARON, B. O. Additive and Non-additive Biomass Equations for Black Wattle. **Floram**, v. 26, p. 1-10, 2019.
- BRENA, D. A. Proposta de um Sistema de Inventário Florestal Nacional para o Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 109-127. 1996.
- CARLOWITZ, H. C. von **Sylvicultura Oeconomica: Haußwirthliche Nachricht und Naturmäßige Anweisung zur Wilden Baum-Zucht**. Leipzig, Deutschland, 640 z. 1713.
- DAVID, H. C.; MACFARLANE, D. W; PÉLLICO NETTO, S.; CORTE, A. P. D.; PIOTTO, D.; OLIVEIRA, Y. M. M. de; MORAIS, V. A.; SANQUETTA, C. R.; MARTINS NETO, R. P. Exploring coarse- to fine-scale approaches for mapping and estimating forest volume from Brazilian National Forest Inventory data. **FORESTRY**, v. 92, p. 1-14, 2019.
- DILLEWIJN, F. J. van **Inventário do Pinheiro do Paraná**, Cerena, CODEPAR, Curitiba, 104 p., 1966.
- HEINSDIJK, D. **Forest Inventory in the Amazon Valley. Region between Rio Tapajós and Rio Xingu**, FAO, Rome, 135 p., 1957.
- HEINSDIJK, D. **Volumes do Pinheiro**. SIF – SP – Serviço Florestal. MA. Rio de Janeiro. 1959.
- HENTZ, A. M. K. et al. Estimating forest uniformity in *Eucalyptus* spp. and *Pinus taeda* L. stands using field measurements and structure from motion point clouds generated from unmanned aerial vehicle (UAV) data collection. **Forest Systems**, v. 27, p. e005, 2018.
- HENTZ, A. M. K. et al. **Tree detection: automatic tree detection using UAV based data**. Floresta. v. 48, p. 393-402, 2018.
- HOSOKAWA, R. T. The low on the effects of entropy. **SBPN Scientific Journal**, São Paulo. v. 1 e 2, p. 11-15, 2005.
- KIRCHNER, F. F. **Discrimination of Forest Types through Densitometric Analysis of Multilevel Imagery in Paraná State, Brazil**. Ph.D. Dissertation, Michigan State University, East Lansing, Michigan, USA, 107p. 1980.
- LOCH, R. E. N. **Estruturação de Dados Geográficos para a Gestão de Áreas Degradadas pela Mineração**. Tese de Doutorado. 2000.
- MITISHITA, E. A. **Monorestituição Digital de Aerofotos, Associada com Sistema de Computação Gráfica C.A.D., para fins de Mapeamento na Área Florestal**. Tese de Doutorado, 1997.
- NADOLNY, M. C. **Aplicabilidade de um Sistema de Informações Geográficas e Imagens de Sensor Aerotransportável para o Planejamento Florestal**. Dissertação de Mestrado, 1996.
- PELISSARI, A. L.; FIGUEIREDO FILHO, A.; PÉLLICO NETTO, S.; EBLING, A. A.; ROVEDA, M.; SANQUETTA, C. R. Geostatistical modeling applied to spatiotemporal dynamics of successional tree species groups in a natural Mixed Tropical Forest. **Ecological Indicators**, v. 78, p. 1-7, 2017.]
- PELLICO NETTO, S. Recursos Florestais do Sul do Brasil. **Floresta** (UFPR), Curitiba - PR, v. 3, n.2, p. 68-74, 1971.

PÉLLICO NETTO, S. Amostragem em conglomerados e sua aplicação em inventários florestais de florestas tropicais. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORESTAS TROPICAIS, realizado em Viçosa, MG em 1974. **Anais**. v. 1:36-53, 1981.

PÉLLICO NETTO, S.; STEFANELLO, F. R.; PELISSARI, A. L.; DAVID, H. C. Mapping of sites in forest stands. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** (Impresso), v. 86, p. 2025-2038, 2014.

PÉLLICO NETTO, S.; PELISSARI, A. L.; RIBEIRO, A.; MACHADO, S. do A.; NASCIMENTO, R. G. M. Sampling system for estimating woody debris in an urban mixed tropical forest. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, p. 3769-3780, 2018.]

PÉLLICO NETTO, S.; BEHLING, A. Additivity of tree biomass components using ratio estimate. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 91, p. e20180272-31, 2019.

QUEIROZ, W. T.; PÉLLICO NETTO, S.; VALENTE, M. D. R., PINHEIRO, J. R. Análise Estrutural da Unidade Conglomerado Cruz de Malta na Floresta Nacional do Tapajós, Estado do Pará, Brasil. **Floresta**, v. 41, p. 09-18, 2011.

SANQUETTA, C. R.; WOJCIECHOWSKI, J.; CORTE, A. P. D.; RODRIGUES, A. L.; MAAS, G. C. On the use of data mining for estimating carbon storage in the trees. **Carbon Balance and Management**, v. 8, p. 6-9, 2013.

SANQUETTA, C. R.; WOJCIECHOWSKI, J.; CORTE, A. P. D.; BEHLING, A.; PÉLLICO NETTO, S.; RODRIGUES, A. L.; SANQUETTA, M. N. I. Comparison of data mining and allometric model in estimation of tree biomass. **BMC Bioinformatics**, v. 16, p. 247, 2015.

SANQUETTA, C. R.; BEHLING, A.; CORTE, A. P. D.; NETTO, S. P.; SCHIKOWSKI, A. B.; AMARAL, M. K. Simultaneous estimation as alternative to independent modeling of tree biomass. **Annals of Forest Science**, v. 72, p. 1099–1112, 2015.

SANQUETTA, C. R.; TOMÉ, M.; DIAS, A. C.; MAAS, G. C. B.; SANQUETTA, FELIPE T. I.; CORTE, A. P. D. Carbon storage and CO dynamics from wood products harvested in Brazil during 1900-2016. **Carbon Management**, v. 11, p. 1-13, 2019.

SILVA, C. A. et al. Predição da biomassa aérea em plantações de *Pinus taeda* L. por meio de dados LiDAR aerotransportado. **Scientia Forestalis**, v. 45, p. 100-115, 2017.

SILVA, C. A. et al. Modeling and mapping basal area of *Pinus taeda* L. plantation using airborne LiDAR data. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 89, p. 1895-1905, 2017.

SILVA, C. A. et al. Comparing the Performance of Ground Filtering Algorithms for Terrain Modeling in a Forest Environment Using Airborne LiDAR data. **FLORAM**, v. 25, p. 1-10, 2018.

SILVA, E. Q. da., PÉLLICO NETTO, S., MACHADO, S. do A., SANQUETTA, C. R. Função densidade de probabilidade aplicável à ciência florestal. **FLORESTA**, 33(3) 285-294, 2003.

SILVA, J. de A. **Relatório Final de Consultoria Produto 3: Inventários florestais realizados no Brasil no período de 1956 – 2018 (Levantamento, sistematização e entrevistas)** Barra Mansa, RJ, 151 p. 2018.

WANDRESSEN, R. R.; PÉLLICO NETTO, S.; KOEHLER, H. S.; SANQUETTA, C. R.; BEHLING, A. Nonparametric Method: Kernel Density Estimation Applied to Forestry Data. **FLORESTA**, v. 49, n.3, p. 561 – 570, 2019.

WATZLAWICK, L. F. **Estimativa de Biomassa e Carbono em Floresta Ombrófila Mista e Plantações Florestais a partir de Dados do Satélite IKONOSII**. Tese de Doutorado, 2003.

WEBER, S. H.; ARCE, J. E.; PÉLLICO NETTO, S. Aplicação da distribuição de Weber ao peso de pinhas verdes. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 33, n. 5, 865-872, 2009.

WEBER, S. H. **Desenvolvimento de uma função densidade de probabilidade multimodal aplicável à Ciência Florestal**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFPR. (Tese de Doutorado), 132 f., Curitiba, 2011.



# TECNOLOGIA E UTILIZAÇÃO DE PRODUTOS FLORESTAIS

## - Pesquisa & Desenvolvimento na UFPR -

Ivan Tomaselli\*<sup>1</sup>

### Resumo

A pesquisa e o desenvolvimento na área da ciência da madeira no Brasil iniciou em meados dos anos 1900, e envolvia alguns poucos laboratórios de instituições de pesquisa e de universidades. Não havia, na época, uma estratégia de P&D para a área. Os Cursos de Engenharia Florestal, criados nos anos 1960, formavam silvicultores. No início dos anos 1970 basicamente o único laboratório, na área da ciência da madeira do Curso de Engenharia Florestal da UFPR, era o de anatomia. Nessa mesma década a criação da FUPEF, o Convênio de Freiburg e a criação do Curso de Pós-Graduação foram marcos importantes para impulsionar a P&D relacionada à madeira. Convênios e, também, a cooperação com o setor privado foram importantes na formação da massa crítica, para instalação e operação de laboratórios da área. Atender a demanda do mercado foi, desde o início, uma das prioridades no delineamento de projetos de P&D na área de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais. Ao longo dos anos, para atender o mercado, diversos trabalhos foram desenvolvidos por professores das diversas disciplinas, incluindo a anatomia da madeira, caracterização e qualidade, normalização e certificação, produtos e aplicações estruturais, secagem, biodegradação e preservação, painéis de madeira, energia, suprimento e logística, química, celulose e papel. Uma grande parte da P&D considerou acordos de cooperação e parcerias nacionais e internacionais. Os temas a serem considerados no futuro na área da ciência da madeira tem como foco a inovação. A P&D envolverá cada vez mais aspectos relacionados a nanotecnologia, automação de processos, produtos de valor agregado, redução do consumo de energia, mitigação de impactos ambientais no processamento e no uso, e a melhoria de rendimento de processos. Os trabalhos terão como objetivo principal o aumento da produtividade para garantir a sustentabilidade e a competitividade da indústria florestal brasileira.

**Palavras-chave:** Ciência da madeira, Produtos de madeira, Estruturas de madeira, Secagem de madeira, Biodegradação e conservação da madeira, Painéis de madeira, Energia de madeira, Suprimento de madeira e logística

### Summary

Research and Development in the field of wood science in Brazil began in the mid-1900s and involved a few laboratories of research institutions and universities. There was no R&D strategy for the area at the time. Forestry Engineering Courses, created in the 1960s, basically graduated silviculturists. In the early 1970s the only laboratory, in the area of wood science of the Forest Engineering Course, was wood anatomy. In the same decade, the creation of the FUPEF, the Freiburg Agreement and the Post-Graduation Course were important factors to promote R&D related to wood. Agreements as well as cooperation with the private sector were important for the formation of critic mass for the installation and operation of laboratories in the area. To attend the market demand, it was since the beginning, one of the priorities in the design of R&D projects in the area of Technology and Use of Forest Products. Over the years, professors from various disciplines, including wood anatomy, characterization and quality, standardization and certification, structural applications and products, drying, biodegradation and preservation, wood panels, energy, supply and logistics, chemistry, pulp and paper, have implemented several projects. A large part of the R&D program considered cooperation agreements and national and international partnerships. Future topics in the area of wood science focus on innovation. R&D will increasingly involve aspects related to nanotechnology, process automation, value-added products, reduction of energy consumption, and mitigation of environmental impacts in processing and use, and improvement of process efficiency. The main objective of the work will be to increase productivity to guarantee the sustainability and competitiveness of the Brazilian forestry industry.

**Keyword:** Wood science, Wood products, Wood structures, Wood drying, Biodegradation and preservation of wood, Wood panels, Wood energy, Wood supply and logistics

1. Professor Titular Aposentado da UFPR, Presidente da STCP Engenharia de Projetos Ltda.

## INTRODUÇÃO

Em 1969 foi lançado o primeiro número da Revista Floresta. Para comemorar os cinquenta anos da primeira edição foi criada uma Comissão, e uma das atividades considera a organização e a publicação de um número especial da Revista Floresta. A Comissão sugeriu que cada uma das áreas do conhecimento da Pós-graduação preparasse um trabalho narrativo sobre a evolução científica e tecnológica da Engenharia Florestal ocorrida neste período de cinquenta anos.

Este artigo cobre os desenvolvimentos da área de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais. O conteúdo é largamente baseado nos textos e colaboração recebidos de diversos professores dos Cursos de Engenharia Florestal e de Engenharia Industrial Madeireira, tanto da ativa como aposentados.

Na primeira parte deste artigo é apresentado um resumo histórico da fase inicial do desenvolvimento da ciência da madeira no Brasil. A seguir são apresentados os fatos relevantes que foram determinantes para impulsionar o desenvolvimento da ciência da madeira na Universidade Federal do Paraná - UFPR. Na última parte é apresentada uma síntese da evolução e as perspectivas da pesquisa e desenvolvimento-P&D, envolvendo os diversos temas relacionados à Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais na UFPR.

## O INÍCIO DA CIÊNCIA DA MADEIRA NO BRASIL

A P&D relacionado à ciência da madeira no Brasil foi iniciado em meados dos anos 1900. Os estudos eram conduzidos em alguns poucos laboratórios de instituições de pesquisa, como o Instituto de Pesquisas Tecnológicas- IPT e algumas raras universidades. Em geral os trabalhos eram baseados no interesse de um pesquisador, em tema específico, e envolvia um pequeno grupo.

Não havia na época uma estratégia nacional ou setorial de P&D envolvendo a ciência da madeira. A grande maioria dos trabalhos tratava de estudos anatômicos descritivos e da caracterização de propriedades físicas, mecânicas e químicas, principalmente de madeiras nativas.

Algumas derivações desta linha básica ocorria, envolvendo a definição de usos e o desenvolvimento inicial de processos industriais. Um dos casos foi o laboratório piloto de compensados instalado em Curitiba no Instituto de Biologia Agrícola Animal, atual Instituto de Tecnologia do Paraná- TECPAR.

Os primeiros cursos de engenharia florestal foram criados nos anos 1960. Eles tinham o objetivo de formar basicamente silvicultores. Mesmo assim a ciência da madeira, engenharia e as tecnologias de processamento industrial faziam parte, embora de forma tímida, da grade curricular.

No Curso de Engenharia Florestal da UFPR não foi diferente. A criação do curso no início dos anos 1960, originalmente em Viçosa- MG e posteriormente transferido para Curitiba, foi apoiada por um convênio com a FAO, e o foco foi de formação de silvicultores. Gradualmente os peritos da FAO foram substituídos por professores brasileiros. A maioria dos novos professores era de engenheiros florestais recém graduados e outros eram profissionais de outras formações.

Até o início dos anos 1970 a maioria das disciplinas relacionadas à ciência da madeira e o processamento industrial era ministrada por professores de formação em outras áreas. Embora se esforçasse para formar engenheiros florestais na área da madeira e seu processamento, tinham limitações.

A formação dos novos engenheiros florestais envolvendo a área de ciência da madeira era basicamente teórica. As instalações da Escola de Florestas da UFPR eram limitadas, e existiam poucas facilidades para trabalhar em P&D envolvendo madeira. No início dos anos 1970 o principal laboratório da área era o de anatomia, fruto do esforço da Professora Araceli Vidal Gomes. Existiam ainda alguns poucos equipamentos, na sua maioria obsoletos, para determinação de propriedades físicas e mecânicas da madeira.

Em outras áreas do curso de engenharia florestal era diferente. Para atender as áreas de silvicultura e manejo havia diversas facilidades, incluindo viveiro e uma fazenda experimental, utilizadas para aulas práticas relacionadas. Havia ainda laboratórios de sementes, de fotogrametria e fotointerpretação e de Dendrometria e inventário. Na realidade a Escola de Florestas refletia, na época, a prioridade do país no setor florestal, que era formar profissionais para atender o programa de incentivos fiscais para o estabelecimento de plantações florestais.

O programa de incentivos às plantações florestais, iniciado em 1966, gerou uma grande demanda de profissionais para produzir mudas, implantar, manejar e proteger os plantios. Isto se tornou uma prioridade para os cursos de engenharia florestal no Brasil.

## **MUDANÇAS QUE CATALIZARAM A P&D EM CIÊNCIA DA MADEIRA NA UFPR**

Nos anos 1960, ainda na época do convênio com a FAO, alguns poucos recém-formados foram selecionados para realizar cursos de mestrado no exterior. Entre eles se encontrava Sylvio Pélico Netto, o primeiro professor do curso e do Brasil a obter mestrado, nos Estados Unidos, na área de inventário florestal.

Sylvio coordenou, juntamente com outros professores ainda jovens, formados na Escola de Florestas, um processo de grandes mudanças, que foram fundamentais para a evolução do ensino, P&D do Curso de Engenharia Florestal da UFPR.

Um dos exemplos foi a facilitação da integração academia-setor privado. Analisando a necessidade de melhor interagir com o setor privado em P&D, atendendo demanda do mercado, Sylvio foi o mentor e principal responsável pela criação da Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná- FUPEF.

Com a FUPEF os trabalhos de P&D dos professores da Escola de Florestas foram orientados para melhor atender as demandas do setor privado, que colaborava para definir prioridades, e alocava recursos essenciais ao atendimento das necessidades dos laboratórios. Os estudos envolviam os alunos, principalmente em temas relacionados a ciência aplicada.

Recursos financeiros foram obtidos não só a partir da cooperação com empresas, mas também através de outras fontes, como os fundos de financiamento a P&D, definidos no programa de incentivos aos reflorestamentos do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal- IBDF, fundos de investimento em inovações da Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP, por meio de convênios com empresas exportadoras de bens e serviços para implementação de projetos no exterior (Projeto Niassa em Moçambique), e outras.

Com a ação do Diretor do Setor de Ciências Agrárias Newton Carneiro e posteriormente, Bernard Max Staudacher e Luís Carlos Nascimento Tourinho, e de diversos outros professores, tais como, Sylvio Pellico Netto, houve a formalização de um convênio com a Universidade Albert-Ludwigs de Freiburg (Alemanha) iniciado em 1971, o que possibilitou estruturar o Curso de Pós-Graduação em Ciências Florestais. Este curso, em nível de mestrado, iniciado em 1972, ofertava as opções nas áreas de tecnologia, silvicultura e manejo florestal.

Tanto a FUPEF, como o Convênio de Freiburg e a criação do Curso de Pós-Graduação, foram marcos importantes para o desenvolvimento da ciência da madeira dentro do Curso de Engenharia Florestal da UFPR.

Os professores alemães alocados através do Convênio de Freiburg, particularmente Hans Georg Richter e Hans Peter Nock, fortaleceram a área de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais. Eles apoiaram no estabelecimento e fortalecimento dos laboratórios na área, incluindo o de anatomia, propriedades físicas e mecânicas, o de celulose e papel, o de secagem, e o de biodegradação e preservação.

Além disso os professores alemães foram importantes na estruturação inicial de um programa de P&D e na preparação de cursos especializados na área de madeiras e da indústria florestal, tanto para a graduação como para a pós-graduação. Eles tiveram ainda participação ativa como professores e orientadores das primeiras turmas de mestrado em Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais.

Os professores do Convênio de Freiburg foram empreendedores. Se esforçaram não somente para estabelecer uma estrutura física e melhorar o projeto pedagógico na área, mas também corroboraram para formar uma massa crítica garantindo o fortalecimento e a sustentabilidade da área de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais no Curso de Engenharia Florestal da UFPR. Em uma fase posterior Hans e Peter foram substituídos por Peter Karstedt, que deu continuidade ao processo de transformação.

A formação da massa crítica na área de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais incluiu a formação de um quadro de professores qualificados. A maioria cursou o mestrado na UFPR e, posteriormente, foi enviada para cursos de doutorado e pós-doutorado em diversas universidades no exterior.

Com a massa crítica formada, Sylvio Pélico Netto, com o apoio de outros professores, teve a iniciativa de propor a criação do primeiro curso doutorado em engenharia florestal no Brasil. O doutorado foi criado em 1982, e entre as opções ofertadas estava a área de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais. A consolidação da área veio com a criação do Curso de Engenharia Industrial Madeireira em 1998. Foi um esforço que também envolveu diversos professores da área, e que teve a liderança do Prof. Sidon Keinert Junior.

Com as novas instalações físicas do Curso de Engenharia Florestal, inauguradas em 2.000, foi criado o Centro de Ciências Florestais e da Madeira da UFPR – CIFLOMA. Nestas novas instalações a área de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais ganhou amplos e modernos laboratórios, o que permitiu conquistar um novo impulso ao desenvolvimento da ciência da madeira na UFPR.

Na realidade a massa crítica criada na UFPR na área da Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais a partir dos anos 1970, e a evolução nas décadas subsequentes, foram fundamentais para o desenvolvimento da ciência da madeira em nível nacional. Uma grande parte dos professores da área de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais, atuando nos cursos de engenharia florestal e de engenharia industrial madeireira do Brasil, foi graduada, e/ou obtivera mestrado ou doutorado na UFPR.

## AVANÇOS DA P&D NA CIÊNCIA DA MADEIRA NA UFPR

A UFPR é uma instituição pioneira no ensino, na pesquisa e na extensão florestal e da indústria da madeira no Brasil. Esta universidade tem uma vasta experiência institucional, conta com uma massa crítica capacitada e instalações para dar suporte a P&D nas áreas de recursos florestais, manejo, engenharia, tecnologia e indústria florestal. Os trabalhos são desenvolvidos para atender demandas de mercado e considera a colaboração com diversas instituições de ensino e pesquisa, tanto no Brasil como no exterior.

Atender à demanda do mercado é uma das principais premissas no delineamento de projetos de P&D na área de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais. Este conceito foi estabelecido já nos anos 1970 pelos professores alemães, alocados através do Convênio de Freiburg, e fortalecido com a criação da FUPEF. O conceito tem contribuído para o desenvolvimento e consolidação da área.

Ao longo dos anos foram feitos ajustes no currículo dos cursos, incluindo a criação de disciplinas optativas que possibilitassem melhorar e diversificar a formação dos futuros profissionais. A P&D também foi, cada vez mais, direcionada para atender a demanda de mercado, buscando uma maior interação com a indústria, identificando problemas e propondo a melhor solução. A cultura implantada considera como objetivo maior ampliar o conhecimento sobre a madeira, por meio do aumento de eficiência: em seu uso, em processos de produção, dos seus produtos e de sua aplicação. Isto tem corroborado para o fortalecimento da indústria florestal brasileira, ganhando competitividade no mercado internacional.

O desenvolvimento da área demandou pesquisa básica e aplicada, e cobriu os diversos temas relacionados à ciência da madeira. Na sequência são apresentados alguns dos desenvolvimentos, que ocorreram nos últimos cinquenta anos na UFPR, relacionados a área Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais, bem como suas perspectivas.

### Anatomia da Madeira

A anatomia da madeira é o estudo das estruturas que compõem o lenho (xilema secundário), incluindo suas funções, organização e peculiaridades estruturais. Ela forma uma base para identificação de espécies, caracterização, definição de usos e aplicações, e ainda para prever e compreender o comportamento relacionado à estabilidade, propensão a defeitos e outros parâmetros.

O laboratório de anatomia da madeira foi o primeiro a ser instalado na área de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais do Curso de Engenharia Florestal da UFPR, já no fim dos anos 1960. Como já mencionado, este feito foi resultado principalmente do esforço da Prof. Araceli Vidal Gomes. O laboratório de anatomia serviu inicialmente para atender as aulas práticas e gradualmente se envolveu em programas de P&D.

A descrição anatômica serviu inicialmente para a identificação de espécies. Ao longo dos anos foi criada uma xiloteca e uma laminoteca com milhares de exemplares. A maioria é de madeiras nacionais, no entanto trabalhos conduzidos no exterior e a cooperação internacional possibilitou colecionar uma grande quantidade de amostras de espécies de madeiras também de outros países.

O laboratório de anatomia foi ativo no desenvolvimento de diversos estudos integrados, como o Projeto SUDESUL que tratou do Estudo das Alternativas Técnicas, Econômicas e Sociais Para o Setor Florestal do Paraná, no final dos anos 1970, e que incluiu a descrição anatômica e caracterização de 15 espécies nativas do Paraná.

O laboratório também esteve envolvido no Projeto Madeiras do Sul do Brasil, conduzido na década de 1980, para estudar a qualidade da madeira de *Pinus elliottii*, *Pinus taeda* e *Araucaria angustifolia* de plantações florestais, um estudo importante na época para a indústria de celulose e papel.

Na área internacional o laboratório de anatomia foi ainda importante nos trabalhos relacionados ao Projeto Desenvolvimento Florestal da Província do Niassa- Moçambique. Neste projeto foram desenvolvidas e caracterizadas anatomicamente 21 espécies africanas que foram estudadas visando a aplicação industrial.

O conhecimento e a experiência acumulados envolvendo ensino e P&D no tema anatomia da madeira estão refletidos em inúmeros artigos técnicos publicados por professores envolvidos com o laboratório de anatomia, tanto no Brasil como no exterior. Um exemplo relevante é o livro Anatomia da Madeira, publicado em 1991, tendo como autores Hans George Richter e Luiza Burger.

No passado, e ainda atualmente, o laboratório de anatomia da madeira, além de dar suporte ao ensino e desenvolver pesquisa acadêmica, tem atendido demandas de mercado. O desenvolvimento de trabalhos tem sido constante, atendendo demandas da indústria florestal, de exportadores e de outros interessados na identificação e caracterização de madeiras. Além da madeira, as análises anatômicas têm envolvido o carvão vegetal.

#### - Inovação e Perspectivas em Anatomia da Madeira e Nanotecnologia

Mais recentemente as novas tecnologias tem sido adotadas nos estudos desenvolvidos pelo laboratório de anatomia, como a técnica de espectroscopia de infravermelho para identificação de madeira e carvão, e predição das propriedades físicas e mecânicas por técnicas não destrutivas.

O laboratório de anatomia tem também cooperado com outros centros de pesquisa no desenvolvimento da nanotecnologia, incluindo a nanocelulose, nanolignina e nanoquitosana. Os trabalhos de aplicação da nanocelulose tem extrapolado o setor florestal. Desenvolvimentos recentes envolveram outros setores, incluindo a indústria de criação de peixe e a indústria de sucos.

Na área florestal as aplicações da nanotecnologia envolvem o isolamento de nanoestruturas de materiais lignocelulósicos residuais, visando a modificação de superfícies (aplicados a madeira ou papel) e outros aspectos.

Na realidade, nanotecnologia foi introduzida recentemente nas atividades de P&D da área de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais. Ela tem se mostrado uma alternativa com alto potencial para a modificação de materiais lignocelulósicos e/ou desenvolvimento de novos produtos a partir de matérias-primas advindas de árvores e derivados, tais como madeira e casca.

A modificação de materiais lignocelulósicos destaca-se pela evolução tecnológica ao longo das últimas décadas, principalmente quando relacionada ao uso de nanoestruturas para aprimorar a proteção da madeira e derivados. O tratamento da madeira com nanoestruturas orgânicas e inorgânicas parte da premissa que é possível obter ganhos significativos, buscando a melhoria das propriedades da madeira que, em muitos casos, podem ser limitantes ao uso e/ou reduzem sua competitividade no mercado.

A nanotecnologia pode facilitar, por exemplo, a penetração de produtos na estrutura anatômica da madeira, visando aumentar a resistência à abrasão, capacidade auto-limpante e reduzir a higroscopicidade da madeira. Estes benefícios são conseguidos sem alterar a aparência do produto. Entre as aplicações mais frequentes cita-se, por exemplo, o revestimento da superfície de madeira e produtos à base de madeira com filmes nanométricos, a incorporação de nanopartículas orgânicas e inorgânicas na estrutura dos materiais.

Estas inovações ainda são recentes, e os trabalhos na área de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais encontram-se em fase inicial, mas as perspectivas são positivas. Eles foram iniciados na década passada, e o uso comercial em larga escala da nanotecnologia para proteção da madeira, embora ainda seja incipiente, apresenta grande potencial, existindo possibilidades concretas no mercado, especialmente na proteção da madeira com agentes a base de nanopartículas de cobre, competindo com as tradicionais soluções ou complexos de sais de cobre.

Com a inserção dos conceitos da nanotecnologia no setor florestal e madeireiro, particularmente como alternativa de biocida natural de alto potencial, utilizando nanoestruturas orgânicas e inorgânicas para proteção da madeira é uma excelente alternativa. Um exemplo é o sistema de nanopartículas de alumina com o biocida carbendazim desenvolvido para proteção biológica da madeira.

Além disso, ao ganhar relevância no setor florestal e madeireiro, a nanotecnologia ampliou sua atuação para o desenvolvimento de novos materiais a partir de estruturas químicas presentes na madeira, dado que a madeira pode ser considerada um compósito nanoestruturado composto de celulose, lignina e hemicelulose.

A obtenção de nanomateriais a partir dessas estruturas químicas naturalmente presentes na madeira pode ser evidenciada, por exemplo, pelo desenvolvimento de nanopapéis, nanofilmes de celulose com adição de taninos condensáveis oriundos da casca de acácia-negra e nanoestruturas de lignina.

Esses são exemplos do potencial a ser explorado nos próximos anos. A nanotecnologia é uma das prioridades neste contexto, e poderá fazer parte do programa de P&D envolvendo não somente o laboratório de anatomia da madeira, mas também outros laboratórios da área de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais.

### **Caracterização e Qualidade da Madeira**

A caracterização tecnológica, ou a determinação das propriedades físicas, mecânicas e químicas, é fundamental para definir usos e para o processamento industrial de madeiras. Existe no Brasil uma grande diversidade de espécies, tanto as nativas como de plantações. A grande variabilidade natural da madeira, inerente a diferenças entre espécies, causada por fatores genéticos e ambientais, deve ser conhecida e considerada nos processos industriais e na definição do uso. Ajustes nos processos industriais são necessários para acomodar esta variabilidade e obter produtos de qualidade desejada.

O Laboratório de Tecnologia da Madeira do Curso de Engenharia Florestal da UFPR integrou, já em 1980, uma rede envolvida na caracterização de madeiras, com a participação de diversas outras organizações de pesquisas, como o Laboratório de Produtos Florestais de Brasília - LPF, Laboratório de Engenharia da Madeira do INPA em Manaus, e outros institutos e universidades no Brasil e no exterior. Como resultado existe hoje um vasto acervo de informações sobre propriedades de madeiras tanto nativas como de plantações.

A norma técnica vigente nos anos 1970 a 1990 era a COPANT (Comisión Panamericana de Normas Técnicas). A elaboração desta norma envolveu organizações de vários países e resultou em uma norma Panamericana única para caracterização tecnológica de madeiras.

Um dos projetos relevantes envolvendo a caracterização e qualidade da madeira, concluído em 1979, foi o Projeto SUDESUL - Estudo das Alternativas Técnicas, Econômicas e Sociais Para o Setor Florestal do Paraná. Através deste projeto foram caracterizadas e definidos os usos de 15 espécies nativas do Paraná.

Neste mesmo ano foi executado o Projeto Madeiras do Sul do Brasil, que teve como objetivo gerar informações sobre a qualidade da madeira de *Pinus elliottii*, *Pinus taeda* e *Araucaria angustifolia*, atendendo a demanda principalmente da indústria de celulose e papel. Este projeto foi financiado pela Financiadora de Estudos e Projetos- FINEP, e possibilitou a instalação de um laboratório de papel e celulose no Curso de Engenharia Florestal da UFPR.

Na área internacional foi implementado, por meio de um convênio com empresa exportadora, o Projeto Desenvolvimento Florestal da Província do Niassa- Moçambique. Este projeto, com uma duração de dois anos, teve um componente denominado Estudo Tecnológico das Madeiras, tendo sido caracterizadas, analisadas e testadas alternativas de usos de 21 espécies africanas. O objetivo foi gerar informações para promover o desenvolvimento de um projeto florestal industrial na Província do Niassa.

Já na década de 1980 os professores envolvidos em projetos de caracterização e qualidade de madeira buscavam introduzir inovações. Uma delas foi a dos métodos aplicados para a classificação não destrutiva de madeira. Os desenvolvimentos iniciais foram essencialmente os métodos mecânicos, incorporados na máquina de classificação por classes de resistência (*Stress Grading Machine*), avaliando-se resistência de diversas madeiras. Este equipamento baseia-se no princípio da avaliação do módulo de elasticidade (MOE) de uma seção transversal padronizada tornando-se um parâmetro de classificação estrutural.

A partir de 1992 foram desenvolvidas pesquisas com a utilização do método acústico de classificação de madeiras por emissão de ondas de tensão. Pesquisas foram realizadas também com a classificação de lâminas de madeiras para produção de painéis de lâminas paralelas (LVL) no ano de 1997, e de compensados estruturais. Esta técnica continua sendo utilizada para avaliar as propriedades de produtos de madeira e painéis de madeira, como compensados, aglomerados, chapas de fibras e OSB, permitindo a detecção de defeitos internos e as propriedades de resistência destes produtos.

Foram ainda realizadas aplicações não destrutivas de emissão acústica em árvores em pé e em toras, permitindo a seleção em campo do melhor material para os fins a que se destinam, além do conhecimento das condições físicas internas dos troncos antes da derrubada.

Um dos projetos envolveu a detecção de deterioração e defeitos internos em árvores em pé na floresta tropical amazônica. Este projeto foi realizado em parceria com o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA a partir de 2010, e teve como objetivo contribuir para o Manejo Florestal Sustentado de florestas tropicais. A identificação de defeitos permitiu melhorar o processo de seleção das árvores a serem retiradas.

#### - Inovação e Perspectivas em Caracterização e Qualidade da Madeira

Pesquisas de avaliação da relação entre os valores de velocidade de propagação acústica no tronco de árvores deverão continuar em curso, incluindo atualmente a sua relação com a qualidade de madeiras e lâminas oriundas do processamento destas árvores.

Os resultados têm demonstrado existir um grande potencial a ser explorado pela indústria madeireira por meio da utilização destas técnicas. Os métodos de avaliação não destrutiva de madeiras e produtos de madeira, testados até agora, têm-se mostrado viáveis e eficientes. A viabilidade resulta da disponibilidade de equipamentos para aplicação destes métodos e a eficiência, a rapidez e economicidade de tempo na tomada de decisões no processo produtivo.

Nos últimos anos, a compreensão do comportamento da madeira atingiu um novo status, devido ao desenvolvimento de novas ferramentas analíticas, que superaram o nível estabelecido pelas técnicas convencionais. O desenvolvimento de técnicas de avaliação rápida permite a compreensão de fontes de variabilidade, que influenciam a qualidade da madeira.

Dentre as ferramentas analíticas modernas e já disponíveis em grande escala, e que serão consideradas no programa de P&D para caracterização e qualidade da madeira nos próximos anos, destacam-se:

- Densitometria de Raios - X, que permitem determinar a densidade;
- Difração de Raios - X para determinar o ângulo microfibrilar;
- Análise de imagens para medição das dimensões das fibras em macerados ou amostras sólidas de madeira;
- Espectroscopia de infravermelho próximo, que permite a previsão de propriedades, bem como a separação e agrupamento entre grupos distintos;
- Técnicas de emissões acústicas que, em combinação com densidade, permitem a medição da rigidez, ou correlacionam a velocidade acústica para determinação de ângulo microfibrilar ou comprimento de traqueoides;

Seguindo as tendências internacionais, a P&D, cobrindo caracterização e qualidade da madeira nos próximos anos, envolverá diversos trabalhos inovadores, com ênfase aos efeitos do melhoramento genético nas propriedades da madeira e implicações no uso, incluindo:

- Análises não-destrutivas para avaliação de propriedades da madeira, especialmente aquelas voltadas para seleção de indivíduos precoces, oriundos do melhoramento genético e com potencial para implantação de plantios comerciais;
- Métodos de determinação rápida de características físicas e anatômicas da madeira em plantios florestais, visando a predição do seu comportamento futuro. Trata-se de projeto em parceria com a Embrapa - Projeto FUNPINUS;
- Efeito de práticas silviculturais e de manejo florestal sobre as características anatômicas, físicas e mecânicas, e implicações no uso de madeiras de reflorestamento, incluindo melhoramento genético, adubação, irrigação, poda, espaçamentos e intervenções de desbaste.

## **Normatização e Certificação de Produtos de Madeira**

A normatização e a certificação da qualidade de produtos vêm se tornando cada vez mais importantes. Elas corroboram para assegurar a qualidade de um produto ou serviço. Em muitos casos a inexistência, ou a não adoção de normas ou de certificados de qualidade, limitam o acesso ao mercado.

Atendendo essa demanda, diversas atividades foram desenvolvidas pela área de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais para melhorar, desenvolver e adotar normas e programas para certificar a qualidade de produtos de madeira. Neste aspecto, a área tem apoiado principalmente as associações nacionais da indústria florestal.

Por vários anos um dos professores do Curso de Engenharia Florestal foi Presidente do Comitê Brasileiro responsável pela elaboração de normas para madeiras (CB 31), da Associação Brasileira de Normas Técnica - ABNT. Houve, ainda, a participação de professores no CB 02 - Comitê Construção Civil, na elaboração da Norma Técnica de Wood Frame, na Comissão de Estudo de Painéis de Madeira Aglomerada e em outras.

O Laboratório de Tecnologia da Madeira, em parceria com a Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente - ABIMCI, participou desde o ano de 1999, na implantação do Programa Nacional de Qualidade de Compensado - PNQC, realizando auditorias junto às empresas participantes e na realização de ensaios de qualificação e controle de qualidade dos produtos. O laboratório é credenciado pela ABIMCI e pela BM Trada do Reino Unido para realização de ensaios de acordo com critérios das normas europeias.

Uma parceria foi também estabelecida com o Centro Tecnológico do Mobiliário de São Bento do Sul, atendendo aos requisitos da Norma NBR ISO/IEC 17025, e criadas condições estruturais e normativas para a obtenção de credenciamento junto ao INMETRO na competência em certificação de produtos florestais, a partir de resultados de ensaios experimentais, voltados para o fortalecimento das exportações e desenvolvimento do mercado para as indústrias de madeira, de painéis compensados e do mobiliário, conforme os padrões internacionais.

A Acreditação do Laboratório de Tecnologia da Madeira da UFPR - Certificado INMETRO CRL 0335, em 2009, foi concedida pela Coordenação Geral de Acreditação do INMETRO, segundo os requisitos da ABNT ISO/IEC 17025:2005. Após este reconhecimento de competência, o laboratório passou a realizar oficialmente os ensaios com madeiras e produtos de madeira.

### **- Inovação e Perspectivas em Normatização e Certificação**

As perspectivas são de continuidade dos trabalhos envolvendo normatização e certificação. Os trabalhos deverão envolver a melhoria das normas nacionais, incluindo a compatibilização com normas internacionais, assim como o atendimento da normatização de novos produtos. Esforços também serão orientados para atender a demanda de programa de monitoramento e certificação da qualidade.

## **Produtos e Aplicações Estruturais da Madeira**

A pesquisa e desenvolvimento envolvendo produtos e aplicações estruturais da madeira tem se tornado cada vez mais importantes. Os novos produtos e sistemas estruturais de madeira tem se tornado cada vez mais eficientes e competitivos. A base principal para o desenvolvimento dos produtos aplicados aos sistemas estruturais é a madeira serrada, embora lâminas e produtos reconstituídos também sejam uma opção.

Alguns desenvolvimentos foram feitos no passado envolvendo madeira serrada. Uma delas considerou alternativas no processo de produção de serrados de madeira de eucaliptos, como opção às madeiras tropicais. Os estudos consideraram ganhos de conhecimento e a avaliação de opções para minimização dos efeitos relacionados a tensões internas. Os desenvolvimentos contribuíram para que madeira serrada deste gênero pudesse ser considerada para produtos de valor agregado.

Mais recentemente, em atendimento à demanda do mercado, os estudos foram direcionados à busca de novas soluções para uso estrutural da madeira. Foram desenvolvidos e testados novos elementos estruturais e produtos engenheirados, em parceria com empresas produtoras de sistemas construtivos *Wood Frame*.

Além desse desenvolvimento, foram conduzidas análises e a certificação do comportamento e de características físicas e mecânicas de elementos estruturais engenheirados de madeira, voltados para o mercado externo.

A pesquisa e desenvolvimento foi desenvolvida em estreita colaboração com empresas de produtos engenheirados e considerou a adaptação das tecnologias. As investigações atuais envolvem alunos de mestrado e doutorado na produção de vigas de madeira laminada colada, painéis estruturais LVL, Vigas I e Cross Laminated Timber (CLT).

#### - Inovação e Perspectivas em Produtos e Aplicações Estruturais

Os trabalhos relacionados a produtos e aplicações estruturais de madeira continuarão nesta linha. A intenção é disponibilizar informações, melhorando a tecnologia e ofertando novos sistemas estruturais, para que a indústria de madeira oferte ao mercado produtos estruturais mais competitivos. A intenção é cada vez mais considerar o desenvolvimento de sistemas, como uma forma de promover aumento da participação da madeira na construção civil.

### **Secagem da Madeira**

A secagem de madeiras é um processo fundamental para agregar valor. A madeira seca é mais estável, mais leve e resistente, e menos suscetível ao ataque de agentes biodegradadores. Além disto é fundamental secar, pois somente a madeira seca pode ser colada, pintada, envernizada ou receber outros acabamentos. Isto é fundamental para produzir pisos, portas, móveis e outros produtos de valor agregado.

Os desenvolvimentos relacionados à secagem da madeira na UFPR tiveram como objetivo, basicamente, a introdução e desenvolvimento de novos processos, e a automação visando melhorar a eficiência do processo. A busca foi sempre efetuada visando redução do tempo e dos custos do processo, para garantir a qualidade do produto.

Os primeiros estudos em secagem são do início da década de 1970, envolvendo uma tese de mestrado. Neste estudo foi feito um levantamento da situação da secagem artificial de madeira nos estados do Paraná e Santa Catarina. Foi uma primeira radiografia da secagem artificial de madeira no Brasil. Na época eram poucas as indústrias que adotavam a secagem artificial e a maioria utilizava equipamentos de pequena capacidade, geralmente precários.

Ainda no início os estudos em secagem da madeira envolveu o desenvolvimento de programas (cartas de processo) para serrados de espécies nativas. Estes trabalhos eram conduzidos em equipamento importado e automatizado (estufa piloto), adquirido com recursos do Convênio de Freiburg. Ao longo dos anos melhoramentos foram introduzidos nesta estufa piloto, aumentando sua capacidade térmica para atender a demanda de novos processos e adicionando novos sistemas de controle e monitoramento, como o do peso contínuo da carga para melhorar o acompanhamento da perda de umidade.

Diversos outros desenvolvimentos envolvendo novos processos de secagem também ocorreram. Um deles considerou a avaliação de aspectos físicos e a introdução do processo de secagem a alta temperatura para madeiras de coníferas. Além de testar e confirmar a possibilidade da adoção da secagem a alta temperatura para coníferas de plantações do Brasil, o processo foi introduzido na indústria brasileira com o desenvolvimento de equipamentos nacionais, e isto permitiu reduzir drasticamente o tempo e os custos da secagem da madeira de pinus.

Com a adoção da secagem a alta temperatura, surgiu um novo defeito, a mancha marrom. Esta mancha ocorre logo abaixo da superfície da madeira serrada, e é evidenciada com o aplaíamento, com a presença de coloração em faixas, amarela a marrom. A coloração afeta a qualidade visual da superfície da madeira quando empregada “in natura” (sem acabamentos). Diversos estudos foram feitos para identificar as razões associadas à mancha marrom, tendo sido posteriormente desenvolvida uma carta de processo para mitigar o problema.

Os desenvolvimentos, nos anos 1980, incluíram ainda a secagem solar. Os estudos envolvendo a secagem solar incluíram o desenvolvimento de câmaras de secagem e teste na secagem de diferentes espécies.

A primeira câmara de secagem, modelo câmara coletora, foi testada, avaliada em sua eficiência, considerando diferentes sistemas de isolamento. Uma evolução nos secadores solares foi o modelo com o uso de coletores parabólicos com rastreamento solar, uma inovação importante para aquela época. A unidade considerava o armazenamento de energia em tanques de água com um sistema de bombeamento.

Ao longo dos anos foram desenvolvidos também programas de secagem para outras espécies, principalmente para madeiras de plantações, evidenciando-se a pesquisa e desenvolvimento de cartas de

processo para secagem de madeira serrada de eucaliptos. Trata-se de um gênero no qual a maioria das espécies é particularmente de difícil secagem, mas que tem um alto potencial de mercado. A busca foi por processos que levassem a redução dos custos e a melhoria da qualidade da madeira.

Na automação a aplicação de sistemas de monitoramento, incluindo controladores automáticos, ocorreu já no início dos anos 1980, e foi um grande avanço. Os estudos apoiaram empresa de automação a desenvolver o primeiro medidor nacional elétrico de umidade de madeira, e ainda o desenvolvimento do primeiro sistema eletrônico brasileiro para o controle de secadores, equipamentos que até então eram importados.

Mais recentemente os estudos têm sido concentrados no desenvolvimento de tecnologias para minimizar o consumo de energia na secagem. Entre elas estão o uso de inversor elétrico de frequência e o reaproveitamento de energia liberada pelas saídas de ar.

#### **- Inovação e Perspectivas em Secagem da Madeira**

Para os próximos anos as perspectivas são de continuar os trabalhos de pesquisa e desenvolvimento tanto na automação do processo como na busca de soluções para reduzir o consumo de energia na secagem de madeira. Tanto a automação, melhorando o controle e monitoramento do processo, como a busca de soluções para reduzir o consumo de energia, incluindo elétrica e térmica, são importantes especialmente para redução dos custos de secagem. Uma das opções a testar é o processo de secagem cíclica.

#### **Biodegradação e Preservação da Madeira**

No passado somente madeiras de alta durabilidade natural eram consideradas para usos em locais com maior probabilidade de ataques de fungos, insetos ou outro agente degradador. Essas espécies, em sua grande maioria nativas, são cada vez mais raras no mercado, e se tornaram caras. Como resultado, alternativas tem sido buscadas para tais aplicações.

Os estudos de biodegradação e preservação de madeira são importantes para identificar a solução mais adequada para melhorar a durabilidade das madeiras, especialmente daquelas empregadas em situações críticas, possibilitando substituir as madeiras de alta durabilidade natural.

O Convenio de Freiburg propiciou a instalação de uma usina piloto de preservação de madeiras, operando com vácuo - pressão. A usina, com flexibilidade para trabalhar com vários produtos preservativos, foi utilizada durante vários anos para testes de preservação. A eficácia do tratamento podia ser posteriormente avaliada em testes de laboratório (com fungos e insetos), e, também, testes de campo.

Além do uso da usina piloto e da análise da eficácia, o laboratório de biodegradação e preservação de madeiras esteve, já nos anos 80, envolvido no desenvolvimento de tecnologias inovadoras. Uma delas teve como objetivo a análise da possibilidade do uso do fluxo da seiva como opção para introdução de preservativos na madeira de árvores em pé.

Ao longo dos anos o laboratório de biodegradação e preservação de madeiras também participou de vários projetos de P&D, incluindo o Projeto SUDESUL, Projeto de Desenvolvimento do Niassa-Moçambique, e outros.

Novos produtos preservativos tem sido lançados, ao longo dos anos, no mercado e muitos deles foram testados no laboratório de biodegradação e preservação de madeiras. Os novos produtos tinham como objetivo a busca de alternativa de menor impacto ambiental e a melhoria da eficiência. O laboratório de biodegradação e preservação de madeiras também desenvolveu, testou e introduziu no mercado alguns produtos preservativos.

Além de participar em diversos programas de pesquisa mais amplos desenvolvidos pela área de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais, o laboratório de biodegradação tem interagido com a indústria de produtos preservativos e a indústria de madeira preservada.

#### **Painéis de madeira**

A tecnologia de produção de painéis de madeira é importante para oferecer novos produtos ao mercado, de maior dimensão e melhor qualidade, como forma de aumentar a competitividade da indústria

florestal. Para produção de painéis a madeira em torno é inicialmente transformada em lâminas, partículas ou fibras. Com as diversas tecnologias desenvolvidas para produção de painéis é possível oferecer ao mercado peças de maior dimensão, melhorar o aproveitamento das madeiras, e oferecer ao mercado componentes com melhores propriedades e mais uniformes.

Atualmente existem diversos tipos de painéis de madeira no mercado. No passado os principais painéis de madeira eram o compensado e o sarrafado, mas nas cinco ou seis últimas décadas ganharam importância diversos outros tipos como o aglomerado, MDF e OSB. A produção de painéis de madeira vem crescendo a taxas elevadas, e tem substituído a madeira serrada em diversas aplicações, como pisos, portas, móveis, molduras, componentes estruturais e outras.

Já no início dos anos 1970, os professores e alunos do curso de Pós-Graduação na área de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais, desenvolveram estudos na área de painéis de madeira. Com o suporte do Convenio de Freiburg foi montado um laboratório para produção e testes de painéis de madeira.

O primeiro trabalho de P&D envolvendo painéis de madeira da área de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais foi o Projeto Guapuruvu. Os trabalhos atenderam uma demanda de mercado, e tinha como objetivo introduzir uma nova espécie (*Schizolobium parahybum*) na indústria de compensados. A espécie estudada, nativa da mata atlântica, era considerada como promissora, em função de sua forma e rápido crescimento, para ser adotada nos plantios florestais.

O estudo envolveu o desenvolvimento do processo industrial, testes de propriedades e avaliação do comportamento em uso. Os resultados indicaram que com a espécie era possível produzir um compensado de qualidade, densidade média e boa resistência mecânica. Com esta espécie era possível produzir um painel competitivo. O estudo formou uma primeira base para o desenvolvimento da indústria de compensado de Paricá (*Schizolobium amazonicum*), hoje importante na região amazônica.

Diversos outros estudos relacionados ao produto compensado foram realizados nos anos 1970 e 1980. No início a maioria deles tratava da viabilidade do uso de espécies nativas, como matéria prima alternativa para a indústria de compensados.

No final dos anos 1980 foram iniciados estudos envolvendo painéis reconstituídos. Um dos estudos tratou de um Processo de Estabilização Dimensional de Painéis Aglomerados de Madeira. Com os resultados deste estudo foi obtida em 2013 a primeira Carta Patente da UFPR (Tomaselli e Del Menezzi). O processo patenteado melhora as propriedades do aglomerado, tornando-o mais estável e ampliando suas possibilidades de aplicação.

Gradualmente a pesquisa e desenvolvimento relacionados a painéis de madeira envolveram a área de adesivos, atendendo a demanda das indústrias produtoras deste aditivo. A partir de resinas convencionais como ureia-formaldeído, fenol-formaldeído e acetato de polivinila, iniciou-se o processo de desenvolvimento e melhoria da qualidade de adesivos para madeiras, a partir de resinas compostas como melamina-ureia-formaldeído (MUF) para ambientes úmidos, emulsão polimérica de isocianato (EPI) para painéis EGP resistente à umidade, e metil-difenil-isocianato (MDI) para produção de painéis OSB empregados na construção civil.

#### - Inovação e Perspectivas em Painéis de Madeira

Os desenvolvimentos em curso, e que deverão ser continuados nos próximos anos envolvem o uso de novas alternativas de resinas do tipo lignina-fenol-formaldeído, poliuretano a base de óleo de mamona, além da aplicação de tecnologias a base de “nanocelulose” para desenvolvimento de novos adesivos para madeira.

Deverá também ser concentrado esforços na continuidade dos estudos envolvendo a aplicação de resinas com baixa emissão de formaldeído, que passou a ser exigência normativa na exportação de painéis aglomerado e MDF, largamente utilizados na produção de móveis destinados ao mercado internacional. A redução na razão molar ureia/formaldeído, incorporação de sequestrantes ou mistura de componentes químicos para redução proporcional do formaldeído na resina ureia-formaldeído, são técnicas adotadas na produção destes novos adesivos. Para o futuro, espera-se pelo desenvolvimento de adesivos livre de emissão de formaldeído que sejam mais competitivos em termos de relação custo-benefício.

Também na área de compensado, novas prioridades estão sendo consideradas para o programa de P&D em painéis de madeira, com o crescimento da participação de matéria prima de plantações, tanto

de pinus como de eucaliptos, e o uso de madeira de menor diâmetro. Com isto novas tecnologias de processamento vem sendo adotadas, incluindo tornos com sistema centrador e carregador automático para aumentar a produtividade, e prensas múltiplas com carregamento automático, para até 70 aberturas.

A participação no Programa Nacional de Qualidade da Madeira – PNQM, criado no início dos anos 2000, deverá ser continuada. O Programa foi um divisor de águas para as indústrias de compensados no Brasil, tendo sido definido e estabelecido um processo de controle e de certificação de qualidade, que serve hoje como um elemento facilitador de acesso ao mercado internacional. A sua efetividade continuará sendo importante para a indústria de compensados.

Outra área de desenvolvimento para os próximos anos é a de revestimento de painéis, incluindo a substituição de lâminas decorativas de madeira por papéis decorativos do tipo FF - *finish foil* e BP – papel impregnado com resina melamínica. Isto tem reduzido o consumo de madeiras tropicais nobres, utilizadas na produção de lâminas faqueadas, contribuindo para preservação florestal da Amazônia.

Produtividade, qualidade e custo são os objetivos contínuos das indústrias de bens e serviços, e o setor de base florestal. Dentro deste contexto as prioridades para os próximos anos dos trabalhos de pesquisa e desenvolvimento, a serem considerados na área de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais, relacionadas a painéis de madeira, podem ser summarizados como:

- Melhorias do sistema de controle online da produção de painéis de madeira;
- Desenvolvimento de resinas alternativas às tradicionalmente utilizadas, como ureia-formaldeído e fenol-formaldeído, visando principalmente a redução de emissão de formaldeído livre, sem afetar a competitividade do produto em termos de qualidade, produtividade e custos;
- Melhoria do sistema de aplicação de resina pós-secagem das fibras na produção de MDF, visando a otimização do consumo e redução de custos;
- Análise da viabilidade de implantação de aplicador de cola por sistema de “spray” para fábricas de compensados de médio e grande porte;
- Estabelecer parcerias público-privadas para o desenvolvimento de políticas e processos visando a coleta e reciclagem de produtos de madeira no final do seu ciclo de vida, e a reutilização (conceito de logística reversa) do material no processo produtivo de painéis, como para aglomerados.

## **Energia da Madeira**

A madeira vem sendo utilizada para geração de energia desde o início da atividade humana, inicialmente para proteção, aquecimento, caça e para cozinhar alimentos. Seja na forma de lenha ou de carvão a madeira é atualmente importante na geração de energia industrial. Ela é utilizada para gerar calor e tem sido gradualmente mais empregada na geração de energia elétrica.

O Brasil tem se destacado como grande consumidor de madeira para energia. O país é o maior produtor e consumidor de carvão vegetal no mundo, principalmente devido ao setor siderúrgico. Estudos para produção de carvão foram realizados na área de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais da UFPR já nos anos 1980.

Nos anos de 1980, com a crise do petróleo os desenvolvimentos do uso de madeira para energia foram incentivados. Na época foram realizados diversos estudos, alguns inovadores envolvendo a liquidificação da madeira, que tiveram o envolvimento da área de Tecnologia de Utilização de Produtos Florestais do Curso de Engenharia Florestal da UFPR. Os professores participaram ativamente do grupo de trabalho da IUFRO relativo à energia da madeira. Ainda na época foi realizada uma avaliação da viabilidade de produção de pellets de madeira, uma tecnologia ainda em desenvolvimento naqueles anos.

Ao longo dos anos, estudos com o uso da biomassa in natura foram desenvolvidos, visando a adoção de tecnologias para o melhor aproveitamento do poder calorífico da madeira. Essas pesquisas foram desenvolvidas para a geração de energia em termoelétricas, incluindo a otimização do uso de cavacos na secagem de grãos.

O Laboratório de Energia de Biomassa tem apoiado nas práticas didáticas das diversas disciplinas relacionadas, tanto da graduação como da pós-graduação, e ainda serve para os trabalhos de P&D em bioenergia e análises tecnológicas em biomassa, atendendo a demanda de empresas do setor florestal, agronegócio e de outros setores.

Mais recentemente, as análises mais demandadas envolvem especialmente a caracterização da madeira, folhas e cascas para uso energético, incluindo a determinação do poder calorífico (superior, inferior e útil); da umidade; composição química imediata dos teores de materiais voláteis, carbono e cinzas, composição química elementar dos teores de carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio e enxofre, composição de cinzas; densidade/massa específica; resistência/friabilidade, granulometria/dimensões de materiais; substâncias inorgânicas/metais.

As demandas têm como foco a avaliação do potencial e da viabilidade de biomassa para energia, a adequação de produtos de bioenergia em função de normas técnicas nacionais e internacionais e a avaliação da qualidade de biomassa energética.

#### - Inovação e Perspectivas em Energia da Madeira

Até a década de 1980 o foco das pesquisas relacionadas a energia da madeira na maioria das instituições nacionais era, quase sempre, o uso de resíduos florestais e da indústria, em caldeiras visando a geração de energia para processos de secagem, prensas e outros dentro da própria indústria florestal. Ainda, era importante a produção de carvão para a indústria siderúrgica. Estas aplicações são até hoje importantes.

No entanto, algumas mudanças ocorreram nas últimas décadas e a P&D envolvendo a biomassa para produção de energia tem buscado novos processos e modernização dos processos tradicionais, envolvendo, por exemplo, o uso integral da biomassa florestal, incluindo raízes, casca e copas das árvores.

Isto tem gerado novas demandas como, a avaliação do efeito do solo e nutrição, especialmente na fração inorgânica quanto aos efeitos negativos na manutenção, e a implicação nos custos na conversão energética via processos de combustão. Os estudos buscam identificar o efeito do “mix” de biomassa na obtenção de energia, envolvendo, ainda, aspectos como os óxidos (ácidos e básicos) presentes na cinza como resíduo sólido da combustão. Destes estudos decorre, também, estudos de fusibilidade.

As inovações em energia da madeira deverão envolver, ainda, outros aspectos, como a otimização da combustão nos processos de cogeração, a gaseificação e hidrólise da biomassa, e a produção e uso de resíduos densificados (pellets e briquetes).

#### Suprimento de Madeira e Logística

A madeira é a principal matéria prima, senão a única da indústria florestal. Ela é também o principal componente do custo industrial. O suprimento de madeira envolve logística complexa, incluindo a colheita, processamento e transporte das toras até a unidade industrial. Essa logística envolve altos investimentos e custos, portanto otimizar as operações de suprimento e a logística é fundamental para reduzir os custos e garantir a competitividade da indústria florestal.

Além de capacitar profissionais nas atividades envolvidas no suprimento e logística, a área de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais tem desenvolvido diversos estudos envolvendo o suprimento e a logística de operações em florestas nativas e plantadas.

Um dos estudos analisou opções logísticas para o escoamento de produtos de madeira no Acre. As alternativas adotadas pela indústria local para exportação de produtos de madeira, envolvendo o transporte até portos no sul do país, foram comparadas com outras opções como o modal, utilizando o transporte rodoviário combinado com o transporte fluvial. A opção indicou possibilidades de melhoria na logística com reduções significativas nos custos para exportação de produtos florestais.

Os resultados dos diversos estudos conduzidos tem sido publicados em revistas nacionais específicas, se destacando a Revista Floresta. A difusão dos conhecimentos gerados tem sido importante para melhorar as operações envolvidas no suprimento e logística da indústria florestal nacional, envolvendo tanto o suprimento de madeira como a distribuição dos produtos.

## - Inovações e Perspectivas em Suprimento de Madeira e Logística

O programa de P&D relacionado ao tema suprimento de madeira e logística, a ser implementado nos próximos anos terá como foco a identificação e a incorporação de novas tecnologias para possibilitar a continuação do processo de ganhos em produtividade e de redução dos custos. As inovações envolvem diversos componentes, incluindo a otimização tecnológica e do uso de máquinas e equipamentos para colheita e processamento, manipulação e transporte de toras, técnicas de operação florestal, sistemas automatizados para medir produtividade e produção.

Monitorar as operações, disponibilizar informações em tempo real é também fundamental para o controle, ajuste e otimização das operações. Para tal, o desenvolvimento e pesquisas na área de suprimento de madeira e logística, nos próximos anos, será direcionado para levar a indústria florestal brasileira a adotar o suprimento e a logística 4.0.

## Química da Madeira, Celulose e Papel

Os estudos de química da madeira, celulose e papel tem sido cada vez mais importantes, principalmente para assegurar a competitividade da indústria brasileira de celulose e papel no mercado internacional. Este é, atualmente, o segmento do setor florestal nacional com as maiores taxas de crescimento, tanto na produção como na exportação.

Os desenvolvimentos na área de química da madeira, celulose e papel foram iniciados a partir da montagem de um laboratório especializado, no final da década de 1970, com base em projeto financiado pela FINEP. O laboratório foi montado para implementar o Projeto Madeiras do Sul do Brasil, que tinha como objetivo gerar informações sobre a qualidade da madeira de *Pinus elliottii*, *Pinus taeda* e *Araucaria angustifolia*, para atender a demanda da indústria de celulose e papel.

Ao longo dos anos o laboratório tem sido utilizado para a formação de profissionais e para o desenvolvimento de diversos estudos básicos, avaliando as propriedades químicas de madeiras, principalmente de plantios, bem como para produção e caracterização da celulose e de papel.

Na área da química da madeira foram desenvolvidos projetos para a identificação de compostos químicos por meio de técnicas avançadas, em especial por métodos não destrutivos. Os estudos não só contribuíram para determinação da qualidade da madeira, mas também para a identificação de especificidades de diferentes materiais genéticos, servindo de base para orientar programas de melhoramento genético. Assim, foi possível identificar opções, em termos de material genético, com maior produtividade e melhor qualidade.

A pesquisa e desenvolvimento envolvendo a produção de polpa celulósica e papel também foi um grande destaque, tendo se concentrado em espécies dos gêneros Eucaliptos e Pinus. Os trabalhos atenderam demandas principalmente dos segmentos de produção de celulose branqueada de mercado para exportação e de produção de papéis e cartões para embalagens.

## - Inovação e Perspectivas em Química da Madeira, Celulose e Papel

Mais recentemente o programa de pesquisa e desenvolvimento tem se concentrado em técnicas avançadas para a recuperação de compostos como a lignina e extractos, na produção de nanocelulose e na implantação do conceito de biorrefinaria nas unidades industriais convencionais. Esta é a tendência para os desenvolvimentos futuros do laboratório de química da madeira, celulose e papel.

## Parcerias Internacionais

As parcerias internacionais, assim como as nacionais, tem sido importantes para impulsionar os programas de P&D da área de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais. Elas possibilitam o intercâmbio de experiência e corroboram para impulsionar o processo de inovação.

A área de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais sempre foi ativa na promoção do intercâmbio internacional. Além do Convênio de Freiburg, parcerias internacionais foram estabelecidas com diversas instituições de alta reputação como a Oregon State University, University of Georgia e a West Virginia University nos EUA, o que possibilitou o intercâmbio de estudantes e desenvolvimento de pesquisas.

Os professores da área também tiveram participação nos programas de intercâmbio com a Universidade Eduardo Mondlane – Moçambique, Universidade de Santiago del Estero – Argentina,

Faculdade de Ciencias Forestales de Misiones- Argentina e Universidad Nacional Agraria La Molina- Peru. Estes convênios envolvem diversos professores da área de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais, que apoiaram a formação de massa crítica dessas instituições.

#### - Inovação e Perspectivas em Parcerias Internacionais

A busca agora é retomar algumas destas parcerias, para impulsionar diversos programas de pesquisa e desenvolvimento na área de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais entre eles:

- Qualidade da madeira

Renovar o programa de cooperação com a Oregon State University, Estados Unidos, consolidando a rede de pesquisas em Qualidade da Madeira e Produtos de Madeira de Rápido Crescimento. A proposta é direcionar a pesquisa e desenvolvimento para avaliar os efeitos das variações climáticas sobre as propriedades das madeiras. O programa envolveria, ainda, pesquisadores da Universidade de Freiburg, Alemanha;

- Trabalhos de pesquisa e os programas de intercâmbio de pesquisadores

Renovação de programas de intercâmbio para atualizar a massa crítica, com foco nas áreas de pesquisa de maior interesse para o país, especialmente na região sul onde predominam as florestas plantadas;

- Intercâmbio de estudantes de mestrado e doutorado

Facilitar o treinamento e ganho de experiência no exterior de estudantes de mestrado e doutorado. Pretende-se envolver diferentes instituições internacionais como a Universidade do Oregon – OSU, a Universidade da Georgia – UGA, a West Virginia University, Instituições francesas como a Ecole Supérieure du Bois - ESB e outras.

- Ampliar a visibilidade das atividades de P&D

Cobrindo o desenvolvimento e as pesquisas na área de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais, por meio da execução de projetos em parceria com instituições nacionais e internacionais, participação em eventos internacionais e publicação em periódicos de alcance internacional.

#### Agradecimentos

A Comissão responsável pela organização das atividades de comemoração do cinquentenário da Revista Floresta, presidida por Sylvio Péllico Neto, e tendo como membros os professores Sebastião do Amaral Machado, Alexandre Behling, Allan Libanio Pelissari, Vitor Afonso Hoeflich e o secretario Arielto Alves, assumiu a responsabilidade de coordenar os trabalhos de lançamento de uma edição especial para celebrar os cinquenta anos da Revista Floresta. Agradeço à Comissão pela confiança depositada em minha pessoa para preparar este artigo, envolvendo a evolução da pesquisa e desenvolvimento na área de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais no período.

Professores da ativa e aposentados da área de tecnologia da madeira foram contatados para colaborar. Meus agradecimentos aos que enviaram textos cobrindo temas das suas especialidades, incluindo os professores Alan Sulato de Andrade, Dimas Agostinho Silva, Graciela Ines Bolzon de Muñiz, Ivan Veson, João Carlos Moreschi, Jorge Luís Monteiro de Matos, Marcio Pereira da Rocha, Pedro Henrique Gonzalez de Cademartori, Renato Robert, Ricardo Jorge Klitzke, Setsuo Iwakiri, Rosilani Trianoski e Thiago Campos Monteiro. O material preparado por estes professores foi importante para a estruturação deste artigo. Espero ter refletido o enviado, me perdoem por eventuais lapsos.

## REFERÊNCIAS

ABNT (1982). **Norma Técnica NBR 7190:1982 - Cálculo e Execução de Estruturas de Madeira.** Elaborada Comitê CB-02 da Construção Civil, Curitiba, Pr.

ABNT (1997). **Norma Técnica NBR 7190: 1997 - Cálculo e Execução de Estruturas de Madeira.** Elaborada Comitê CB-02 da Construção Civil.

MUNIZ, G. I. B. (2019) **Nanotecnologia Aplicada à Biomassa- LCNano UFPR.** Congresso Internacional de Biomassa- CIBIO, Curitiba Pr.

CONVÊNIO FINEP - UFPR (1979). Projeto Madeiras do Sul do Brasil - Qualidade da madeira de *Pinus elliottii*, *Pinus taeda* e *Araucaria angustifolia*, e sua correlação com as propriedades do papel. **Relatório Final**, Curitiba, Pr.

CONVÊNIO SUDESUL- UFPR (1978) **Estudo das Alternativas Técnicas, Econômicas e Sociais Para o Setor Florestal do Paraná.**

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL (2013) **CARTA PATENTE No. PI 041 1660-7: Processo de Estabilização Dimensional de Painéis Aglomerados de Madeira.** Universidade Federal do Paraná, Claudio Henrique Soares Del Menezzi e Ivan Tomaselli.

MACEDO, J. H. P.; MACHADO, S. A. (2003) **A Engenharia Florestal da UFPR: história e evolução da primeira do Brasil.** Curitiba.

MADEBRAS/FUPEF/MADEMO (1982) Projeto República Popular de Moçambique - Desenvolvimento Florestal da Província do Niassa - **Estudo Tecnológico das Madeiras**, Curitiba, Pr.

UFPR - Curso de Engenharia Florestal (2009). **Projeto Político Pedagógico do Curso de Engenharia Florestal**, 66 p., Curitiba, PR.

# ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E POLÍTICA FLORESTAL

## – Pesquisa & Desenvolvimento na UFPR –

Ricardo Berger\*<sup>1</sup> e Joésio Deoclécio Pierin Siqueira\*<sup>2</sup>

### Resumo

A análise histórica da evolução econômica e social da humanidade mostra, de forma clara e consistente, que ela decorreu do processo progressivo de transformação de áreas naturais, em sua maioria ocupada por florestas, agricultura e pastagem, e que levou à redução significativa, ou até mesmo, ao desaparecimento das extensas florestas anteriormente existentes. O período de 1966 até meados de 1986 foi um marco na história florestal brasileira. Mais de 7 milhões de hectares foram reflorestados com pinus, eucaliptos, araucária e árvores frutíferas. Este processo, que permitiu o desconto do Imposto de Renda de pessoas físicas, foi uma atitude extremamente criativa e talvez a mais importante política florestal que o Brasil vivenciou, desde seu descobrimento aos dias atuais. A geração de empregos e capacidade de empregar não deixa margem de dúvida. Hoje, analisando-se a distribuição espacial das grandes indústrias florestais, tem-se o mapa de localização do parque florestal que, em grande parte, foi determinado pelo zoneamento econômico florestal. Este período foi muito profícuo para a pesquisa em todos os campos da ciência florestal, principalmente a tecnológica de uso da madeira, suas características físico mecânicas, não só daquelas de florestamento, como também de materiais oriundos da floresta Amazônica. O plantio de milhares de hectares de pinus e eucalipto contribuiu para a salvação de milhares de hectares de florestas nativas, e ainda continua a exercer este papel. Faz-se mister realçar também neste período a inclusão da Amazônia pelo seu patrimônio vegetal, que passou a ter um papel proeminente na estratégia do governo e, é claro, para a economia florestal nacional. Obviamente, já se vislumbrava o que seriam as pressões internacionais para que a nação tivesse uma conduta conservacionista para com este patrimônio brasileiro. Os desenvolvimentos científicos e tecnológicos do setor florestal brasileiro, resultante de ações emanadas das universidades, das instituições de pesquisas e, principalmente do setor privado, permitem afirmar que foi devido a esta profícua interação institucional para o desenvolvimento de pesquisas florestais que se atingiu este grande sucesso; e poucos foram os setores nacionais que vivenciaram experiência de tal envergadura. A sustentabilidade no uso dos recursos naturais, condicionou-os para a atual e futuras gerações e impôs uma nova dinâmica ao setor de florestas plantadas e, principalmente, no âmbito da Floresta Amazônica.

**Palavras-chave:** Incentivos fiscais ao reflorestamento, Administração florestal, Setor florestal, Exportação de produtos florestais, Legislação florestal, Código Florestal Brasileiro

### Abstract

The historical analysis of the economic and social evolution of humanity clearly and consistently shows that it was the result of the progressive process of transformation of natural areas, mostly occupied by forests, agriculture and pasture, which led to a significant reduction, or even to the disappearance of the previously extensive forests. The period from 1966 until mid-1986 was a milestone in Brazilian forest history. More than 7 million hectares have been reforested with pine, eucalyptus, araucaria and fruit trees. This process, which allowed the reduction of personal income tax, was an extremely creative attitude and perhaps the most important forest policy that Brazil has experienced, from its discovery to the present day. Job creation and employability leaves no doubt. Today, by analyzing the spatial distribution of large forest industries, we have the location map of the forest park, which was largely determined by the economic forest zoning. This period was very useful for research in all fields of forest science, especially the technological use of wood, its physical mechanical characteristics, not only those of afforestation, but also materials from the Amazon forest. Planting thousands of hectares of pine and eucalyptus has helped to save thousands of hectares of native forests and continues

1. Professor Titular de Economia aposentado da UFPR.

2. Professor Titular de Manejo Florestal aposentado da UFPR.

to play this role. It is also necessary to highlight in this period inclusion of the Amazon for its plant heritage, which has come to play a prominent role in the strategy of the government and, of course, for the national forest economy. Obviously, it was already glimpsed what would be the international pressures for the nation to have a conservationist conduct towards this Brazilian heritage. The scientific and technological developments of the Brazilian forest sector, resulting from actions emanating from universities, research institutions and, especially from the private sector, allow us to state that it was due to this fruitful institutional interaction for the development of forest research that this great success was achieved; and few were the national sectors that had such vast experience. Sustainability in the use of natural resources has conditioned them for current and future generations and has imposed a new dynamic on the planted forest sector, and especially within the Amazon Forest.

**Keyword:** Reforestation tax incentives, Forest business, Forest sector, Export of forest products, Forest law, Brazilian Forest Code.

## ECONOMIA FLORESTAL - ASPECTOS EVOLUTIVOS NO BRASIL

Ricardo Berger

### Introdução

Este trabalho objetiva fazer uma breve retrospectiva sobre a evolução da economia florestal no Brasil. É uma tarefa desafiante e de alto risco!

O desafio consiste, inicialmente, em identificar diferentes etapas do desenvolvimento da silvicultura e do manejo das florestas nestes últimos 50 anos no País e, neste processo, identificar onde inclui-se a Economia Florestal. Além disto, deve-se observar que o Brasil é composto por vários biomas, os quais foram e ainda estão sendo explorados e manejados. Tudo isto, vem ocorrendo de forma desordenada através das diferentes regiões e ao longo de um horizonte temporal.

Por outro lado, o trabalho traz uma elevada dose de risco de fidedignidade. A magnitude e a abrangência, além da falta de dados de forma organizada, fazem com que tais colocações sejam muito mais baseadas na vivência do autor, do que apoiada em informações, estudos e trabalhos científicos.

### Período Pré-Incentivos Fiscais ao Reflorestamento

Uma rápida visão histórica da economia florestal mostra a importância das florestas no desenvolvimento do país. Logo após o seu descobrimento, uma das riquezas iniciais exploradas foi a exportação do famoso pau-brasil (*Caesalpinea echinata*), madeira de cor avermelhada muito utilizada na tintura de tecidos em vários países da Europa. Além de se tornar um produto base da economia florestal do recém-descoberto país, até então chamado de terra de Santa Cruz, acabou caracterizando de forma definitiva o nome do nosso país - Brasil. Esta atividade extrativista propiciou, ao lado de outras riquezas, o começo da nossa economia. Rapidamente, os novos moradores deste país identificaram que as matas não possuíam somente madeira de tintura. Espécies de madeira dura também começaram a ser exploradas e enviadas para além-mar.

A Colônia Portuguesa não demorou em identificar neste processo extrativista uma forma adicional de obter ganhos financeiros, estabelecendo uma legislação e determinando que a extração e comercialização de algumas espécies nobres era de alçada somente do Império. Com isso, justificou uma ideia de “preservação das matas”, quando na realidade, era uma maneira simples de tornar a coroa monopolista na comercialização das madeiras. Estas, por sua vez, passaram a ser conhecidas como Madeiras de Lei ou Madeiras Nobres. Inicialmente, as madeiras de lei eram o pau-brasil, o qual já apresentava sinais de escassez física, dada a exploração ocorrida, o jacarandá da Bahia, as perobas, o angelim, o jatobá, o pau ferro, entre outras. O emprego desta classificação ainda perdura até os dias atuais. De modo geral, depreende-se que madeira de lei é nobre, dura e resistente às intempéries, capaz de resistir ao ataque de insetos, cupins, brocas e fungos.

Esta fase inicial da economia florestal brasileira baseou-se em um extrativismo agressivo, no qual os donos do capital exploratório visavam única e exclusivamente seus interesses e nada deixavam ao país. Mesmo com a ação da Coroa em exercer um monopólio da exploração da madeira, o intuito era simplesmente extrair o máximo para atender o interesse do Império, o que se torna difícil chamar esta atividade de economia florestal.

Ao longo da evolução do país, a parte florestal esteve presente em outras atividades marcantes. Já próximo da instalação da República, começou o que se convencionou chamar o primeiro ciclo da borracha (*Hevea brasiliensis*). Esta etapa inicial, que se estendeu entre 1870 e 1912, aproximadamente, foi um tempo áureo de progresso financeiro, mas também cheio de problemas e desilusões para os estados do norte do país. A milagrosa goma oriunda da seringueira encontrou uso intenso em vários produtos oriundos da revolução industrial. Seu emprego em pneus, equipamentos os mais variados possíveis, roupas e utensílios criaram uma demanda crescente e quase ilimitada. Riquezas foram conseguidas de maneira bastante rápida e, com isso, propiciaram um crescimento de cidades como Manaus e Belém. Junto com o ganho dos seringueiros muitos empresários e aventureiros fizeram grandes fortunas. As cidades tiveram que se preparar para que as ostentações pudessem se realizar. Mas o que é bom dura pouco. Sementes da Hevea foram levadas para o sudeste asiático e lá desenvolveram-se muito bem. A nova produção da borracha, a partir de florestas plantadas de seringueiras, passou a ser mais econômica, além de manter fluxos constantes de produção. O desastre econômico e financeiro, gradativamente tomou conta dos empresários e pessoas envolvidas com a borracha no Brasil. Os prejuízos foram imensos, mas estas perdas também atingiram o país. O Brasil, que havia negociado com a Bolívia a parte que hoje é o Acre para extrair borracha, teve que pagar além de compensações, a construção da famosa estrada de ferro Madeira-Mamoré. Para cada dormente ficou uma vida, mas a borracha teria ainda uma sobrevida.

Durante a era Vargas, em plena Segunda Guerra Mundial, os países asiáticos produtores de borracha caíram em mãos, ou eram aliados do Japão. A escassez da borracha foi brutal em decorrência da redução da oferta para os mercados mundiais. O Brasil comprometeu-se a ampliar a oferta da borracha e, para tanto, recebeu ajuda financeira de empresas e do governo americano. Contingentes expressivos de nordestinos foram levados para a Amazônia para trabalhar nos seringais. A vida destes trabalhadores não foi nada fácil e muitos conviveram com a ilusão de ganhar um bom dinheiro. Finda a guerra, as coisas voltaram ao normal. Os asiáticos canalizaram suas produções para o mercado internacional. Também, a possibilidade de obter borracha sintética, acabou com o sonho da liberdade econômica dos estados do norte do país. Em mais um capítulo da história da economia florestal observa-se o mesmo resultado da atividade extrativista. O legado deixado para a sociedade envolvida e para o país foi muito pequeno, face a extração dos recursos. No entanto, para os donos do capital, uma taxa de retorno bastante atraente deve ter sido obtida.

Na década de 40, iniciou-se de forma bastante intensa a exploração de madeira no sul do Brasil. A abundância de uma árvore que se tornou mundialmente conhecida como o Pinheiro do Paraná, (*Araucaria angustifolia*) colocou de novo o Brasil no palco da produção de madeira. Esta árvore fornece madeira de qualidade muito adequada para produção de taboas, vigas, fabricação de celulose de fibra longa, pasta mecânica, madeira compensada e serrados de todos os tipos. Este processo de extração, beneficiamento e industrialização da madeira permitiu um grande impulso à economia florestal. Pode-se dizer, que talvez esta etapa da nossa história florestal veio a constituir-se no começo de uma Economia Florestal Sustentável. Já se tinha um novo conceito de uso do recurso natural. A classe empresarial da época, já olhava o uso da madeira de maneira bastante diferente, sobre a época de se extrair a madeira e enviá-la para fora do país para ser beneficiada. Ainda que se tenha cometido vários erros, devido a abundância das matas de araucária, começou-se a aprender como utilizar a madeira para vários usos. De fato, esta fase ocorreu quando a região sul do país começou a receber contingentes populacionais de imigrantes e, muitos deles, passaram a ser empreendedores de construção de casas, de indústrias de moveis, de transporte e de outras atividades. Esta interação propiciou a distribuição da riqueza das florestas de araucária não só para o mercado internacional, mas deixou também um legado em várias regiões e estados do Brasil, resultante esta, que não foi obtida quando da exploração de madeira nos primórdios de nossa colonização no período monárquico.

Paralelamente à exploração das florestas de araucária, surgiu também na região sul um novo produto de origem florestal, que propiciou grande aceleração no crescimento dos estados sulinos, a industrialização da erva mate (*Ilex paraguariensis*). O emprego da folha da erva-mate já era conhecido pelos índios guaranis e o repassaram aos jesuítas que habitavam o atual Rio Grande do Sul, Argentina e Paraguai. A extração da

folha e seu preparo, secagem, embalagem fizeram desta atividade um negócio bastante lucrativo, além do que, não se eliminava a árvore, mas dela se retirava apenas parte das folhas. Assim, a atividade passou a ser algo perene e a produção de erva mate propiciou grande impulso à economia florestal dos estados do Paraná e Santa Catarina. Aqui tem-se, mais uma etapa da Economia Florestal e fundamentado no princípio da sustentabilidade. Nos dias atuais, a produção de erva mate não é mais tão significativa, mas ainda se constitui em uma atividade rentável e atuante.

Ainda, durante este período, é interessante abordar a situação florestal de dois estados brasileiros: São Paulo e Minas Gerais, que efetuaram extração florestal bastante intensa. De modo geral, a cobertura florestal existente era mais intensa de cerrado do que de floresta de mata atlântica. Os espaços foram abertos para a instalação de canaviais e pecuária em São Paulo e na sequência para produção de laranja. Em Minas Gerais, muito do cerrado foi empregado para a produção do carvão vegetal e para a pecuária.

Estes aspectos são bastante relevantes para a história da economia florestal. No início dos anos de 1900, já estava evidente que a grande parte da indústria florestal não sobreviveria apenas do extrativismo das florestas existentes. Algumas vozes já se faziam presentes alertando para a necessidade de se pensar em reflorestamento, estabelecimento de legislação e apoio dos estados e da União para equacionar o problema do abastecimento florestal. Essa era uma tendência muito ténue, mas já ganhava expressão.

O primeiro estado a se defrontar com o claro desabastecimento de madeira foi São Paulo. Ao tentar expandir sua rede ferroviária ficou evidente a realidade de déficit de madeira. Inicialmente, o equacionamento deste problema foi feito com o emprego de espécies nativas da região. As pesquisas não mostraram boas perspectivas de crescimento volumétrico a curto prazo, o que ensejou Navarro de Andrade introduzir de forma mais técnica o emprego do eucalipto para a produção de lenha para as locomotivas. Esta espécie se mostrou muito bem adaptada às condições edafoclimáticas do Estado de São Paulo, propiciando excelentes crescimentos volumétricos. A partir de 1909, a Companhia Paulista de Estradas de Ferro começou a empregar o eucalipto para suprimento das ferrovias em lenha, carvão, moirões e dormentes. Após o advento da eletrificação das ferrovias os povoamentos então existentes se tornaram interessantes para indústrias de celulose e de chapas de madeira.

Concomitantemente, neste mesmo período, foi criado o Serviço Florestal do Estado de São Paulo. Entre outras atividades, este Serviço Florestal dedicou-se de forma intensa a introduzir o pinus como árvore alternativa à produção de madeira destinada para serrados.

Estas duas iniciativas, conforme se observa na história, foram de fato as grandes sementes para o estabelecimento básico da Silvicultura Moderna no Brasil.

Já no ano de 1934, o Brasil tinha seu Primeiro Código Florestal, instituído pelo Decreto Lei 23.793. Antes mesmo da nação promulgá-lo, alguns estados já tinham seus próprios códigos, como era o caso do Estado do Paraná.

Em setembro de 1965 foi aprovada a Lei 4.771, que instituiu o novo Código Florestal. Este documento legal revogou o código de 34 e vigorou como lei nacional até 2012.

Em 1960 foi criada em Viçosa, MG a primeira Escola de Florestas do Brasil. Em 1964 esta unidade foi transferida para Curitiba e, em seu lugar em Minas Gerais, foi criada uma outra escola. Na sequência, inúmeras unidades de ensino de engenharia florestal surgiram no Brasil. Hoje, com certeza, tem-se mais de 80 escolas, tanto em nível de graduação como de pós-graduação.

Faz-se mister realçar que, neste mesmo período, em 1965, era criado o Instituto de Pesquisa Florestais, junto a ESALQ/USP. Este Instituto, juntamente com FUPEF e SIF constituiram um tripé de instituições voltadas à pesquisa da moderna silvicultura.

Utilizando-se como referencial a metade da década de 1960, pode-se fazer um breve balanço da Economia Florestal Brasileira.

O Brasil perpassou 4 séculos (1500 a 1900) de exploração extrativista de seus recursos florestais. De um modo geral, vivenciou-se uma economia florestal extrativista de baixo retorno econômico e social ao país.

Somente com a exploração das florestas de Araucária, e da erva mate, nos idos de 1940, é que começou a existir a formação de uma classe empresarial florestal efetiva. Neste período, tornou-se mais intensa a preocupação para a gestão do patrimônio florestal nacional.

O ritmo de crescimento da importância da área florestal na formação do PIB nacional, atingindo em torno de 14% a 16%, permitiu o estabelecimento de um marco legal com os códigos florestais, a criação de escolas para a formação de engenheiros florestais e o desenvolvimento de pesquisas básicas para a silvicultura do

eucalipto e do pinus. Também, o surgimento de uma crescente industrialização da madeira, como compensado, celulose, chapas duras e aglomerado, colocaram o Brasil na esteira de um futuro florestal promissor.

Deve-se mencionar que em 1952 existiam duas plantas de chapas duras no estado de São Paulo. Estas unidades passaram a operar como duopólio na produção e assim permaneceram até os idos de 2010.

### **Período dos Incentivos Fiscais ao Reflorestamento**

Em decorrência da Lei 4771 de 15 de setembro de 1965, que criou o segundo código florestal, no seu artigo 38, no qual permitia o desconto do imposto de renda das importâncias aplicadas em florestamento e reflorestamento, surgiu em setembro de 1966 a famosa “Lei 5.106” que criou os incentivos fiscais ao reflorestamento. Obviamente, isto não foi obra do acaso e tampouco de um planejamento estratégico de longo prazo. Segundo a “história florestal de bastidores”, o grupo que refez o Código de 1934 tinha uma grande ligação com a ESALQ/USP e com os papeleiros e produtores paulistas de chapa de madeira. O ministro da Agricultura Hugo de Almeida Leme, que aprovou a Lei 4.771, foi Diretor da ESALQ/USP. Quando da aprovação da referida Lei, permitindo a dedução das importâncias gastas em reflorestamento, foi uma grande vitória alcançada por este grupo de empresários, professores e pesquisadores florestais. Foi uma visão estratégica de longo prazo. Evidentemente, a posição também foi baseada em uma percepção regional das necessidades de madeira em alguns estados, como São Paulo, Minas Gerais e Paraná.

Assim, as condições para que se pudesse carrear recursos financeiros para a área florestal estavam definidas. A ideia era de que empresas e pessoas físicas colocassem parte de seus ganhos no reflorestamento. Em assim fazendo, poderiam deduzir do Imposto de Renda os valores aplicados no florestamento e reflorestamento.

O foco da estratégia, era muito mais criar uma oferta de madeira no estado de São Paulo e em outras regiões do país, como no Paraná (celulose e pasta mecânica) e no estado de Minas Gerais (carvão vegetal).

Os primeiros projetos florestais foram submetidos ao Departamento de Recursos Naturais Renováveis / D.R.N.R. do M.A. Era um total ao redor de 80 projetos em 1965. Em 1966, já com a Lei 5.106 em vigor, este número pulou para algo como 800. Não existia uma estrutura administrativa para conduzir esta política florestal.

Desta forma, o Governo Federal foi obrigado a se aparelhar para a execução desta missão. Em fevereiro de 1967 criou-se o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, autarquia do Ministério da Agricultura. A criação deste órgão foi a fusão do então Instituto Nacional do Pinho, autarquia do Ministério da Indústria e Comércio, do Conselho Federal Florestal e do DRNR.

O sucesso desta política de incentivo fiscal, deve-se ao fato de que a Receita Federal começou a exercer uma atividade austera de cobrança do Imposto de Renda, quer de pessoas físicas ou jurídicas. O CIC, posteriormente transformado em CPF e o CNPJ começaram a ser documentos requeridos em quaisquer transações financeiras e comerciais. Uma das maneiras de fugir desta cobrança “injusta” era aplicar o dinheiro. Dentre as inúmeras formas de aplicar o dinheiro do IR, o reflorestamento ganhou muitos adeptos e de forma bastante fácil. O investidor sabia onde estava seu dinheiro.

Este processo de permitir o desconto do IR, foi uma política extremamente criativa e talvez a maior política florestal que o Brasil vivenciou desde seu descobrimento aos dias atuais. O período de 1966 até meados de 1986 foi um marco da história florestal.

Existem vários trabalhos e teses que ilustram os resultados alcançados pela política em questão. Mais de 7 milhões de hectares foram reflorestados com pinus, eucaliptos, araucária e árvores frutíferas. Sem dúvida, os eucaliptos compõem a maior área e seguida pelos pinus, porém este não foi o grande legado desta política.

A geração de empregos e capacidade de empregar os novos engenheiros florestais não deixa margem de dúvida. Em 1966 já se tinham duas escolas de engenharia florestal e em 68/69 mais duas novas escolas se fizeram presentes no mercado. O problema, não era a criação de escolas, mas a enorme necessidade de profissionais para trabalhar na gestão e coordenação dos plantios florestais que se espalhavam por todo o país. Esta é somente uma faceta gerada por esta política.

Questões de Macroplanejamento para a alocação dos recursos e, consequentemente, de plantios nos diversos estados e dentro deles começaram a pressionar a execução da política. Foi neste momento que surgiu a necessidade de planejamento regional da atividade. Parte desta resposta foi apresentada através

de dois grandes zoneamentos. O primeiro foi um zoneamento das capacidades potenciais de crescimento florestal em função de gêneros e espécies florestais. Este zoneamento contou com apoio da FAO através de técnicos renomados nas áreas de genética, silvicultura e manejo florestal. No entanto, as respostas não traziam uma fidedignidade baseada em resultados testados no campo, mas a maior parte visava correlacionar aspectos climáticos, geográficos e edáficos com a capacidade produtiva do material genético. Obviamente, que isto despertou a necessidade de testes de campo para a verificação e adequação do material genético, com vistas às suas reproduções em nível operacional. Pode-se inferir daí a enorme abertura de trabalho para pesquisadores florestais das áreas de sementes florestais, viveiros, silvicultura e manejo. Questões como produtividade, tipo de substrato para uso em viveiros, fertilidade e adubação, quantidade de mudas por hectare e espaçamentos envolvidos, planejamento de uso de solos, eram questões que pululavam em seminários, simpósios, encontros e congressos florestais.

Qual a função de produção mais eficiente?

As respostas começaram a surgir sob o ponto de vista técnico, mas era somente parte do problema. Elas não englobavam a análise econômica de suas viabilidades. Faltava-lhes a visão da microeconomia e da macroeconomia florestal. Faltava-lhes planejamento florestal e os profissionais devidamente competentes nestas áreas.

O então IBDF, juntamente com a Secretaria de Planejamento do Governo Federal, buscou apoio internacional para traçar um zoneamento florestal, com o intuito de canalizar os recursos financeiros, minimizando seus desperdícios e tentando viabilizá-los para gerar florestas bem localizadas e com potencial de uso.

Um grande projeto de zoneamento florestal foi conduzido para todos os estados das regiões sul, sudeste e parte sul do centro-oeste. Também foram contemplados os estados do Espírito Santo e Bahia.

Utilizando-se de dados de campo para custos de reflorestamento e florestamento, produtividades florestais, alternativas de manejo, preço de terras e expectativas de preços de madeira oriunda de florestas plantadas, foi utilizado o modelo de rentabilidade econômica de produção, associada a um modelo simples de transporte de madeira. Com isto, foram estabelecidas áreas prioritárias para receber os recursos financeiros da Lei de Incentivos Fiscais.

Este processo, num certo sentido, direcionou não somente a aplicação dos recursos financeiros. O procedimento em tela estabeleceu a localização de grandes maciços de plantios florestais, o local da oferta e, consequentemente, a localização dos empreendimentos florestais do futuro. Hoje, analisando-se a distribuição espacial das grandes indústrias florestais, tem-se o mapa de localização do parque florestal que, em grande parte, foi determinado pelo zoneamento econômico florestal, “Ironia da Lei dos Incentivos Fiscais”.

Este período ainda foi muito profícuo para a pesquisa tecnológica de uso da madeira, suas características físico mecânicas, não só das madeiras de florestamento, como também de materiais oriundos da floresta Amazônica.

A estrutura operacional e administrativa para executar o plantio de algo como 7 milhões de hectares em 20 anos, ou uma média de 350.000 hectares por ano, é inimaginável. Em alguns anos, os valores projetados foram maiores do que 500.000 ha.

A título de referência, a necessidade seria de produzir 875 milhões de mudas por ano, empregar milhares de técnicos florestais e agrícolas e mais de mil engenheiros florestais e agrônomos por ano, sem considerar os aspectos administrativos das empresas reflorestadoras e das agências governamentais encarregadas da execução desta política. A geração de emprego atingiu também pessoas da área rural, as quais não possuíam treinamento.

Estes aspectos são apenas uma parte do efeito positivo da política de incentivos fiscais ao reflorestamento, por outro lado, alguns aspectos negativos apareceram com a aplicação da política florestal.

Muito embora tenha ocorrido o Zoneamento Econômico e Técnico, muitos erros foram cometidos. Algumas áreas que foram apontadas com potencial de crescimento e utilização florestal, muitas vezes não vieram a se concretizar. Fatores como falta de investimento, não execução de planos de infraestrutura e insucesso na capacidade produtiva dos reflorestamentos foram condicionantes que levaram a perdas financeiras expressivas.

Outras áreas, só vieram a se constituir como potencial nas décadas de 1990 e 2000. Também, ocorreram erros na escolha de espécies florestais. Quanto ao gênero, o grau de acerto foi bem elevado. As regiões sul e parte do estado de São Paulo foram agraciadas com o gênero *Pinus*, talvez devido à tradição de exploração de coníferas, como o pinheiro do Paraná.

Outro fator que levou estas regiões optar mais para o plantio de pinus, foi porque naquela época pouco se conhecia sobre como implantar florestas de eucalipto em áreas sujeitas a geadas. Nos estados da região sudeste, parte do nordeste e sul do estado de Mato Grosso e, principalmente no estado de Minas Gerais, a maior participação dos plantios ocorreu com eucaliptos.

O regime de uso das terras, priorizando grandes extensões para os projetos florestais, sem dúvida contribuiu para agravar o processo de concentração da posse da terra. A legislação foi sendo alterada de forma gradual, favorecendo projetos florestais com áreas cada vez mais extensas. Como a posse da terra era uma condição para a obtenção do benefício, isto exigiu a expansão de áreas para projetos nas empresas de reflorestamento. Assim, este fato contribuiu para a concentração das terras e, de certa forma, na posse da oferta de madeira, isto porque, após 4 anos, os investidores poderiam vender suas “ações” participativas em projetos. Do lado da demanda, as empresas de celulose e papel, de chapas de madeira processada, as indústrias de compensado, serrarias e consumidoras de carvão tornaram-se os grandes consumidores desta matéria prima. Pode-se dizer que as celulósico-papeleiras, de carvão vegetal e de chapas de madeira absorviam mais de 70 % da oferta, com grande participação das fábricas de celulose e carvão, com madeira de eucalipto. No caso do pinus, a demanda concentrava-se em madeiras para compensado e madeira serrada.

Tal concentração de demanda, levou à formação de oligopólios organizados e, como resultante, exerceram elevado grau de influência na formação do preço das madeiras de reflorestamento. Este fato, foi e ainda é bastante impactante na produção de madeira de reflorestamento. De modo geral, vários estudos indicaram que os preços não remuneravam os fatores de produção. Em outras palavras, o preço não cobria os custos totais de produção, aí incluído o custo de oportunidade de uso da terra e a remuneração dos capitais. Dados relativamente atualizados indicam que esta situação prevaleceu por longo tempo, tornando-se um dos fatores limitantes ao reflorestamento, logo após o término de vigência da lei de incentivos.

Ao longo deste período, por mais que o estado tenha investido, faltou um aparelhamento adequado para análise e fiscalização dos projetos florestais. Aliado à falta de tecnologia e competência, houve, sem dúvida, desperdícios e mal-uso do recurso financeiro.

Uma das críticas que hoje se faz ao programa, foi a ausência de uma visão ecológica e ambiental. De fato, inúmeros pontos podem ser levantados. No entanto, tal análise deve ser efetuada no contexto da época. Estas correntes ideológicas ambientais ainda não eram uma doutrina mundial, muito menos no Brasil. Quando muito, teciam-se algumas considerações ecológicas a respeito, mas o plantio de milhares de hectares de pinus e eucalipto contribuiu para a salvação de milhares de hectares de florestas nativas, e ainda continua a exercer este papel.

Neste período a atividade florestal foi extremamente intensa, com a criação de agências estaduais de fiscalização e controle florestal, novas escolas florestais, cursos de pós-graduação em diversas áreas florestais. Destaque cabe à Universidade Federal do Paraná – UFPR, que abriu uma opção específica na área de economia e política florestal e esta ainda é única na América Latina e obviamente no Brasil.

Durante esta época, muito se procurou fazer em termos de economia florestal. Os problemas de definições econômicas iam da escolha de espaçamentos, quantidade econômica de uso de fertilizantes, escolha econômica de espécies florestais, épocas econômicas de poda e desbastes, entre outras.

À medida em que as florestas começaram a atingir idade de extração, os questionamentos se voltavam para a escolha de equipamentos, composições no uso da mão de obra e, claro, a identificação dos mercados mais promissores para a madeira produzida. Em 20 anos, o país não conseguiu responder a todas as questões de microeconomia florestal ou de engenharia econômica florestal. Muitas delas, ainda permanecem sem respostas.

Por outro lado, muitas questões de macroeconomia florestal, tais como escolha de setores a serem apoiados pelos governos federal e estadual não foram bem identificados e analisados. O mesmo ocorreu sobre quais regiões deveriam ser privilegiadas, figurando-se uma nítida falta de planejamento de curto e longo prazo para área florestal brasileira, o que resultou em apoio público para apenas alguns setores, consequência muito mais pelo “lobby” empregado, do que por opção governamental. Exemplos disso foram os programas para o setor de celulose e papel e para a indústria moveleira. O setor de compensados também foi agraciado com apoio para seu desenvolvimento.

Faz-se mister realçar também neste período a inclusão da Amazônia pelo seu patrimônio vegetal, que passou a ter um papel proeminente na estratégia do governo e, é claro, dentro da economia florestal nacional.

As preocupações do governo revolucionário da época se voltaram para um esforço em tornar a Amazônia uma região significativa para a sociedade brasileira, daí surgiu o lema “Integrar Para Não Entregar”. Obviamente, já se vislumbrava o que seriam as pressões internacionais para que a nação tivesse

uma conduta conservacionista com este patrimônio Brasileiro. Pode-se salientar as seguintes ações: projeto RADAMBRASIL (Radar da Amazônia), criação de escolas de florestas em Manaus e Belém, apoio a pesquisa no sentido de conhecer as propriedades físico mecânicas de várias espécies florestais, desenvolvimento de técnicas de manejo da floresta, apoio a indústria de compensados e madeira serrada, acordos com instituições internacionais de pesquisa florestal, criação de infraestruturas, tais como estradas de rodagem pavimentadas, aeroportos, melhorias em portos marítimos, controle de tráfego aéreo, aumento de bases militares de fiscalização e apoio, entre outras.

Em certo sentido, o modelo florestal utilizado para a integração da Amazônia foi, e ainda é, uma repetição do que já havia sido aplicado no país em outros momentos históricos. Um modelo extrativista, no qual a floresta é explorada para a retirada das árvores de maior valor comercial. Como consequência, a floresta pode ser totalmente eliminada com o uso do fogo. Pasto e pecuária é o binômio que marcou a integração da região. Hoje em dia, deve-se levar em consideração os plantios de soja na região Amazônica. Esta atividade, se mantida de forma sustentável, poderá impactar a concorrência mundial por este importante insumo agrícola. As indústrias florestais proeminentes foram de compensados e laminados, e a de madeira serrada. O projeto extremamente inovador foi o Jari, uma fábrica de papel que veio pronta do Japão para a Amazônia, no entanto, abastecida com madeira oriunda de reflorestamentos de *Gmelina arborea* e de eucalipto.

As dificuldades de manejo florestal com resultados econômicos positivos são extremamente difíceis de se conseguir, haja vista o esforço que vem sendo realizado há décadas. A floresta tropical requer rotações de longo prazo, de trinta, quarenta até cinquenta anos. Os custos para produzir madeira, mesmo nobres, aplicando-se estes sistemas de manejo, levam a um custo extremamente superior ao do puro extrativismo. O retorno do capital investido nestes sistemas é muito baixo e não atraem grandes empresários. Existem agravantes, devido a floresta Amazônica ser heterogênea em espécies, alterando-se de região para região. A adoção de sistemas únicos de manejo torna-se bastante difícil para ser viabilizado.

Outra grande dificuldade que afetou e continua afetando a inserção da floresta Amazônica como grande apoio à economia florestal nacional é a ausência de infraestrutura para viabilizar a extração da madeira o ano todo. Chuvas e falta de estradas são fatores cruciais. Não se pode deixar de mencionar que as condicionantes ambientais são hoje, indubitavelmente, o maior entrave para tornar a Floresta Amazônica efetivamente como uma grande mola propulsora da economia florestal brasileira.

Considerando-se as pressões internacionais para a condução de uma economia sustentável, não só sobre a produção da madeira, mas também sobre os outros produtos oriundos da região, será muito difícil para o país contar com esta riqueza florestal para seu desenvolvimento.

Em síntese, no período dos incentivos fiscais ao reflorestamento, compreendendo o período de 1966 até 1986, foi sem dúvida alguma o momento mais significativo para a silvicultura e para a indústria florestal de base.

Embora tenha surgido de forma pouco criteriosa, a política de incentivos fiscais propiciou a consolidação da atividade de reflorestamento no Brasil. Mais de 7 milhões de hectares devem ter sido plantados com espécies exóticas, notadamente pinus e eucaliptos. Abriu-se oportunidade de milhares de empregos, tanto nas áreas rurais como profissionais com destaque para o estabelecimento e consolidação da profissão de Engenheiro Florestal.

A indústria florestal de base que estava em um estágio inicial de desenvolvimento antes de 1966, deu um salto bastante expressivo. A área de celulose e papel que era dependente de importação, reverteu esta situação e passou a ser exportadora. Novas indústrias de madeira processada ocuparam espaço no cenário madeireiro se impondo sobre o tradicionalismo do setor de compensados. Chapa Dura (Hardboard) Aglomerado, MDF e OSB, tornaram-se indústrias florestais de base com grande importância nacional. No entanto, estas unidades produtivas não assumiram papel de destaque na exportação, como foi o caso da indústria de compensados.

Neste período, a pesquisa florestal se tornou um instrumento de grande auxílio na produção de madeira. Tecnologias de escolha de material genético, técnicas de implantação e manejo de essenciais exóticas ganharam destaque nacional e internacional. A interação entre Universidades e Empresas para o desenvolvimento de pesquisas tecnológicas silviculturais é um caso a parte de sucesso. Poucos foram os setores nacionais que vivenciaram experiência de tal envergadura.

Especificamente, na área de economia florestal, vários avanços foram obtidos, tanto em nível de macro e microeconomia florestal. Mas as informações geradas não acompanharam o ritmo e a velocidade

das áreas operacionais e muitas decisões foram embasadas unicamente em aspectos técnicos. Desperdícios, técnicas florestais economicamente inviáveis foram e continuam sendo adotadas. Muitas políticas florestais foram estabelecidas sem um eficaz planejamento econômico.

A Amazônia foi integrada às preocupações nacionais. A sociedade tomou consciência da grandeza e da riqueza desta parte do Brasil. Além de madeira, produtos não madeiráveis (óleos, frutas, gomas etc.) minérios, e até mesmo petróleo fazem parte deste patrimônio brasileiro.

### **Pós-incentivo Fiscal: Os Desafios da Economia Florestal**

A partir do ano de 1986 pode-se dizer que a Política de incentivos fiscais ao reflorestamento tinha chegado ao seu fim. A inércia da sociedade em incluir o plantio de árvores comerciais, como uma atividade lucrativa e de grande importância para a Economia Nacional estava rompida.

Uma grande base de florestas de produção de madeira de rápido crescimento estava estabelecida e havia até uma oferta excedente de recursos madeireiros em várias regiões do país.

De forma gradual, foi sendo desarticulado o parque de empresas de reflorestamento, que por décadas criaram uma força capaz de mobilizar recursos materiais e humanos para reflorestar até 600.000 ha por ano.

Antes mesmo de 1986, havia um novo movimento ideológico e político sobre o uso dos recursos florestais, cuja visão ecológica e preservacionista começava a se impor ao modelo produtivista puro.

Iniciado no período de 1970/75, esses movimentos ambientalistas espalharam-se por todo o mundo, englobando não só a floresta, mas também a parte agrícola e industrial. Esses movimentos passaram a incorporar não só uma visão sobre o meio ambiente, mas também sobre os aspectos sociais. A sustentabilidade no uso dos recursos naturais, condicionou-os para a atual e futuras gerações e impôs uma nova dinâmica ao setor de florestas plantadas e, principalmente, no âmbito da Floresta Amazônica.

Esta situação foi percebida pela gestão governamental. O até então IBDF, órgão gestor da Lei dos incentivos e da política florestal nacional foi incorporado, juntamente com a SEMA, SUDVEA e SUDEPE, para formar o novo órgão gestor, agora não só de florestas, mas do meio ambiente, o IBAMA: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Pode-se afirmar que a partir deste momento, as florestas de produção, quer plantadas ou nativas, ficaram sem um guarda-chuva de apoio governamental. Neste período pós-incentivo, a opção nacional foi por um Modelo Florestal Social Ambiental em detrimento do Modelo Florestal Social Produtivista. É neste momento que o país deixa de ser um potencial de produção de florestas e recursos florestais - quer de florestas plantadas como de nativas - para ser um mero país indeciso sobre a sua vocação florestal. O Brasil perdeu o pé na História Florestal Mundial. Pela segunda vez, o governo federal estabeleceu uma unidade Administrativa Florestal com a junção de outras unidades que não tinham nada a ver com o problema em pauta. Foi assim na criação do IBDF e posteriormente na criação do IBAMA.

Por alguns anos a base industrial florestal conseguiu caminhar razoavelmente bem, com oferta de madeira oriunda de reflorestamentos, superior à demanda e a exploração de madeira da Amazônia seguiu em frente sem grandes restrições.

A oferta superior à demanda provocou a formação do preço de madeira industrial abaixo do seu custo de produção. Os investidores do tempo do incentivo fiscal receberam remuneração pouco adequada e abandonaram esta atividade.

Embora com baixos níveis de crescimento do PIB nacional, a demanda por madeira industrial continuou crescente, pois a relação renda/consumo de produtos madeireiros comporta-se como elástica, com valores superiores a unidade. A resultante é um deslocamento da demanda interna. Outras variáveis também elevaram a busca por madeira industrial. Crises internacionais, catástrofes climáticas e até mesmo a desistência de países tradicionais na produção de celulose abriu espaços para o incremento da produção nacional.

Este movimento de deslocamento da demanda, com oferta inelástica de curto prazo, resultou em acréscimos reais no preço da madeira e perspectivas para sua escassez, o famoso apagão florestal. Não se deve esquecer que na formação do preço, tem-se do lado da demanda uma estrutura oligopolizada e do outro lado uma oferta independente, ou seja, uma estrutura concorrencial. Mesmo com estas características, no curto prazo houve um aumento do preço da madeira e incentivo ao reflorestamento.

Este quadro de preços, aliado às preocupações ambientais no manejo e uso da madeira, juntamente com desenvolvimentos tecnológicos, levaram a uma situação de redução da demanda de madeira industrial.

A grande explicação para esta redução está atrelada ao grande processo de substituição de madeira em nível nacional. O uso de chapas, notadamente o MDF e OSB, estão contribuindo para a redução do consumo per capita da madeira na forma de serrados. A exemplo, a indústria do mobiliário abandonou a madeira nobre oriunda da Amazônia, por MDF e compensado de pinus. Além disso, a introdução de novos elementos materiais, como o vidro, metal e plásticos combinados com chapas de madeira, criaram formas inovadoras no design de móveis. A construção civil está conseguindo reduzir a madeira e as chapas na construção de casas e prédios. Assoalhos de madeira nobre estão sendo substituídos por pisos laminados de aglomerado e MDF. Portas, esquadrias e forros agora são de alumínio e plástico. A indústria de embalagens reduziu a madeira, substituindo-a por isopor e o papelão corrugado, por plástico bolha. Existe uma revolução calada no processo de substituição da madeira.

O papel que era considerado um produto sem muita concorrência, mesmo com o desenvolvimento da computação, seria usado de qualquer forma. Hoje tem-se a certeza que seu consumo está sendo substituído por livros eletrônicos, jornais eletrônicos, e celulares substituindo o envio de cartas e de documentos. Esta tendência é cada vez mais agressiva e será maior no futuro. A madeira não será totalmente substituída e, em alguns casos, até poderá haver um aumento, mas, com certeza, cada vez mais haverá substituição e combinação de novos materiais com a madeira. A reciclagem, a eficiência no uso, melhorias nos rendimentos industriais estão a desafiar cada vez mais o consumo de madeira. O consumo “per capita” de madeira será reduzido ainda mais.

Esta perspectiva deverá levar a engenharia de produção de madeira a buscar novos modelos de manejo. Os tradicionais modelos estão fadados a dar espaço para novas estratégias, que não levem só em consideração a produção da madeira e sua economicidade, mas também aspectos ambientais e sociais.

Um grande desafio não nos permite atender a demanda futura de madeira industrial. A participação de pesquisas econômicas e mercadológicas poderão ajudar, de maneira expressiva, o desenho de novos sistemas de manejo, escolha de espécies e geografia da produção. Pesquisas mercadológicas para novos produtos deveriam ser intensificadas. A exemplo, a formalização de leis sobre usos de copos e canudos plásticos. Uma das alternativas parece ser a substituição por produtos de papel. Com certeza, existem espaços para outros produtos. Com isto, pode-se ampliar a demanda por madeira, ou pelo menos, manter nos níveis atuais.

A energia é um dos pontos de estrangulamento da atividade humana. A começar pela alimentação, que é traduzida em unidades energéticas. A madeira como energia, sempre foi ponto de destaque na organização das sociedades. Exemplo clássico disso são os “Anéis de Von Thünen”, nos quais a madeira ocupava posição de destaque, dada sua importância na vida das pessoas. Nos modelos atuais, a madeira está disputando cada vez mais um espaço restrito. Quando levado em consideração a sua sustentabilidade, plantio e manutenção para gerar energia, ela vem perdendo importância relativa, face às novas técnicas de captação solar e a força motriz eólica. Estas energias têm um custo de produção zero, ao passo que outras formas, como biomassa tem um custo marginal positivo. Quando existe abundância de madeira, sem levar em conta seus custos de oportunidade, ela torna-se competitiva, no entanto, quando a valorização de todos os fatores é levada em conta, a viabilidade econômica de retornos é bastante marginal.

Como no caso das madeiras de reflorestamento, na Amazônia, no início dos anos 80, ainda foram de bastante perseverança e expectativas de grandes crescimentos na produção de serrados e madeiras compensadas. Ainda hoje, se tem uma grande oferta em nível internacional de madeiras nobres oriundas das florestas tropicais.

De modo geral, o modelo de exploração ainda é de um extrativismo florestal e de alteração do bioma para pasto e na sequência para agricultura. Parte da madeira é legalizada e outra parte não necessariamente. A imensidão da área impede, muitas vezes, um controle efetivo sobre a origem da matéria prima. A extração baseada em um modelo de manejo que incorpora a exploração de árvores maduras e de maior valor agregado é comum, deixando as remanescentes para uma nova exploração daqui a 40 ou 50 anos. Esta consorciação ainda é referência atualmente. Manejo de longo prazo cria dificuldades econômicas de viabilização e incertezas na identificação da demanda futura para as espécies, tipo de madeira, rotações e geografia da produção.

A demanda nacional por serrados de madeiras nobres e por madeiras compensadas da Amazônia reduziu-se de forma expressiva. Alguns aspectos que explicam esta situação são a incapacidade de fornecimento contínuo de madeira, falta de qualidade do produto, custos de extração e transporte cada vez

mais elevados, pressões ambientais, fiscalização para legalizar a oferta de madeira, dimensões corretas e adequadas dos produtos, entre outros, os quais forçam o mercado internacional a restringir cada vez mais a demanda. Em certo sentido, isso vem acontecendo também com a indústria primária de beneficiamento, que é a produção de compensados.

Evidentemente, a produção de serrados da Amazônia continuará por muitos anos. Hoje, a legislação permite a exploração de 20% da área de uma propriedade privada, portanto a quantidade de madeira a ser retirada é ainda enorme. No entanto, existem grandes estrangulamentos para este processo ser eficiente e eficaz, conforme mencionado acima.

Mesmo que se venha a produzir madeiras legalizadas, deve-se entender que o mercado está cada vez mais desejoso de outros benefícios da floresta Amazônica, além da madeira. Excluindo-se os recursos minerais, a visão de manejo deve englobar outros aspectos além da madeira. Lá atrás, o país fez um esforço para integrar a Amazônia, para não sofrer pressões ambientais internacionais, e este objetivo não foi plenamente atingido. Talvez, tenha-se que avaliar a possibilidade de se manejar a floresta com intuito de mantê-la, conservá-la e obter ganhos internacionais desta manutenção. Claro que a possibilidade legal de utilização de 20 % da terra para outros fins de produção deve ser acatada, pois é legal. Um ponto crucial que se deve ter em mente, é que o Brasil sofrerá pressões, com o intuito de manter a sustentabilidade da Amazônia. Isto é inexorável. A Amazônia como grande fonte de madeira e derivados está comprometida. Recursos não madeireiros poderão ser uma bela alternativa. Pagamentos por serviços ambientais, financiados por recursos financeiros mundiais não deveriam ser descartados. Já que o recurso trará benefícios mundiais, nada mais adequado que ser remunerado pela conservação de um bem a ser usufruído internacionalmente. Mais vale ao país ser remunerado pelo custo de oportunidade do capital terra, do capital florestal e pelo custo alternativo de perda do crescimento econômico da região.

Pesquisas econômicas florestais, a nível macro e micro, deveriam focar estas variáveis como forma de contribuir em um Plano Internacional Amazônico de Manejo Florestal.

Depois de 500 anos de país, chega-se ao século XXI com uma certeza: O recurso florestal contribuiu muito para o desenvolvimento da nação. A riqueza florestal foi aproveitada após o seu extrativismo, não de forma homogênea em todas as regiões. Ainda se tem um excelente potencial florestal, que muito poderá auxiliar o crescimento e o desenvolvimento da nação.

Existe um grande espaço para as florestas de rápido crescimento e para as indústrias de base florestal.

O setor florestal deveria aproveitar este momento e se posicionar de forma contundente a este respeito.

Caberá aos atuais e futuros gestores florestais conduzir este processo, objetivando o melhor uso social, econômico e ambiental do recurso florestal. Os desafios estão postos!

## **PESQUISA FLORESTAL NO BRASIL E SUA CONTRIBUIÇÃO À POLÍTICA E ECONOMIA FLORESTAL**

Joésio Deoclécio Pierin Siqueira

### **Introdução**

A análise histórica da evolução econômica e social da humanidade mostra de forma clara e consistente que ela decorreu do processo progressivo de transformação de áreas naturais, em sua maioria ocupada por florestas, em agrícolas e pastoris, e que levou à redução significativa, ou até mesmo, ao desaparecimento das extensas florestas anteriormente existentes.

Esse processo foi implantado sem considerar o devido cuidado com os recursos naturais, isto é, não houve a devida utilização desses recursos, especialmente a madeira, a qual foi simplesmente queimada.

Informações extraoficiais dão conta que as florestas passaram a ser tratadas como recurso natural renovável a partir do início do século XX. Desse modo, os primeiros ditames de política florestal, como o uso racional do solo e da própria floresta começaram a ser praticados como forma de garantir a própria sobrevivência das comunidades do interior dessas formações florestais, bem como das áreas sobre sua influência.

Para o caso brasileiro, parece evidente que todo o conhecimento histórico sobre o uso inadequado e irracional dos recursos florestais nos mais distintos países, não serviu de aprendizado, pois é evidente que as políticas públicas preconizam a continuidade do processo de ocupação do solo sem considerar suas características ambientais, ou seja, os índices de desmatamentos em formações florestais originais continuam no mesmo ritmo há décadas.

Não se pode alegar que esse fato decorre da inexistência de uma política pública voltada para as florestas, porque desde os anos 60 do século passado, a partir da Lei 4.771/65, que instituiu o Código Florestal Brasileiro, ficaram estabelecidas as políticas de conservação e proteção florestais no Brasil.

Exatamente a partir da promulgação dessa Lei foram iniciadas, também, as ações voltadas ao desenvolvimento de pesquisas florestais para apoiar a efetivação do preceituado naquela política pública.

### **Evolução da Pesquisa Florestal como Apoio à Política e Economia Florestal**

Como referenciado no tópico anterior, a sociedade brasileira não soube tirar proveito do histórico de ocupação irracional do espaço praticado nos outros países. Ao contrário, praticou essa irracionalidade com igual ênfase ou, em alguns casos, até com maior intensidade. Exemplos disso são: i) o processo de colonização, do litoral para o interior do país, praticamente dizimou a formação florestal conhecida como Mata Atlântica; ii) a utilização predatória das Matas de Araucária existentes na Região Sul do Brasil e em alguns outros Estados vizinhos a essa Região reduziu a pouco mais de 10% a sua formação nos dias atuais; iii) a existência, em diversos Estados, de vastas áreas degradadas ou em franco processo erosivo estão exigindo significativos esforços para sua recuperação; iv) o atual processo de uso do solo na Região Amazônica, devido ao fluxo migratório, está ocasionando a ampliação das áreas de desmatamento sem o devido uso do material lenhoso oriundo dessas áreas e, principalmente, pelos impactos ambientais negativos decorrentes desse processo.

A pesquisa florestal vem contribuindo para minimizar os efeitos do processo inadequado de ocupação do espaço no Brasil desde meados da década de 30 do século passado, quando era executada pelo Jardim Botânico do Rio de Janeiro, em seguida foi transferida para o Serviço Florestal Brasileiro e para o Departamento de Recursos Naturais Renováveis do Ministério de Agricultura.

Os objetivos gerais da pesquisa, naquele momento, eram o de buscar respostas econômicas e sociais significativas à sociedade brasileira e ao próprio desenvolvimento do país, através do uso dos recursos florestais existentes, inicialmente desenvolvendo trabalhos de conservação das espécies mais utilizadas pela indústria madeireira de então, como é o caso do pinheiro do Paraná, da imbuia, das canelas, do cedro, do marfim, da peroba, e outras, especialmente a erva mate. Para o caso do pinheiro e de outras espécies nativas importantes, o antigo Instituto Nacional do Pinho criou os Parques Florestais, como é o caso das atuais Florestas Nacionais de Irati e Açungui no Paraná; de Três Barras, Chapecó e Caçador em Santa Catarina; Canela e Passo Fundo, no Rio Grande do Sul; Capão Bonito em São Paulo e a de Passa Quatro em Minas Gerais. Nessas áreas foram iniciados os experimentos e plantios com araucária, imbuia e com outras espécies e, com isso, caracterizando os passos iniciais da pesquisa florestal no Brasil.

O grande impulso da pesquisa florestal ocorreu quando da criação do IBDF, em 1967, pelo Decreto Lei nº 289, de 28 de fevereiro de 1967, o qual previa em seu art. 4º, item III - realizar pesquisas e experimentações nos campos da silvicultura, da tecnologia das madeiras e da fauna silvestre (grifo do autor), e na sequência com a criação do Projeto de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal no Brasil – PRODEPEF, em 1973, pelo Decreto nº 73.069. Finalmente, foi transferida para a EMBRAPA em 1978, onde permanece até esta data.

Nesse período foram projetados, plantados, monitorados e finalizados milhares de projetos de pesquisas nas áreas silvicultura, colheita e transporte de madeira, gestão e condução de florestas nativas e plantadas, industrialização e comercialização, entre outros.

Os resultados obtidos na área de silvicultura são, talvez pelos ganhos de produtividade, os mais expressivos, isto porque as florestas plantadas com o gênero *Pinus* spp., que no início de sua implantação produzia de 8 a 10 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>, hoje atingem volumes mais expressivos, como 25 a 30 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>. A mesma relação de ganho de produtividade ocorreu com as florestas de *Eucalyptus* spp., que era de 10 a 15 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>, hoje ultrapassa a média 35 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>.

Para atingir esses resultados, além das contribuições das mais de uma centena de instituições de pesquisas florestais no Brasil, houve a participação efetiva de professores, pesquisadores e engenheiros flo-

restais, bem como de empresas privadas que envidaram e aplicaram, em conjunto com o Governo, esforços e recursos financeiros para a evolução dessa pesquisa.

## A Política e Economia Florestal no Brasil

O setor florestal do Brasil, segundo informações do pesquisador Joésio D. P. Siqueira, em palestra apresentada no IV Congresso Brasileiro de Eucalipto, em Salvador, na data de 07 de agosto de 2019, é constituído por uma área que atinge 494 milhões de hectares, sendo 98,4% (485,9 milhões de ha) de florestas nativas e 1,6% (8,1 milhões de ha) de florestas plantadas. Do total de florestas plantadas o gênero *Eucalyptus* spp. contribui com 73% (5,9 milhões de ha), o gênero *Pinus* spp. com 20% (1,6 milhão de ha) e o restante 7% das florestas plantadas com outras espécies (590 mil ha).

A produção total de madeira é de 259 milhões de m<sup>3</sup> por ano, dos quais, 223 milhões são de cultivos florestais e 36 milhões de m<sup>3</sup> de florestas nativas. Esse setor contribui com um valor de exportações que ultrapassa os US\$ 14 bilhões (quatorze bilhões de dólares), e que o coloca no 5º lugar no volume total de exportações brasileiras. Além disso, o Brasil detém o 1º lugar nas exportações mundiais de celulose, o 2º como produtor de celulose, o 5º como exportador de madeira compensada, e o 8º como produtor de painéis reconstituídos.

No que se refere às perspectivas, esse setor detém excelente potencial para ampliar as áreas reflorestadas, especialmente para recuperação de áreas degradadas; ele poderá, caso consiga ampliar os investimentos em pesquisa florestal, melhorar os índices de produtividade para os gêneros mais utilizados; a capacidade empresarial, na silvicultura e na indústria, é considerada como de excelência mundial e tem todas as condições para aumentar a base das florestas plantadas e da produção industrial e, com isso, pode trazer uma grande contribuição ao aumento do volume das exportações, podendo atingir, em médio prazo, mais de US\$ 17 bilhões (dezessete bilhões de dólares).

Todos esses números retratam a capacidade do setor florestal para gerar bens e benefícios à sociedade brasileira e, ao mesmo tempo, contribuir ao adequando desenvolvimento econômico, social e ambiental do Brasil.

Apesar disso, tem sido comum ouvir e ler manifestos afirmando que não existe uma política florestal no Brasil. Esses fatos se ampliam quando são divulgados resultados da alteração da cobertura florestal no país, especialmente nos biomas Mata Atlântica e Amazônia.

Essas afirmativas não condizem com a realidade, pois a antiga Lei 4.771/65, Código Florestal, estabelecia claramente uma política pública, com dois objetivos, um de conservação do recurso florestal (aqui entendida como uso adequado e racional) e outro de preservação (aqui entendido como de intocabilidade do recurso florestal).

Na verdade, o que existia e persiste desde fevereiro de 1989, com a Lei 7.735, é a desorganização governamental que leva a informalidade e ilegalidade das atividades do setor florestal, especialmente das florestas nativas. Paralelamente, apesar do novo Código Florestal, Lei 12.651/12, a qualidade técnica do marco regulatório que trata da implementação da política florestal diminuiu significativamente.

Esses fatos, juntamente com o aumento substancial das exigências burocráticas para implantar atividades produtivas no Brasil, especialmente aquelas relacionadas ao uso de recursos naturais renováveis, levaram centenas de projetos à desistência ou interrupção. Paralelamente, também contribuíram outros elementos, como a falta de regularização fundiária; a carga tributária excessiva; os altos custos e excessiva exigência burocrática para licenciamento ambiental de empreendimentos; o baixo apoio à estruturação da produção florestal com desperdícios de recursos e poucos resultados práticos que pudessem facilitar investimentos no setor.

Finalmente, os desenvolvimentos científicos e tecnológicos do setor florestal brasileiro, resultante de ações emanadas das Universidades, das instituições de pesquisas e, principalmente do setor privado, permitem afirmar que, atualmente, existe no Brasil: i) suficiente inteligência de mercado para apoiar a melhoria da dinâmica produtiva desse setor; ii) é nítida a forte presença de elementos de gestão e de planejamento das atividades florestais que geram respostas econômicas e financeiras suficientes para tornar esse setor atrativo a novos investimentos; iii) são significativas as oportunidades para a ampliação da base florestal, tanto de florestas plantadas (com a recuperação de áreas degradadas), como de nativas (via manejo florestal em regime de rendimento sustentado privado e público/concessões florestais); iv) base de conhecimento

técnico, obtido via pesquisa florestal, para melhorar os ganhos de produtividade florestal; v) o nível de conhecimento dos profissionais envolvidos nas atividades florestais é considerado como muito bom; vi) diversas espécies nativas que poderão ser cultivadas para melhorar o espectro da recuperação das áreas degradadas com suficiente reposta econômica e financeira; e, vii) vontade política dos principais atores desse setor para contribuir para uma sociedade melhor com o necessário e devido desenvolvimento sustentado.

## REFERÊNCIAS

- ANGELO, H.; BERGER, R.; HOSOWAKA, R. T.; CASTRO, L. H. R. – Rentabilidade das Exportações Brasileiras de Madeira Tropical. **Floresta** (UFPR), v. 33, p. 63-69, 2003.
- BEATTIE, W.D. e JOLDES, M. F. Análise Financeira e Sócio - Econômica do Reflorestamento no Brasil. Brasília, IBDF-COPLAN. **Série Estudos Perspectivas para o período 1970-85**, 1978.
- BERGER, R. The Brazilian Fiscal Incentive Act's Influence on Reforestation Activity in São Paulo State. **PhD Dissertation**. Michigan State University, East Lansing. Michigan. 1980.
- BERGER, R. e GARLIPP, R. C. D. **Biomassa florestal como fonte alternativa na substituição do óleo combustível. Uma diagnose para o estado de São Paulo**. Instituto de Pesquisas Florestais-IPEF, Piracicaba, 1981.
- BRASIL. **Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965**. Instituiu o Novo Código Florestal. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 set. 1965. Seção 1, p. 9529 (Publicação Original).
- BRASIL. **Lei nº 11.284, de 2 de março de 2006**. Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 março 2006. Seção 1, p. 11
- BRASIL. **Lei nº 12.561, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 maio 2012. Seção 1, p. 1 (Publicação Original).
- BRASIL. **Decreto nº 8.375, de 11 de dezembro de 2014**. Define a Política Agrícola para Florestas Plantadas. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12 de dez 2014.
- GOLFARI, L; CASER, R. R. e MOURA. V. P. G. Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil. Centro de Pesquisa Florestal Região do Cerrado. **PRODEPEF**. Série Técnica 11. 1978.
- IBÁ - Indústria Brasileira de Árvores, São Paulo, **Relatório 2017**, 2017.
- PEREIRA, O. D. **Direito Florestal Brasileiro**. Bolsoi, Rio de Janeiro, 1950.
- SIQUEIRA, J. D. P. Situação Atual e Perspectivas do Setor de Florestas Plantadas no Brasil, in: **IV Congresso Florestal do Eucalipto**, Salvador, BA, 07/08/2019.

# CONSERVAÇÃO DA NATUREZA

## - Pesquisa & Desenvolvimento na UFPR -

Ronaldo Viana Soares<sup>1,2\*</sup>, Antônio Carlos Batista<sup>1,2</sup>,  
Daniela Biondi Batista<sup>1,2</sup>, Alexandre França Tetto<sup>1,2</sup>,  
Christopher Thomas Blum<sup>1,2</sup>

### Resumo

A questão da preservação e conservação do meio ambiente, tão em evidência nos dias de hoje, tem sido tema de destaque na Revista Floresta desde seu primeiro número, em 1969. Centenas de artigos abordando temas relevantes como ecologia, conservação de ecossistemas vegetais, manejo de unidades de conservação, arborização urbana e controle de incêndios florestais, foram publicados nestes 50 anos de existência ininterrupta da Revista. Esta importante contribuição à preservação e conservação ambiental foi e continuará sendo um dos destaques da Revista Floresta.

**Palavras-chave:** Ecologia, Floresta urbana, Análise da paisagem, Incêndios florestais, Áreas protegidas

### Abstract

The issue of preservation and conservation of the environment, so much in evidence today, has been a prominent topic in the Journal FLORESTA since its first issue, in 1969. Hundreds of articles addressing relevant topics such as ecology, conservation of plant ecosystems, management of conservation units, urban forest and forest fire control, were published in these 50 uninterrupted years of the Journal. This important contribution to environmental preservation and conservation has been and will continue to be one of the highlights of FLORESTA.

**Keyword:** Ecology, Urban forest, Landscape analysis, Forest fires, Protected areas

## INTRODUÇÃO

O tema “conservação da natureza” é muito recente na engenharia florestal. No Brasil, até os anos 1990, muito pouco se pesquisava a respeito deste assunto. Até então, os estudos e pesquisas estavam voltados para as questões relacionadas com silvicultura, tecnologia e manejo florestal. Foi somente a partir da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento e do Fórum Global (ECO 92) que as florestas passaram a ser foco de preocupação internacional em conservação. Altas taxas de desmatamento e degradação florestal são comuns em muitas partes do mundo, mas foi a rápida perda de florestas tropicais que atraiu a atenção da mídia mundial a partir do início dos anos 80 (NEWTON, 2007). Como reflexos da ECO 92 verificou-se no Brasil maiores investimentos privados na área florestal, expansão do número de unidades de conservação e criação do Ministério do Meio Ambiente. Além disso, houve aumento de discussões sobre os problemas ambientais e entrada de capital externo, com maiores investimentos conservacionistas na área florestal, ao passo que as empresas de reflorestamentos comerciais passaram a receber cobranças de responsabilidade socioambiental advindas da sociedade civil. A partir do final dos anos 80 toda essa preocupação com a conservação da natureza passou a fazer parte do currículo do engenheiro florestal e mais de 200 artigos publicados pela Revista Floresta retratam diversos trabalhos de pesquisa e discussões sobre a conservação dos recursos florestais no Brasil.

1. Universidade Federal do Paraná, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil  
e-mail (\*AUTOR PARA CORRESPONDÊNCIA)

2\*. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

O objetivo deste trabalho foi traçar um breve panorama sobre a conservação da natureza no Brasil, a partir dos artigos publicados sobre esse tema na Revista Floresta durante seus 50 anos de existência ininterrupta. Para facilitar a abordagem sobre o tema, os artigos estão apresentados em quatro grandes itens ou subtemas que correspondem às linhas de pesquisa desenvolvidas no programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná: ecologia e conservação de ecossistemas vegetais, floresta urbana e análise da paisagem, controle de incêndios florestais e manejo de unidades de conservação.

## ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DE ECOSISTEMAS VEGETAIS

A temática da ecologia e conservação de ecossistemas vegetais vem sendo abordada de forma muito rica e consistente ao longo das décadas de existência da Revista Floresta. Mais de 170 trabalhos foram publicados nos mais diversos âmbitos abrangendo desde abordagens de dendrologia e autoecologia de espécies até estudos ecológicos e de conservação de comunidades da flora em diferentes níveis de enfoque.

Na década de 70 os artigos relacionados à ecologia vegetal na Revista Floresta caracterizaram-se pelo enfoque dendrológico, devendo ser destacado o trabalho pioneiro de Inoue e Reissmann (1971), um dos primeiros a propor uma padronização de terminologia dendrológica para árvores no Brasil, com enfoque na nomenclatura de aspectos macromorfológicos das árvores como hábito, fuste, casca, copa, ramificação e raízes.

Poucos anos após foram publicados trabalhos relacionados à caracterização morfológica e da autoecologia de espécies nativas (RICHTER *et al.*, 1975; ROTTA, 1977; SEITZ, 1977; TEIXEIRA, 1977), sendo relevantes no âmbito da autoecologia as considerações deixadas por Soares (1979) na forma de hipóteses sobre a regeneração natural de *Araucaria angustifolia*, emblemática espécie do Sul do Brasil.

A partir de 1980 novas abordagens de ecologia e conservação da flora foram publicadas, destacando-se a pertinente revisão de Santos Filho (1980) sobre as principais consequências do desmatamento e uso do solo no Paraná, que apontou medidas essenciais para a mitigação destes efeitos.

Dequela década merece também menção uma pesquisa que abordou a dendrocronologia de *Araucaria angustifolia* (SEITZ; KANNINEN, 1988) e o primeiro artigo de estudo fitossociológico publicado na Revista Floresta, que caracterizou a estrutura de comunidades florestais na Floresta Nacional de Irati (GALVÃO; KUNIYOSHI; RODERJAN, 1989). Ambos trabalhos podem ser considerados pioneiros no âmbito da autoecologia e da sociologia de florestas paranaenses.

Na década seguinte houve continuidade de diversificação das temáticas em ecologia e conservação abordadas pela Revista Floresta, interações ecológicas entre flora e fauna foram contempladas no artigo de revisão de Firkowski (1991), com detalhada abordagem sobre as possibilidades de manejo da vegetação florestal visando benefícios à fauna silvestre. Também inovador em escala regional foi o trabalho de Portes *et al.* (1996), que tratou da variação sazonal da deposição de serapilheira em uma Floresta Ombrófila Densa Altomontana no morro do Anhangava – PR, primeiro de muitos outros artigos subsequentes que trataram da deposição de serapilheira e ciclagem de nutrientes em ecossistemas paranaenses.

Apesar da importância e do pioneirismo das pesquisas publicadas nas três décadas de 1970 a 1999, foi a partir de 2000 que os estudos em ecologia e conservação da flora atingiram sua plenitude em número e diversidade de abordagens na Revista Floresta. É particularmente notável o volume de publicações sobre fitossociologia e florística de comunidades vegetais nativas, destacando-se aqueles que abordaram diversas comunidades e aspectos estruturais da Floresta Ombrófila Mista no Sul do Brasil (NEGRELLE; LEUCHTENBERGER, 2001; RONDON NETO *et al.*, 2002; SEGER *et al.*, 2005; KOZERA *et al.*, 2006; CURCIO *et al.*, 2006; PIMENTEL *et al.*, 2008; HERRERA *et al.*, 2009; IURK *et al.*, 2009; SELUSNIAKI; ACRA, 2010; KANIESKI *et al.*, 2012; OLIVEIRA-LIMA, HOSOKAWA, MACHADO, 2012; ZACARIAS *et al.*, 2012; EBLING *et al.*, 2013; DALLA ROSA *et al.*, 2015; MANFREDI *et al.*, 2015).

Outras unidades fitogeográficas brasileiras foram igualmente contempladas por estudos de florística e estrutura como a Floresta Ombrófila Densa Amazônica (QUEIROZ *et al.*, 2005; PINHEIRO *et al.*, 2007; GAMA; PINHEIRO, 2010; PEREIRA *et al.*, 2011; GUIMARÃES *et al.*, 2016), a Floresta Ombrófila Densa Atlântica (PORTES, *et al.*, 2001; BORGO *et al.*, 2011; CAGLIONI *et al.*, 2015; MAÇANEIRO *et al.*, 2015; DE PAULA; SOARES, 2011; VIEIRA *et al.*, 2014; PINTO SOBRINHO *et al.*, 2010), a Floresta Estacional Semidecidual (ARRUDA; DANIEL, 2007; MARANGON *et al.*, 2008; PINTO SOBRINHO *et al.*, 2010).

*al.*, 2009; ARCHANJO *et al.*, 2012; KUNZ, MARTINS, 2014), a Floresta Estacional Decidual (SCIPIONI *et al.*, 2009), a Savana Arborizada (FINGER, FINGER, 2015, a Savana Estépica (MARANGON *et al.*, 2013) e as Formações Pioneiras (GALVÃO *et al.*, 2002; SANTOS *et al.*, 2019).

O uso da fitossociologia também foi empregado em pesquisas com enfoques específicos de compartimentação ambiental (CURCIO *et al.*, 2007; RÍOS *et al.*, 2008; TEIXEIRA *et al.*, 2010; NARVAES *et al.*, 2014; RODRIGUES *et al.*, 2016), da dinâmica e sucessão florestal (SCHORN, GALVÃO, 2006; QUEIROZ, MACHADO, 2007; SAWCZUK *et al.*, 2012; FIGUEIREDO *et al.*, 2013; NUNES *et al.*, 2016), e da sinúria epífita (BONNET *et al.*, 2007; KERSTEN, KUNIYOSHI, 2009; BERNARDI, BUDKE, 2010; BONNET *et al.*, 2010; BECKER *et al.*, 2015), contribuindo para a compreensão das interações entre comunidades florestais e o meio físico, assim como de seus processos sucessionais e suas sinúrias não arbóreas.

Ainda deve ser destacado o trabalho de Salomão *et al.* (2012), que propôs a construção de índices de valor de importância de espécies utilizando ferramentas de análise multivariada, relevante contribuição para o aprimoramento analítico de estudos fitossociológicos.

Além da fitossociologia, diversas outras abordagens em ecologia e conservação foram produzidas partir de 2000. Estudos fitogeográficos como os de Galvão e Augustin (2011), Blum *et al.* (2011) e Fritzs-sons *et al.* (2018) representam importante contribuição para a compreensão de limites e condicionantes de ocorrência de formações vegetais típicas do sul brasileiro.

Processos ecológicos essenciais para o equilíbrio das florestas como a dinâmica da serapilheira e a ciclagem de nutrientes foram abordados de forma bastante rica principalmente para a Floresta Ombrófila Densa do Paraná (PINTO, MARQUES, 2003; DICKOW *et al.*, 2009; PROTIL *et al.*, 2009; SCHEER, 2008, 2009; SOUZA, MARQUES, 2010), mas também para outros ecossistemas do Brasil (PEZZATTO, WIS-NIEWSKI, 2006; VOGEL *et al.*, 2012; SCORIZA, PIÑA-RODRIGUES, 2014; MARTINS *et al.*, 2018).

Igualmente relevantes foram os trabalhos que caracterizaram bancos de sementes do solo, tanto os que enfocaram o efeito de distintas coberturas vegetais sobre o banco de sementes (COSTALONGA *et al.*, 2006; SCHORN *et al.*, 2013; SEUBERT *et al.*, 2016), quanto aqueles que estudaram seu potencial para a restauração florestal (PEREIRA *et al.*, 2010; PIAIA *et al.*, 2017; JESUS *et al.*, 2019).

O estudo de características dendrológicas e autoecológicas de espécies nativas tem sido objeto de publicações nos âmbitos da demografia e distribuição espacial (TONINI *et al.*, 2008; SANTOS, JARDIM, 2012; DALMASO *et al.*, 2013; ALBIERO JUNIOR *et al.*, 2015; DALMASO *et al.*, 2016), aspectos da fenologia (FELIPPI *et al.*, 2008; BAUER *et al.*, 2014; FELIPPI *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2019) e etnobotânica (NASCIMENTO *et al.*, 2010; MENEGATTI *et al.*, 2014).

Outra temática que vem sendo amplamente debatida por meio de publicações científicas da Revista Floresta nas últimas duas décadas é a das perturbações ambientais, sobretudo aquelas de origem humana. Abordagens sobre o efeito de borda (PSCHEIDT *et al.*, 2015; HENTZ *et al.*, 2017; SCIPIONI *et al.*, 2018) e sobre a influência do desmatamento e da exploração seletiva sobre remanescentes de vegetação (REZENDE *et al.*, 2005; BULFE *et al.*, 2009; COLPINI *et al.*, 2011) tem enriquecido a coletânea de informações necessárias para o planejamento de mitigação dos efeitos nocivos e da restauração de ecossistemas.

Outros tipos de perturbações também foram descritos, como aquelas causadas pela visitação pública em ecossistemas frágeis de campos naturais (DALAZOANA, MORO, 2011) e da vegetação Altomontana da Serra do Mar (VASHCHENKO *et al.*, 2007, 2008, 2013), ou pela deposição de resíduos domiciliares em região de Savana (SANTANA, IMAÑA-ENCINAS, 2010).

Ainda, no âmbito das perturbações ambientais, merecem especial destaque os artigos que enfocaram a problemática das espécies exóticas invasoras. Dentre estes são relevantes as abordagens que avaliaram a susceptibilidade de ambientes à colonização por espécies exóticas invasoras (MOCHIUTTI *et al.* 2007), assim como os efeitos causados pela invasão biológica e possibilidades de seu manejo (ZILLER, GALVÃO, 2002; FALLEIROS *et al.*, 2011; BECHARA, *et al.*, 2014). Outros trabalhos enfocaram aspectos da autoecologia de espécies exóticas invasoras no âmbito das relações com fauna (PEDROSA-MACEDO *et al.*, 2007), dos seus efeitos alelopáticos (HARTMANN *et al.*, 2017) e do seu comportamento fenológico (OLIVEIRA *et al.*, 2016). Também são relevantes as compilações de listas de espécies exóticas invasoras (BIONDI, PEDROSA-MACEDO, 2008; BIONDI, MULLER, 2013; CARVALHO *et al.*, 2014).

Por fim, vale destacar a publicação de duas proposições de políticas de conservação das paisagens naturais do Paraná, ambas sustentadas por consistente embasamento científico em ecologia. Considerando as-

pectos hidrográficos, geológicos, pedológicos e da distribuição das florestas Muchailh *et al.* (2010) propuseram uma metodologia de planejamento de paisagens fragmentadas visando a formação de corredores ecológicos. Com enfoque análogo, no artigo de opinião de Galvão e Augustin (2011) foi ressaltada a importância do conceito das unidades fitoambientais do Paraná como alternativa aos impasses criados com a nova legislação florestal.

## **FLORESTA URBANA E ANÁLISE DA PAISAGEM**

Atualmente o termo Arborização Urbana vem sendo substituído por Floresta Urbana, principalmente em pesquisas científicas, por ser um termo mais abrangente que engloba todo tipo de vegetação existente no meio urbano. Além disso, há muito tempo, já é a terminologia mais usada internacionalmente.

Os primeiros artigos relativos à Floresta Urbana só começaram a ser publicados a partir de 1980 (Figura 1), sendo que dois eram voltados à análise com geoprocessamento, um se utilizou de árvores de ruas e outro de áreas verdes (DISPERATI, RODERJAN, 1986; DISPERATI, SKALSKI Jr., 1989). Ainda, nesta mesma década, encontram-se dois artigos relativos ao planejamento e manejo da arborização de ruas e outro que trata de proposta para macrozoneamento das florestas da região metropolitana (MILANO, 1987; MILANO, RIZZI, BRASSIOLO, 1988). Na década de 1990 foram publicados três resumos de dissertação e tese referentes à avaliação e diagnóstico das árvores de ruas de Curitiba, Recife e Maringá, que são referências até hoje por serem pesquisas inéditas e precursoras neste tema (MILANO, 1990a; BIONDI, 1990; MILANO, 1990b). Outras pesquisas pioneiras foram publicadas relacionadas com solos urbanos e avaliação monetária de árvores urbanas (BIONDI, REISSMANN, 1995; DETZEL, MILANO, HOEFLICH, FIRKOWSKI, 1998).

Na década de 2000 foram publicados mais artigos na linha de silvicultura e ecologia urbana (4) que abordavam doenças em ipê-amarelo, análise da infestação de erva-de-passarinho, tratamentos silviculturais em mudas e plantas invasoras na área urbana de Curitiba, que também passou a ser uma referência e um dos trabalhos mais citados nessa categoria (WIELEWSKI, AUER, GRIGOLETTI Jr., 2002; LEAL, BUJOKAS, BIONDI, 2006; BIONDI, LEAL, COBALCHINI, 2007; BIONDI, PEDROSA-MACEDO, 2007).

Observa-se na Figura 1 que a quantidade de artigos publicados pela revista durante quatro décadas foi mais expressiva a partir de 2010. Houve um aumento na quantidade de artigos em silvicultura e ecologia urbana e análise com geoprocessamento, sendo notória a evolução de pesquisas com floresta urbana utilizando imagens de alta resolução na cidade de Curitiba (GRISE, BIONDI, ARAKI, 2016). No tema Microclima, Conforto térmico e Percepção, os avanços são maiores, demonstrando como as pesquisas com Floresta Urbana podem atuar em várias vertentes gerando informações práticas e básicas para outras áreas e promovendo a interdisciplinaridade. Nesta linha é importante frisar as pesquisas que demonstram e quantificam os efeitos da vegetação urbana no microclima e conforto térmico da população (LEAL, BIONDI, BATISTA, 2014; MARTINI, BIONDI, BATISTA, ZAMPRONI, VIEZZER, GRISE, LIMA NETO, 2014; MARTINI, BIONDI, BATISTA, SILVA FILHO, 2017).

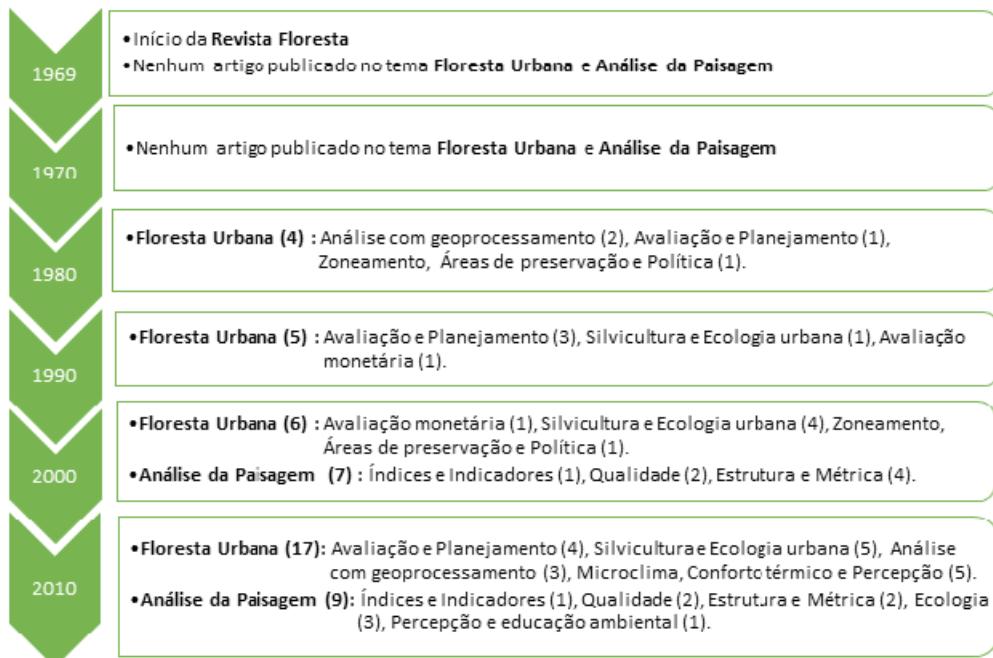


Figura 1. Linha do tempo (em décadas) dos temas Floresta Urbana e Análise da Paisagem na Revista Floresta.

As pesquisas com Análise da paisagem foram publicadas na década de 2000 (Figura 1), mais precisamente em 2004, apresentando diferentes abordagens com índices e indicadores, qualidade, estrutura e métrica da paisagem em bacias hidrográficas, floresta, região litorânea, efeitos de borda, incêndios florestais e unidades de conservação (FRITZSONS, MANTOVANI, RIZZI, 2004; LIMA, SANQUETTA, KIRCHNER, FERRETI, 2004; MARENZI, RODERJAN, 2005; NUNES, BEUTLING, KOPROSKI, MELO, BIONDI, BATISTA, 2007; GOMIDE, LINGNAU, 2009; GRISE, BIONDI, LINGNAU, ARAKI, 2009). Isto demonstra a versatilidade das ferramentas de análise da paisagem possuem.

Na década de 2010 houve um leve aumento de artigos publicados, passando de sete para nove, com o surgimento de pesquisas utilizando a ecologia da paisagem. Este enfoque foi marcante porque relacionou a paisagem com a fauna no meio rural e urbano, com o qual se obteve informações relevantes a respeito do comportamento animal, principalmente com a fauna de grande porte (VIDOLIN, BIONDI, WANDEM-BRUCK, 2011; TONETTI, BIONDI, LEITE, 2017).

Embora o número de artigos publicados não tenha sido expressivo ao longo destes 50 anos, a qualidade científica e o impacto gerado por essas publicações foram fundamentais para o avanço das pesquisas relacionadas com os temas Floresta Urbana e Análise da Paisagem.

## CONTROLE DE INCÊNDIOS FLORESTAIS

Até 1963 não se ouvia falar em incêndios florestais no Brasil. O grande incêndio que devastou o Paraná despertou a população para o problema e seria bastante normal que as primeiras pesquisas sobre controle de incêndios florestais começasse neste estado. E foi isto que aconteceu. Os primeiros trabalhos publicados no país sobre o tema foram “Prevenção de incêndios florestais I: vigilância” (SOARES, 1970), e “Pontos importantes a considerar no combate a incêndios florestais” (SOARES, 1970), ambos no segundo ano

de existência da Revista Floresta e “Prevenção de incêndios florestais II: técnicas preventivas” (SOARES, 1971), no ano seguinte.

Continuando o pioneirismo na área de controle de incêndios florestais, o tema dos índices de perigo de incêndio foi também abordado. Assim, em 1972, a Revista publicou o artigo “Índices de perigo de incêndio” (SOARES, 1972) e logo depois “Uma nova fórmula para determinar o grau de perigo de incêndios florestais na região centro-paranaense” (SOARES e PAEZ, 1973). Esta nova fórmula, denominada “Fórmula de Monte Alegre” (FMA), em homenagem à Fazenda homônima, de propriedade da Klabin do Paraná, de onde vieram os dados para seu desenvolvimento, é atualmente o índice mais usado no Brasil e tem sido testado também em outros países. Anos mais tarde, uma nova variável foi introduzida na FMA, gerando a “FMA<sup>+</sup> - um novo índice de perigo de incêndios florestais para o estado do Paraná, Brasil” (NUNES, SOARES e BATISTA, 2006), o qual foi adaptado para todo o estado do Paraná: “Ajuste da Fórmula de Monte Alegre alterada (FMA<sup>+</sup>) para o estado do Paraná” (NUNES, SOARES e BATISTA, 2007).

O primeiro trabalho sobre estatística de incêndios florestais também foi publicado na Revista Floresta: “Análise das causas e épocas de ocorrência de incêndios florestais na região centro-paranaense” (SOARES e CORDEIRO, 1974). Posteriormente, o perfil dos incêndios foi, também pela primeira vez, analisado em nível nacional, em áreas protegidas, gerando o artigo “Perfil dos incêndios florestais no Brasil de 1984 a 1987” (SOARES, 1988). Nesta mesma linha seguiram-se os artigos “Ocorrência de incêndios em povoamentos florestais” (SOARES, 1992); “Perfil dos incêndios florestais no Brasil de 1994 a 1997” (SOARES e SANTOS, 2000); “Ocorrências de incêndios florestais no Parque Nacional de Ilha Grande – Brasil” (KOPROSKI, BATISTA e SOARES, 2004); “Perfil dos incêndios florestais no Brasil em áreas protegidas no período de 1998 a 2002” (SOARES, SANTOS e BATISTA, 2006); “Avaliação dos registros de incêndios florestais no estado do Paraná no período de 1991 a 2001” (VOSGERAU, BATISTA, SOARES e GRODZKI, 2006) e “Ocorrência de incêndios florestais no estado do Paraná, no período de 2005 a 2010” (TETTO, BATISTA e SOARES, 2012).

A primeira pesquisa sobre retardantes químicos na prevenção de incêndios florestais, que resultou numa Dissertação de Mestrado, foi também desenvolvida pela área de controle de incêndios florestais, resultando no artigo “Efeitos de retardantes químicos na propagação de incêndios florestais” (OLIVEIRA, 1977).

O material combustível, um dos componentes do triângulo do fogo, é um dos elementos mais importantes no controle dos incêndios florestais. Por isso a área de controle de incêndios florestais sempre dedicou grande atenção a esta variável. Vários trabalhos mostram isto, como, por exemplo: “Determinação da quantidade de material combustível acumulado em plantios de *Pinus spp.* na região de Sacramento, MG” (SOARES, 1979); “Modelagem de material combustível em plantações de *Pinus taeda* no norte de Santa Catarina” (SOUZA, SOARES e BATISTA, 2003); “Quantificação de material combustível superficial em reflorestamentos de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze” (BEUTLING, BATISTA, SOARES e VITORINO, 2005); “Modelagem de combustíveis florestais no Parque Nacional do Iguaçu, PR, Brasil” (MELO, SOARES, SIQUEIRA e KIRCHNER, 2006); “Modelagem de umidade do material combustível baseada em variáveis meteorológicas” (ALVES, BATISTA, SOARES, KOEHLER e PEREIRA, 2009); “Caracterização e modelagem de material combustível superficial em povoamentos de *Pinus elliottii*” (BEUTLING, BATISTA, STOLLE, TETTO e ALVES, 2012).

Uma das técnicas universalmente usada para reduzir a quantidade de combustível e dificultar a propagação do fogo é a queima controlada ou prescrita. O primeiro trabalho conduzido no Brasil para redução de combustível em reflorestamento foi feito pela área de controle de incêndios florestais da Escola de Florestas da UFPR: “Queima controlada em plantações de *Pinus spp.* na região de Sacramento, MG” (SOARES, 1979). Outras pesquisas na mesma linha foram conduzidas, como por exemplo: “Efeitos da queima controlada sobre algumas propriedades químicas do solo em um povoamento de *Pinus taeda* no município de Sengés – PR” (BATISTA, REISSMANN e SOARES, 1997).

O comportamento do fogo é um importante fator para se estimar o efeito dos incêndios sobre as florestas. Neste quesito a área de controle de incêndios florestais foi também pioneira no país, como mostram alguns trabalhos: “Relações entre comportamento do fogo e danos causados a povoamento de *Pinus taeda*” (TOZZINI e SOARES, 1987); “Relações entre a altura de carbonização da casca das árvores e algumas variáveis do comportamento do fogo em uma queima controlada em povoamento de *Pinus taeda*” (BATISTA e SOARES, 1993); “Avaliação do comportamento do fogo em queimas controladas sob povoamento de *Pinus taeda* no norte do Paraná” (BATISTA e SOARES, 1995); e “Comportamento do

fogo em queimas controladas de vegetação de estepe no município de Palmeira, Paraná, Brasil" (SEGER, BATISTA, TETTO e SOARES, 2013).

No cenário internacional, a área de controle de incêndios florestais produziu vários trabalhos conjuntos, principalmente com pesquisadores cubanos, como, por exemplo: "Comportamiento histórico de los incendios forestales en la provincia de Pinar del Río, Cuba" (RODRIGUEZ e SOARES, 1998); "Análisis comparativo entre los incendios forestales em Monte Alegre, Brasil y Pinar del Río, Cuba" (RODRIGUEZ e SOARES, 2004); "Ajuste e desempenho dos índices de perigo de incêndios Nesterov, FMA e FMA<sup>+</sup> na empresa florestal Macurije, Cuba" (RODRIGUEZ, SOARES, BATISTA, TETTO, SIERRA e RODRIGUEZ, 2012); "Eficiencia de la protección contra incendios forestales em Monte Alegre, Brasil e Pinar del Río, Cuba" (RODRIGUEZ, SOARES, BATISTA, TETTO, REINA e BECERRA, 2014); "Influence of the meteorological conditions on forest fires occurrences in Lichinga district, northern Mozambique" (MBANZE, BATISTA, TETTO, KOEHLER e MANTEIGA, 2015); "Diseño de un índice de peligro de incendio forestal para la provincia de Pinar del Río, Cuba" (TETTO, RODRIGUEZ, RODRIGUEZ, BATISTA e BECERRA, 2017) e "Relación entre variables meteorológicas e incendios forestales em la provincia Pinar del Río, Cuba" (RODRIGUEZ, RODRIGUEZ, SIERRA, BATISTA e TETTO, 2017).

Além de muitos artigos publicados em outros veículos nacionais e internacionais, a área de controle de incêndios florestais, nestes 50 anos, publicou mais de 100 artigos na Revista Floresta comprovando que, no Brasil, as pesquisas sobre controle de incêndios florestais começaram na Escola de Florestas da Universidade Federal do Paraná.

## MANEJO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Desde o seu primeiro número, em 1969, a Revista Floresta apresenta informações sobre as unidades de conservação, que subsidiam a tomada de decisão, bem como sua gestão e/ou efetividade. No primeiro artigo publicado sobre o tema, Ramos (1969) faz uma análise da substituição das florestas com araucária por culturas agrícolas e a necessidade de conservação de áreas florestais no estado do Paraná. Na ocasião, o autor relata que o Governo Estadual "tomou a iniciativa de criar Reservas e Parques Nacionais com o intuito de proteger parte de suas reservas naturais da destruição desordenada até agora empreendida" (RAMOS, 1969, p. 72). Além disso, apresenta um panorama – em termos de número, área e distribuição – dos parques e reservas florestais, mostrando aquelas administradas pela Secretaria da Agricultura do Paraná e pelo extinto Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), bem como aquelas criadas e incorporadas (ou não) ao patrimônio florestal do Estado. Por fim, recomenda na época o cadastramento e demarcação dos limites e a criação de uma reserva florestal na região da araucária, até então inexistente.

Nesse mesmo ano, em Missões, Argentina, ocorreu o Seminário de Áreas Silvestres, relatado na Revista Floresta por Péllico Netto (1970). No evento, foram recomendados encaminhamentos para o ensino da disciplina de "manejo de áreas silvestres" e reforçada a necessidade de se criar um parque nacional das araucárias para as gerações futuras.

Nos anos seguintes os estudos sobre esses ambientes foram aprimorados (e.g. SOUZA, 1971), dando-se ênfase aos aspectos políticos e de análise do sistema de unidades de conservação (e.g. MILANO, 1985; MARTINS *et al.*, 1985), além do perfil dos usuários (e.g. RIZZI *et al.*, 1988) e aspectos naturais e de conservação (e.g. STRUMINSKI, 1998).

Em 2000, com a criação do sistema nacional de unidades de conservação, por meio da Lei 9985, a pesquisa ficou mais evidente entre os objetivos dessas áreas, tendo servido como área de estudo para diversas investigações, merecendo destaque as relacionadas aos incêndios florestais, como: Lima (2000), Fiedler *et al.* (2004), Koproski *et al.* (2004), Fioravante e Bonatto (2004), Pereira *et al.* (2004), Gouveia e Morais (2004), Morais (2004), Silva (2004), Santos *et al.* (2006), Koproski *et al.* (2011), White *et al.* (2013), Torres *et al.* (2016), Rodríguez *et al.* (2017) e Félix *et al.* (2018).

Cabe destacar também estudos econômicos (e.g. MENEZES *et al.*, 2005; NOGUEIRA *et al.*, 2006), de legislação (e.g. ROCHADELLI *et al.*, 2013), de gestão (e.g. FERNANDES *et al.*, 2017), de percepção (e.g. HAUFF; MILANO, 2005; ROCHADELLI *et al.*, 2008), de fauna (e.g. ABREU *et al.*, 2004), sobre clima (e.g. ANDREACCI *et al.*, 2014; COSTA FILHO; RIZZI, 2016), sobre estrutura da paisagem (e.g. GRISE *et al.*, 2009; SILVA *et al.*, 2018), sobre fragilidade ambiental (e.g. MAGANHOTTO

*et al.*, 2011), florística (e.g. SÚHS *et al.*, 2010; OLIVEIRA NETO *et al.*, 2015; FERREIRA *et al.*, 2016; KANIESKI *et al.*, 2017) e sobre restauração (e.g. MARCUZZO *et al.*, 2015) realizados, que contribuíram significativamente para a gestão e efetividade das unidades de conservação, com o preenchimento de importantes lacunas do conhecimento.

## CONCLUSÃO

Concluindo, fica evidente que na área de Conservação da Natureza a Revista Floresta foi pioneira, publicando inclusive artigos envolvendo assuntos até então inéditos na literatura especializada brasileira. Deste modo, sua contribuição para a preservação do meio ambiente foi, e continuará sendo, de extrema relevância no cenário florestal do país.

## REFERÊNCIAS

### ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DE ECOSISTEMAS VEGETAIS

- ALBIERO JUNIOR, A.; TEMPONI, L. G.; GALVÃO, F.; BOTOSSO, P. C.; GUIMARÃES, A. T. B. Population structure of *Araucaria angustifolia* in the Iguazu National Park. **Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 2, p. 361-372, 2015.
- ARCHANJO, K. M. P. A.; SILVA, G. F.; CHICHORRO, J. F.; SOARES, C. P. B. Estrutura do componente arbóreo da Reserva particular do patrimônio natural Cafundó, Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo, Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 42, n. 1, p. 145-160, 2012.
- ARRUDA, L.; DANIEL, O. Florística e diversidade em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Aluvial em Dourados, MS. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 2, p. 189-199, 2007.
- BAUER, D.; MÜLLER, A.; GOETZ, M. N. B.; SCHMITT, J. L. Fenologia de *Ocotea pulchella*, *Myrcia brasiliensis* e *Psidium cattleianum*, em floresta semidecidua do sul do Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 4, p. 657-668, 2014.
- BECHARA, F. C.; REIS, A.; TRENTIN, B. E. Invasão biológica de *Pinus elliottii* VAR. *elliottii* no Parque Estadual do Rio Vermelho, Florianópolis, SC. **Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 1, p. 63-72, 2014.
- BECKER, D. F.; MÜLLER, A.; SCHMITT, J. L. Influência dos forófitos *Dicksonia sellowiana* e *Araucaria angustifolia* sobre a comunidade de epífitos vasculares em Floresta com Araucária. **Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 4, p. 781-790, 2015.
- BERNARDI, S.; BUDKE, J. C. Estrutura da sinúxia epífita e efeito de borda em uma área de transição entre Floresta Estacional Semidecidua e Floresta Ombrófila Mista. **Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 1, p. 81-92, 2010.
- BIONDI, D.; MULLER, E. Espécies arbóreas invasoras no paisagismo dos parques urbanos de Curitiba, PR. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 1, p. 69-82, 2013.
- BIONDI, D.; PEDROSA-MACEDO, J. H. Plantas invasoras encontradas na área urbana de Curitiba (PR). **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 1, p. 129-144, 2008.
- BLUM, C. T.; RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F. O clima e sua influência na distribuição da Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, Paraná. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 3, p. 589-598, 2011.
- BONNET, A.; CURCIO, G. R.; GALVÃO, F.; KOZERA, C. diversidade e distribuição espacial de bromeliáceas epífíticas do altíssimo rio Tibagi – Paraná – Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 1, p. 71-80, 2010.

BONNET, A., CURCIO, G. R., LAVORANTI, O. J.; BARDDAL, M. L.; RODERJAN, C. V. Relações de Bromeliáceas epíficas com fatores ambientais em planícies de inundação do rio Iguaçu, Paraná, Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 1, p. 93-108, 2010.

BONNET, A., QUEIROZ, M. H.; LAVORANTI, O. J. Relações de bromélias epíficas com características dos forófitos em diferentes estádios sucessionais da Floresta Ombrófila Densa, Santa Catarina, Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 1, p. 83-94, 2007.

BORGO, M.; TIEPOLO, G.; REGINATO, M.; KUNIYOSHI, Y. S., GALVÃO, F., CAPRETZ, R. L.; ZWIENER, V. P. Espécies arbóreas de um trecho de Floresta Atlântica do município de Antonina, Paraná, Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 4, p. 819-832, 2011.

BULFE, N. M. L.; GALVÃO, F.; FIGUEIREDO FILHO, A.; MAC DONAGH, P. Efeitos da exploração convencional e de impacto reduzido em uma Floresta Estacional Semideciduosa na província de Misiones, nordeste da Argentina. **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 2, p. 365-379, 2009.

CAGLIONI, E.; CURCIO, G. R., UHLMANN, A.; BONNET, A. Estrutura e diversidade do componente arbóreo de Floresta Atlântica no Parque Nacional da Serra do Itajaí, Santa Catarina. **Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 2, p. 289-302, 2015.

CARVALHO, J.; FERREIRA, A. M.; BELÃO, M.; BOÇON, R. Exóticas invasoras nas rodovias BR 277, PR 508, PR 407, Paraná, Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 2, p. 249-258, 2014.

COLPINI, C.; SILVA, V. S. M.; SOARES, T. S.; ASSUMPÇÃO, J. V. L.; CHIARANDA, R. Efeito da exploração na riqueza florística e diversidade em uma floresta ecotonal da região Norte Mato-grossense. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 2, p. 295-304, 2011.

COSTALONGA, S. R.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; SILVA, A. F.; BORGES, E. E. L.; GUIMARÃES, F. P. Florística do banco de sementes do solo em áreas contíguas de pastagem degradada, plantio de eucalipto e floresta em Paula Cândido, MG. **Floresta**, Curitiba, v. 36, n. 2, p. 239-250, 2006.

CURCIO, G. R., GALVÃO, F., BONNET, A., BARDDAL, M. L.; DEDECEK, R. A. A floresta fluvial em dois compartimentos do rio Iguaçu, Paraná, Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 2, p. 125-147, 2007.

DALAZOANA, K.; MORO, R. S. Riqueza específica em áreas de campo nativo impactadas por visitação turística e pastejo no Parque Nacional dos Campos Gerais, PR. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 2, p. 387 - 396, 2011.

DALLA ROSA, A.; SILVA, A. C.; HIGUCHI, P.; GUIDINI, A. L.; SPIAZZI, F. R.; NEGRINI, M.; ANSOLIN, R. D.; BENTO, M. A.; GONÇALVES, D. A.; FERREIRA, T. S. Diversidade e guildas de regeneração de espécies arbóreas na borda de uma floresta nativa em contato com plantio de Pínus. **Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 2, p. 273-280, 2015.

DALLA ROSA, A.; SILVA, A. C.; HIGUCHI, P.; GUIDINI, A. L.; SPIAZZI, F. R.; NEGRINI, M.; ANSOLIN, R. D.; BENTO, M. A.; GONÇALVES, D. A.; FERREIRA, T. S. Diversidade e guildas de regeneração de espécies arbóreas na borda de uma floresta nativa em contato com plantio de pínnus. **Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 2, p. 273-280, 2015.

DALMASO, C. A.; INOUE, M. T.; MARCELINO, V. R.; OLIVEIRA FILHO, P. C.; Interações espaciais intraespecíficas de *Ocotea odorifera* na Floresta Nacional de Irati. **Floresta**, Curitiba, v. 46, n. 1, p. 103-114, 2016.

DALMASO, C. A.; INOUE, M. T.; OLIVEIRA FILHO, P. C.; MARCELINO, V. R. Padrões espaciais na regeneração de *Ocotea odorifera* na Floresta Nacional de Irati, PR. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 2, p. 301-312, 2013.

DE PAULA, A.; SOARES, J. J. Estrutura horizontal de um trecho de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas na Reserva Biológica de Sooretama, Linhares, ES. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 2, p. 321-334, 2011.

DICKOW, K. M. C.; MARQUES, R.; PINTO, C. B. Lixiviação de nutrientes da serapilheira recém-depositada em sucessão ecológica na Floresta Atlântica, litoral do Paraná. **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 1, p. 145-156, 2009.

EBLING, A. A.; PÉLLICO NETTO, S.; WATZLAWICK, L. F.; MIRANDA, R. O. v.; ABRÃO, S. F. Ecologia e projeção diamétrica de três grupos arbóreos em remanescente de Floresta Ombrófila Mista em São Francisco de Paula, RS. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 2, p. 61-70, 2013.

EBLING, A. A.; PÉLLICO NETTO, S.; WATZLAWICK, L. F.; MIRANDA, R. O. V.; ABRÃO, S. F. Ecologia e projeção diamétrica de três grupos arbóreos em remanescente de Floresta Ombrófila Mista em São Francisco de Paula, RS. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 2, p. 261-270, 2013.

FALLEIROS, R. M.; ZENNI, R. D.; ZILLER, S. R. Invasão e manejo de *Pinus taeda* em campos de altitude do Parque Estadual do Pico Paraná, Paraná, Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 1, p. 123-134, 2011.

FELIPPI, M.; GROSSI, F.; NOGUEIRA, A. C.; KUNIYOSHI, Y. S. Fenologia e germinação de sementes de aguai, *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichl.) Engl. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 2, p. 229-243, 2008.

FELIPPI, M.; LONGHI, S. J.; ARAÚJO, M. M. *Holocalyx balansae*: aspectos fenológicos, morfológicos e germinação de sementes. **Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 4, p. 677-686, 2014.

FIGUEIREDO, L. T. M.; SOARES, C. P. B.; SOUZA, A. L.; MARTINS, S. v. Alterações florísticas em uma Floresta Estacional Semidecidual no município de Viçosa, MG, entre 1994 e 2008. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 2, p. 169-180, 2013.

FIGUEIREDO, L. T. M.; SOARES, C. P. B.; SOUZA, A. L.; MARTINS, S. V. Alterações florísticas em uma Floresta Estacional Semidecidual no município de Viçosa, MG, entre 1994 e 2008. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 2, p. 169-180, 2013.

FINGER; Z. FINGER, F. A. Fitossociologia em comunidades arbóreas remanescentes de cerrado *sensu stricto* no Brasil Central. **Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 4, p. 769-780, 2015.

FIRKOWSKI, C. O habitat para a fauna: manipulações em microescala. **Floresta**, Curitiba, v. 21, n. 1/2, p. 27-43, 1991.

FRITZSONS, E.; WREGE, M. S.; MANTOVANI, L. E. Climatic aspects related to the distribution of Brazilian pine in the state of Santa Catarina. **Floresta**, Curitiba, v. 48, n. 4, p. 503-512, 2018.

GALVÃO, F., AUGUSTIN, C. A gênese dos campos sulinos. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 1, p. 191-200, 2011.

GALVÃO, F., RODERJAN, C. V., KUNIYOSHI, Y. S., ZILLER, S. R. Composição florística e fitossociologia de caxetais do litoral do estado do Paraná – Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 32, n. 1, p. 17-39, 2002.

GALVÃO, F.; AUGUSTIN, C. A ciência a serviço da sustentabilidade ambiental - as unidades fitoambientais como alternativa aos impasses do novo código florestal. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 3, p. 667-678, 2011.

GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; RODERJAN, C. v. Levantamento fitossociológico das principais associações arbóreas da Floresta Nacional de Irati, PR. **Floresta**, Curitiba, v. 19, n. 1, p. 30-49, 1989.

GAMA, J. R. V.; PINHEIRO, J. C. Inventário florestal para adequação ambiental da Fazenda SANTA Rita, município de Santarém, Estado do Pará. **Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 3, p. 585-592, 2010.

GUIMARÃES, J. R. S.; CARIM, M. J. V.; TOSTES, L. C. L; COSTA NETO, S. V. Floristic diversity of secondary forest in the eastern amazon, state of Amapá. **Floresta**, Curitiba, v. 46, n. 3, p. 343-352, 2016.

HARTMANN, K. C. D.; FORTES, A. M. T.; CASSOL, F. D. R.; VALMORBIDA, R.; MENDONÇA, L. C.; Atividade alelopática de espécies invasoras sobre a germinação e o desenvolvimento inicial de arbórea nativa. **Floresta**, Curitiba, v. 47, n. 3, p. 229-235, 2017.

HENTZ, A. M. K., CORTE, A. P. D.; SANQUETTA, C. R.; BLUM, C. T.; CADORI, G. C. Edge effect on a tree community in an Araucaria Forest fragment in Brazil. **Floresta**, Curitiba, v. 47, n. 4, p. 407-416, 2017.

HERRERA, H. A. R.; ROSOT, N. C.; ROSOT, M. A. D.; OLIVEIRA, Y. M. M. Análise florística e fitossociológica do componente arbóreo da Floresta Ombrófila Mista presente na Reserva Florestal EMBRAPA/EPAGRI, Caçador, SC – Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 3, p. 485-500, 2009.

INOUE, M. T.; REISSMANN, C. B. Terminologia dendrológica para árvores nativas do Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 3, n. 1, p. 21-28, 1971.

IURK, M. C.; SANTOS, E. P.; DLUGOSZ, F. L.; TARDIVO, R. C. Levantamento florístico de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial do rio Iguaçu, município de Palmeira (PR). **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 3, p. 605-617, 2009.

JESUS, J. B.; FERREIRA, R. A.; GAMA, D. C. Behavior of the emergence of native forest seedlings for the purpose of recovery of the riparian forest. **Floresta**, Curitiba, v. 49, n. 1, p. 57-68, 2019.

KANIESKI, M. R., LONGHI, S. J., MILANI, J. E. F., SANTOS, T. L.; SOARES, P. R. C. Caracterização florística e diversidade na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS, Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 47, n. 2, p. 177-186, 2017.

KERSTEN, R. A.; KUNIYOSHI, Y. S. Conservação das florestas na bacia do Alto Iguaçu, Paraná – avaliação da comunidade de epífitas vasculares em diferentes estágios serais. **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 1, p. 51-66, 2009.

KOZERA, C.; DITTRICH, v. A. O.; SILVA, S. M. Fitossociologia do componente arbóreo de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana, Curitiba, PR, BR. **Floresta**, Curitiba, v. 36, n. 2, p. 225-237, 2006.

KUNZ, S. H.; MARTINS, S. V. Regeneração natural de Floresta Estacional Semidecidual em diferentes estágios sucessionais (Zona da mata, MG, Brasil). **Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 1, p. 111-124, 2014.

MAÇANEIRO, J. P.; SEUBERT, R. C.; SCHORN, L. A. Fitossociologia de uma Floresta Pluvial Subtropical primária no sul do Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 3, p. 555-566, 2015.

MANFREDI, S.; GOMES, J. P.; FERREIRA, P. I.; BORTOLUZZI, R. L. C.; MANTOVANI, A. Dissimilidade florística e espécies indicadoras de Floresta Ombrófila Mista e ecótonos no Planalto Sul Catarinense. **Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 3, p. 497-506, 2015.

MANFREDI, S.; GOMES, J. P.; FERREIRA, P. I.; BORTOLUZZI, R. L. C.; MANTOVANI, A. Dissimilidade florística e espécies indicadoras de Floresta Ombrófila Mista e ecótonos no Planalto Sul Catarinense. **Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 3, p. 497-506, 2015.

MARANGON, G. P.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; SOUZA E LIRA, D. F.; SILVA, E. A.; LOUREIRO, G. H. Estrutura e padrão espacial da vegetação em uma área de Caatinga. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 1, p. 83-92, 2013.

MARANGON, L. C.; FELICIANO, A. L. P.; BRANDÃO, C. F. L. S.; ALVES JÚNIOR, F. T. Relações florísticas, estrutura diamétrica e hipsométrica de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em viçosa (MG). **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 4, p. 699-709, 2008.

MARTINS, W. B. R.; FERREIRA, G. C.; SOUZA, F. P.; DIONISIO, L. F. S.; OLIVEIRA, F. A. Deposição de serapilheira e nutrientes em áreas de mineração submetidas a métodos de restauração florestal em Paragominas, Pará. **Floresta**, Curitiba, v. 48, n. 1, p. 37-48, 2018.

MENEGATTI, R. D.; HIGUCHI, P.; SILVA, A. C.; FERT-NETO, J.; CORREIA, J.; MUNARETTI, A. M.; BERRI, P. V. Relação etnobotânica dos proprietários rurais do município de Urupema, SC, com recursos florestais. **Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 4, p. 725-734, 2014.

MOCHIUTTI, S.; HIGA, A. R.; SIMON, A. A.; Susceptibilidade de ambientes campestres à invasão de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) no Rio Grande do Sul. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 2, p. 239-253, 2007.

MUCHAILH, M. C.; RODERJAN, C. V.; CAMPOS, J. B.; MACHADO, A. L. T.; CURCIO, G. R. Metodologia de planejamento de paisagens fragmentadas visando a formação de corredores ecológicos. **Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 1, p. 147-162, 2010.

NARVAES, I. S.; LONGHI, S. J.; KILCA, R. V.; RODRIGUES, T. E. S. Arboreous species population in a topographic gradient of Mixed Ombrophilous Forest in Rio Grande do Sul. **Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 4, p. 553-564, 2014.

NASCIMENTO, A. R. T.; SANTOS, A. A.; DIAS, T. A. B. Riqueza e etnobotânica de palmeiras no território indígena Krahô, Tocantins, Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 1, p. 209-220, 2010.

NEGRELLE, R. R. B.; LEUCHTENBERGER, R. Composição e estrutura do componente arbóreo de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista. **Floresta**, Curitiba, v. 31, n. ½, p. 1-9, 2001.

NUNES, M. H.; HIGUCHI, P.; SILVA, A. C.; VAN DEN BERG, E.; TERRA, M. C. N. S. Dinâmica de populações de espécies arbóreas em fragmentos de floresta aluvial no sul de Minas Gerais, Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 46, n. 1, p. 57-66, 2016.

OLIVEIRA, T. W. G.; MILANI, J. E. F.; BLUM, C. T. Phenological behavior of the invasive species *Ligustrum lucidum* in an urban forest fragment in Curitiba, Parana State, Brazil. **Floresta**, Curitiba, v. 46, n. 3, p. 371-378, 2016.

OLIVEIRA-LIMA, T. E.; HOSOKAWA, R. T.; MACHADO, S. A. Fitossociologia do componente arbóreo de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial no município de Guarapuava, Paraná. **Floresta**, Curitiba, v. 42, n. 3, p. 553-564, 2012.

PEDROSA-MACEDO, J. H.; WEIGERT, J. K.; SCAPINI, L. A.; NIEDERHARTMANN, D.; BEBIANO, D. R.; FOWLER, S.; WAIPARA, N. Estudos bioecológicos sobre *Tradescantia fluminensis* (Commelinaceae) e seus inimigos naturais associados, no Paraná. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 1, p. 31-41, 2007.

PEREIRA, I. M.; ALVARENGA, A. P.; BOTELHO, S. A. Banco de sementes do solo, como subsídio à recomposição de mata ciliar. **Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 4, p. 721-730, 2010.

PEREIRA, L. A.; PINTO SOBRINHO, F. A.; COSTA NETO, S. V. Florística e estrutura de uma mata de terra firme na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Rio Iratapuru, Amapá, Amazônia Oriental, Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 1, p. 113-122, 2011.

PEZZATTO, A. W.; WISNIEWSKI, C. Produção de serapilheira em diferentes seres sucessionais da Floresta Estacional Semidecidual no oeste do Paraná. **Floresta**, Curitiba, v. 36, n. 1, p. 111-120, 2006.

PIAIA, B. B.; ROVEDDER, A. P. M.; STEFANELLO, M. M.; FELKER, R. M.; PIAZZA, E. M. Análise do banco de sementes visando estratégia de transposição para a restauração ecológica no Rio Grande do Sul. **Floresta**, Curitiba, v. 47, n. 3, p. 221-228, 2017.

PIMENTEL, A.; PUTTON, V.; WATZLAWICK, L. F.; VALÉRIO, A. F.; SAUERESSIG, D. Fitossociologia do sub-bosque do Parque Ambiental Rubens Dallegrave, Irati, PR. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 3, p. 479-486, 2008.

PINHEIRO, K. A. O.; CARVALHO, J. O. P.; QUANZ, B.; FRANCEZ, L. M. B.; SCHWARTZ, G. Fitossociologia de uma área de preservação permanente no leste da Amazônia: indicação de espécies para recuperação de áreas alteradas. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 2, p. 175-187, 2007.

PINTO SOBRINHO, F. A.; CHRISTO, A. G.; GUEDES-BRUNI, R. R. Fitossociologia do componente arbóreo num remanescente de Floresta Ombrófila Densa Submontana limítrofe à Reserva Biológica do Tinguá, Rio de Janeiro. **Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 1, p. 111-124, 2010.

PINTO SOBRINHO, F. A.; CHRISTO, A. G.; GUEDES-BRUNI, R. R.; SILVA, A. F. Composição florística e estrutura de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Aluvial em Viçosa (MG). **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 4, p. 793-785, 2009.

PINTO, C. B.; MARQUES, R. Aporte de nutrientes por frações da serapilheira em sucessão ecológica de um ecossistema da Floresta Atlântica. **Floresta**, Curitiba, v. 33, n. 3, p. 257-264, 2003.

PORTE, M. C. G. O.; GALVÃO, F.; KOEHLER, A. Caracterização florística e estrutural de uma Floresta Ombrófila Densa Altomontana do morro do Anhangava, Quatro Barras – PR. **Floresta**, Curitiba, v. 31, n. ½, p. 1-10, 2001.

PORTE, M. C. G. O.; KOEHLER, A.; GALVÃO, F. Variação sazonal da deposição de serapilheira em uma Floresta Ombrófila Densa Altomontana no morro do Anhangava - PR. **Floresta**, Curitiba, v. 26, n. ½, p. 3-10, 1996.

PROTIL, C. Z.; MARQUES, R.; PROTIL, R. M. Variação sazonal e redistribuição de bioelementos de quatro espécies arbóreas em três tipologias florestais da Floresta Atlântica do Paraná. **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 3, p. 699-717, 2009.

PSCHEIDT, F.; RECH, C. C. C.; MISSIO, F. F.; BENTO, M. A.; BUZZI JUNIOR, F.; ANSOLIN, R. D.; BONAZZA, M.; AGUIAR, M. D.; SILVA, A. C.; HIGUCHI, P. Variações florístico-estruturais da comunidade arbórea associadas à distância da borda em um fragmento florestal no Planalto Sul-Catarinense. **Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 2, p. 421-430, 2015.

QUEIROZ, J. A. L.; MACHADO, S. A. Estrutura e dinâmica de floresta de várzea no estuário amazônico no Estado do Amapá. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 3, p. 339-352, 2007.

QUEIROZ, J. A. L.; MOCHIUTTI, S.; MACHADO, S. A.; GALVÃO, F. Composição florística e estrutura de floresta em várzea alta estuarina amazônica. **Floresta**, Curitiba, v. 35, n. 1, p. 41-56, 2005.

REZENDE, A. V.; SANQUETTA, C. R.; FIGUEIREDO FILHO, A. Efeito do desmatamento no estabelecimento de espécies lenhosas em um cerrado sensu stricto. **Floresta**, Curitiba, v. 35, n. 1, p. 69-88, 2005.

RICHTER, H. G.; NOCK, H. P.; REICHMANN NETO, F. Bicuiba (*Virola oleifera*). I - aspectos dendrológicos da espécie e descrição macro e microscópica da madeira. **Floresta**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 36-42, 1975.

RÍOS, R. C.; GALVÃO, F.; CURCIO, G. R. Variaciones estructurales de la vegetación arborea en tres ambientes de una selva con Araucaria en Misiones, Argentina. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 4, p. 743-756, 2008.

RODRIGUES, A. L.; WATZLAWICK, L. F.; GENÚ, A. M.; HESS, A. F.; EBLING, A. A. Atributos de um solo florestal em uma topossequência e relações com a comunidade arbórea. **Floresta**, Curitiba, v. 46, n. 2, p. 145-154, 2016.

RONDON NETO, R. M.; KOZERA, C.; ANDRADE, R. R.; CECY, A. T.; HUMMES, A. P.; FRITZSONS, E.; CALDEIRA, M. V. W.; MACIEL, M. N. M.; SOUZA, M. K. F.; Caracterização florística e estrutural de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, em Curitiba, PR – Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 32, n. 1, p. 3-16, 2002.

ROTTA, E. Identificação dendrológica do Parque Municipal da Barreirinha, Curitiba, PR (baseadas em características macromorfológicas). **Floresta**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 78-80, 1977.

SALOMÃO, R. P.; SANTANA, A. C.; COSTA NETO, S. V. Construção de índices de valor de importância de espécies para análise fitossociológica de floresta ombrófila através de análise multivariada. **Floresta**, Curitiba, v. 42, n. 1, p. 115-128, 2012.

SANTANA, O. A.; IMAÑA-ENCINAS, J. Fitossociologia das espécies arbóreas nativas de cerrado em áreas adjacentes a depósitos de resíduos domiciliares. **Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 1, p. 93-110, 2010.

SANTOS FILHO, A. As principais consequências do desmatamento e uso do solo no Estado do Paraná. **Floresta**, Curitiba, v. 11, n. 1, p. 12-16, 1980.

SANTOS, C. A. N.; JARDIM, F. C. S. Dinâmica da regeneração natural de *Vouacapoua americana* com diâmetro <5 cm, influenciada por clareiras, em Moju, Pará. **Floresta**, Curitiba, v. 42, n. 3, p. 495-508, 2012.

SANTOS, T. O.; SANTANA, K. V. A.; SANTOS, H. V. S.; ARAÚJO FILHO, R. N.; HOLANDA, F. S. R.; Floristic and structural characterization of the mangrove forests in the estuary of the São Francisco river. **Floresta**, Curitiba, v. 49, n. 2, p. 163-170, 2019.

SAWCZUK, A. R.; FIGUEIREDO FILHO, A.; DIAS, A. N.; WATZLAWICK, L. F.; STEPKA, T. F. Alterações na estrutura e na diversidade florística no período 2002-2008 de uma Floresta Ombrófila Mista Montana do centro-sul do Paraná, Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 42, n. 1, p. 1-10, 2012.

SCHEER, M. B. Decomposição e liberação de nutrientes da serapilheira foliar em um trecho de Floresta Ombrófila Densa Aluvial em regeneração, Guaraqueçaba (PR). **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 2, p. 253-266, 2008.

SCHEER, M. B. Fluxo de nutrientes pela precipitação pluviométrica em dois trechos de Floresta Ombrófila Densa em Guaraqueçaba, Paraná. **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 1, p. 117-130, 2009.

SCHORN, L. A., FENILLI, T. A. B.; KRIEGER, A.; PELLENS, G. C.; BUDAG, J. J.; NADOLNY, M. C. Composição do banco de sementes no solo em áreas de preservação permanente sob diferentes tipos de cobertura. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 1, p. 49-58, 2013.

SCHORN, L. A., GALVÃO, F. Dinâmica da regeneração natural em três estágios sucessionais de uma Floresta Ombrófila Densa em Blumenau, SC. **Floresta**, Curitiba, v. 36, n. 1, p. 59-74, 2006.

SCIPIONI, M. C.; LONGHI, S. J.; ARAÚJO, M. M.; REINERT, D. J. Regeneração natural de um fragmento da Floresta Estacional Decidual na Reserva Biológica do Ibicuí-Mirim (RS). **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 3, p. 675-690, 2009.

SCIPIONI, M. C.; LUNARDI NETO, A.; SIMINSKI, A.; SANTOS, V. Forest edge effects on the phyto-sociological composition of an Araucaria Forest fragment in southern Brazil. **Floresta**, Curitiba, v. 48, n. 4, p. 483-492, 2018.

SCORIZA, R. N.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Influência da precipitação e temperatura do ar na produção de serapilheira em trecho de floresta estacional em Sorocaba, SP. **Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 4, p. 687-696, 2014.

SEGER, C. D.; DLUGOSZ, F. L.; KURASZ, G.; MARTINEZ, D. T.; RONCONI, E.; MELO, L. A. M.; BITTENCOURT, S. M.; BRAND, M. A.; CARNIATTO, I.; GALVÃO, F.; RODERJAN, C. v. Levantamento florístico e análise fitossociológica de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista localizado no município de Pinhais, Paraná-Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 35, n. 2, p. 291-302, 2005.

SEITZ, R. A. Algumas características ecológicas e silviculturais do vassourão-branco (*Piptocarpha angustifolia* Dusén). **Floresta**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 89-92, 1977.

SEITZ, R. A.; KANNINEN, M. Dendrochronology of *Araucaria angustifolia* in southern Brasil: preliminary results. **Floresta**, Curitiba, v. 18, n. ½, p. 55-61, 1988.

SELUSNIAKI, M.; ACRA, L. A. O componente arbóreo-arbustivo de um remanescente de Floresta com Araucária no município de Curitiba, Paraná. **Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 3, p. 593-602, 2010.

SEUBERT, R. C.; MAÇANEIRO, J. P.; BUDAG, J. J.; FENILLI, T. A. B.; SCHORN, L. A. Banco de sementes do solo sob plantios de *Eucalyptus grandis* no município de Brusque, Santa Catarina. **Floresta**, Curitiba, v. 46, n. 2, p. 165-172, 2016.

SILVA, P. O.; MENINO, G. C. O.; REYS, P.; SÁ, J. L.; SOARES, M. P.; SILVA, F. G. Phenology of *Anacardium occidentale* (Anacardiaceae) and its relationship with climatic factors. **Floresta**, Curitiba, v. 49, n. 1, p. 69-78, 2019.

SOARES, R. v. Considerações sobre a regeneração natural da *Araucaria angustifolia*. **Floresta**, Curitiba, v. 10, n. 2, p. 12-18, 1979.

SOUZA, L. C.; MARQUES, R. Fluxo de nutrientes em Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas no litoral do Paraná. **Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 1, p. 125-136, 2010.

TEIXEIRA, L. J.; FELICIANO, A. L. P.; GALINDO, I. C. L.; MARTINS, C. M.; ALENCAR, A. L. Relações entre a florística arbórea e características do solo em um fragmento de Floresta Atlântica, Tamandaré – PE. **Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 3, p. 625-634, 2010.

TEIXEIRA, L. L. Identificação botânico-dendrológica e anatômica da madeira de seis espécies euxilóforas do sudoeste paranaense. **Floresta**, Curitiba, v. 8, n. 1 p. 35-37, 1977.

TONINI, H.; COSTA, P.; KAMINSKI, P. E. Estrutura e produção de duas populações nativas de castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* O. Berg) em Roraima. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 3, p. 445-457, 2008.

VASHCHENKO, Y.; BIONDI, D.; FAVARETTO, N. Erosão causada pela prática do montanhismo na trilha para os picos Camapuã e Tucum – Campina Grande do Sul (PR) . **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 1, p. 71-87, 2008.

VASHCHENKO, Y.; BIONDI, D.; LIMA, M. R.; RODERJAN, C. V. Aspectos ambientais da trilha via noroeste do Parque Estadual Pico do Marumbi, PR. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 4, p. 535-548, 2013.

VASHCHENKO, Y.; FAVARETTO, N., BIONDI, D. Fragilidade ambiental nos picos Camacuã, Camapuã e Tucum, Campina Grande do Sul, PR. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 2, p. 201-215, 2007.

VIEIRA, R. S.; BLUM, C. T.; RODERJAN, C. V. Caracterização florística e estrutural de uma Floresta Ombrófila Densa Altomontana na Serra do Capivari, Campina Grande do Sul, Paraná. **Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 4, p. 565-576, 2014.

VOGEL, H. L. M.; SCHUMACHER, M. V.; TRÜBY, P. Deposição de serapilheira e nutrientes por espécies nativas em uma Floresta Estacional Decidual em Itaara, RS, Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 42, n. 1, p. 129-136, 2012.

ZACARIAS, R. R.; BRITEZ, R. M.; GALVÃO, F., BOEGER, M. R. T. Fitossociologia de dois trechos de Floresta Ombrófila Densa Aluvial em solos hidromórficos, Paraná, Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 42, n. 4, p. 769-782, 2012.

ZILLER, S. R., GALVÃO, F. A degradação da Estepe Gramíneo-Lenhosa no Paraná por contaminação biológica de *Pinus elliottii* e *P. taeda*. **Floresta**, Curitiba, v. 32, n. 1, p. 41-47, 2002.

## FLORESTA URBANA E ANÁLISE DA PAISAGEM

BIONDI, D. Diagnóstico da arborização de ruas da cidade do Recife. **Floresta**, Curitiba, v.20, n.1 e 2, p.30-31, 1990.

BIONDI, D.; PEDROSA-MACEDO, J. H. Plantas invasoras encontradas na área urbana de Curitiba (PR). **Floresta**, Curitiba, v.38, n.1, p.129-144, 2008.

BIONDI, D.; REISSMANN, C. B. Características dos solos urbanos utilizados pelas espécies *Acer negundo* L. e *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex DC.) Standl na cidade de Curitiba-PR. **Floresta**, Curitiba, v.25, n.1 e 2, p.43-54, 1995.

BIONDI; LEAL; COBALCHINI, J. L. Tratamentos silviculturais em mudas de *Allophylus edulis* (A. St. Hil. Cambess. & A. Juss.) Radlk para arborização de ruas. **Floresta**, Curitiba, v.37, n.3, p.437-444, 2007.

DETZEL; MILANO; HOEFLICH; FIRKOWSKI, 1998 Floresta, Curitiba, v.28, n.1 e 2, p.31-49, 1998.

DISPERATI, A. A.; RODERJAN, C. V. Fotografias (35 mm) terrestres estereoscópicas de árvores utilizadas na arborização de Curitiba-PR. **Floresta**, Curitiba, v. 16, n. 1 e 2, p.31-38,1986.

DISPERATI, A. A.; SKALSKI Jr., J. Contagem de copas de Pinheiro do Paraná em fotografias aéreas verticais (convencionais e 35 mm coloridas): estudo de caso do Capão da Imbuia-Curitiba-PR. **Floresta**, Curitiba, v.19, n.1, p.4-14, 1989.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L.E.; RIZZI, N. E. Aplicação de índices de paisagem às florestas ciliares na bacia do alto Capivari – região cárstica curitibana. **Floresta**, Curitiba, v.34, n.1, p.3-11, 2004.

GOMIDE, L. R.; LINGNAU, C. Simulação espacial de uma paisagem sob o efeito Borda. **Floresta**, Curitiba, v.39, n.2, p.441-455, 2009.

GRISE, M. M.; BIONDI, D.; LINGNAU, C.; ARAKI, H. A estrutura da paisagem do mosaico formado pelas unidades de conservação presentes no litoral norte do Paraná. **Floresta**, Curitiba, v.39, n.4, p.723-742, 2009.

GRISE, M.M.; BIONDI, D.; ARAKI, H. A floresta urbana da cidade de Curitiba, PR. **Floresta**, Curitiba, v.46, n.4, p.425-438, 2016.

LEAL, L.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C.; Efeitos da vegetação na variação térmica da cidade de Curitiba, PR. **Floresta**, Curitiba, v.44, n.3, p.451-464, 2014.

LEAL, L.; BUJOKAS, W.M.; BIONDI, D. Análise da infestação de erva-de-passarinho na arborização de ruas de Curitiba, PR. **Floresta**, Curitiba, v.36, n.3, p.323-330, 2006.

LIMA, C. L.; SANQUETTA, C. R.; KIRCHNER, F. F.; FERRETI, E. R. Qualidade da paisagem: estudo de caso na Floresta Ombrófila Mista. **Floresta**, Curitiba, v.34, n.1, p.45-56, 2004.

MARENZI, R.C.; RODERJAN, C.V. Estrutura espacial da paisagem da morraria da praia vermelha (SC): subsídio à ecologia da paisagem. **Floresta**, Curitiba, v.35, n.2, p.259-269, 2005.

MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C.; SILVA FILHO, D. F. Análise microclimática das diferentes tipologias de floresta urbana de Curitiba. **Floresta**, Curitiba, v.47, n.2, p.137-144, 2017.

MARTINI, A.; BIONDI, D; BATISTA, A. C.; ZAMPRONI, K.; VIEZZER, J.; GRISE, M. M.; LIMA NETO, E. M. Percepção da população sobre o conforto térmico proporcionado pela arborização de ruas de Curitiba-PR. **Floresta**, Curitiba, v.44, n.3, p.515-524, 2014.

MILANO, M. S. Avaliação e análise da arborização de ruas de Curitiba-PR. **Floresta**, Curitiba, v.20, n.1 e 2, p.21-22, 1990.

MILANO, M. S. Avaliação quali-quantitativa e manejo da arborização urbana: exemplo de Maringá-PR. **Floresta**, Curitiba, v.20, n.1 e 2, p.71-72, 1990.

MILANO, M. S. O planejamento da arborização, as necessidades de manejo e tratamentos culturais das árvores de ruas de Curitiba-PR. **Floresta**, Curitiba, v.17, n.1 e 2, p.15-21, 1987.

MILANO; RIZZI; BRASSIOLI, Uma proposta de macrozoneamento para região metropolitana de Curitiba, com ênfase na função social das florestas. **Floresta**, Curitiba, v.17, n.1 e 2, p.37-44, 1987.

NEWTON, A. C. **Forest Ecology and Conservation** - A Handbook of Techniques. New York: Oxford University Press Inc., 2007. 435p.

NUNES, J. R. S.; BEUTLING, A.; KOPROSKI, L. P.; MELO, L. A. N.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C. Relação entre a qualidade da paisagem e o risco de incêndios florestais. **Floresta**, Curitiba, v.38, n.1, p.145-154, 2007.

TONETTI, A.M.; BIONDI, D.; LEITE, J. C.M. Capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*, Linnaeus 1766) na paisagem urbana de Curitiba-PR. **Floresta**, Curitiba, v.47, n.3, p.257-267, 2017.

VIDOLIN, G. P.; BIONDI, D.; WANDEMURUCK, A. A anta (*Tapirus terrestris*) em fragmentos de floresta com araucária, Paraná, Brasil. **Floresta**, Curitiba, v.41, n.4, p.277-281, 2011.

WIELEWSKI, P.; AUER, C. G.; GRIGOLETTI Jr., A. Levantamento de doenças em ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha*) em Curitiba, PR. **Floresta**, Curitiba, v.32, n.2, p.277-281, 2002.

## CONTROLE DE INCÊNDIOS FLORESTAIS

ALVES, M. G. A.; BATISTA, A. C.; SOARES, R. V.; KOEHLER, H. S.; PEREIRA, J. F. Modelagem de umidade do material combustível, baseada em variáveis meteorológicas. **Floresta** (UFPR), v.39, p.167 - 174, 2009.

BATISTA, A. C.; REISSMANN, C. B.; SOARES, R. V. Efeitos da queima controlada sobre algumas propriedades químicas do solo em um povoamento de *Pinus taeda* no município de Sengés-PR. **Floresta** (UFPR), v.27 n 1/2, p.59 - 70, 1997.

BATISTA, A. C.; SOARES, R. V. Avaliação do comportamento do fogo em queimas controladas sob povoados de *Pinus taeda*. **Floresta** (UFPR), v.25, p.31-42, 1995.

BATISTA, A. C.; SOARES, R. V. Relação entre carbonização da casca das árvores e algumas variáveis do comportamento do fogo. **Floresta** (UFPR), v.23, p.47 - 53, 1995.

BEUTLING, A.; BATISTA, A. C.; SOARES, R. V.; VITORINO, M. D. Quantificação de material combustível superficial em reflorestamentos de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. **Floresta** (UFPR), v.35, p.465 - 472, 2005.

BEUTLING, A.; BATISTA, A. C.; STOLLE, L.; TETTO, A. F.; GIONGO, M. Caracterização e modelagem de material combustível superficial em povoamentos de *Pinus elliottii*. **Floresta** (UFPR. Impresso), v.42 n 3, p.443-452, 2012.

KOPROSKI, Letícia; BATISTA, A. C.; SOARES, Ronaldo Viana Ocorrências de incêndios florestais no Parque Nacional de Ilha Grande - Brasil. **Floresta** (UFPR), v.34, p.193 - 197, 2004.

MBANZE, A. A.; BATISTA, A. C.; TETTO, A. F.; KOEHLER, H. S.; MANTEIGA, J. B. Influence of the meteorological conditions on forest fires occurrences in Lichinga district, northern Mozambique. **Floresta** (Online) (Curitiba), v.45, p.577 - 586, 2015.

MELO, L.A. M. N.; SOARES, R. V.; SIQUEIRA, J. D. P.; KIRCHNER, F. F. Modelagem de combustíveis florestais no Parque Nacional do Iguaçu, PR, Brasil. **Floresta** (UFPR) V. 36, n. 3, 2006.

NUNES, J. R. S.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. Ajuste da fórmula de Monte Alegre Alterada (FMA+) para o Estado do Paraná. **Floresta** (UFPR), v.37, p.01 - 14, 2007.

NUNES, J. R. S.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. FMA+ Um novo índice para o estado do Paraná. **Floresta** (UFPR), v.36, p.75 - 91, 2006.

OLIVEIRA, J. J. P. Efeitos de retardantes químicos na propagação de incêndios florestais, **Floresta** (UFPR) V 8 n 1, 71-73. 1977.

RAMOS RODRIGUEZ, M.P.; RODRIGUEZ, Y. C.; MIRANDA SIERRA, C. A.; BATISTA, A. C.; TETTO, A. F. Relación entre variables meteorológicas e incendios forestales en la provincia Pinar del Río, Cuba. **Floresta** (ONLINE) (CURITIBA), v.47, p.343 - 352, 2017.

RODRIGUEZ, M. P. R.; SOARES, R. V. Análisis comparativo entre los incendios forestales em Monte Alegre, Brasil y Pinar del Río, Cuba. **Floresta** (UFPR Impresso) 34 (2), p. 101-107. 2004.

RODRIGUEZ, M. P. R.; SOARES, R. V. Comportamiento histórico de los incendios forestales em la provincia de Pinar del Río, Cuba. **Floresta** (UFPR Impresso) 28(1/2): 03-18. 1998.

RODRÍGUEZ, M. P. R.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; TETTO, A. F.; MIRANDA SIERRA, C. A.; RODRIGUEZ, Y. C. Ajuste e desempenho dos índices de perigo de incêndios Nesterov, FMA e FMA+ na empresa florestal Macurije, Cuba. **Floresta** (UFPR. Impresso), v.42, p.651 - 660, 2012.

RODRÍGUEZ, M. P. R.; SOARES, R. V.; BATISTA, A.C.; TETTO, A. F.; MARTINEZ BECERRA, L. W. Comparação entre o perfil dos incêndios florestais de Monte Alegre, Brasil e de Pinar del Río, Cuba. **Floresta** (UFPR. Impresso), v.43, p.231-240. 2013.

RODRIGUEZ, Y. C.; RAMOS RODRIGUEZ, M.P.; BATISTA, A. C.; MARTINEZ BECERRA, L. W.; TETTO, A. F. Diseño de un índice de peligro de incendio forestal para la provincia Pinar del Río, Cuba. **Floresta** (Online) (Curitiba), v.47, p.65 - 74, 2017.

SEGER, C. D.; BATISTA, A.C.; TETTO, A. F.; SOARES, R.V. Comportamento do fogo em queimas controladas de vegetação de estepe no município de Palmeira, Paraná, Brasil. **Floresta** (UFPR. Impresso), v.43, p.547 - 558, 2013

SOARES, R. Índices de perigo de incêndio. **Floresta** (UFPR) V. 3 n 3, p. 19-40. 1972.

SOARES, R. V. Determinação da quantidade de material combustível acumulado em plantios de Pinus spp. na região de Sacramento, MG. **Floresta** (UFPR) V 10 n. 2, p 33-40. 1979.

SOARES, R. V. Determinação da quantidade de material combustível acumulado em plantios de Pinus spp na região de Sacramento, MG. **Floresta** (UFPR) V 10 n 1, p 48-62. 1979.

SOARES, R. V. E PAEZ, G. Uma nova fórmula para determinar o grau de perigo de incêndios florestais na região centro-paranaense. **Floresta** (UFPR) V. 4 n 3, p. 15-25. 1973.

SOARES, R. V. Ocorrência de incêndios em povoamentos florestais. **Floresta** (UFPR) V. 22 n 1/2, p 39-53. 1992.

SOARES, R. V. Perfil dos incêndios florestais no Brasil de 1984 a 1987. **Floresta** (UFPR) V. 18 n 1/2, p. 94-121.1988.

SOARES, R. V. Prevenção de incêndios florestais II: técnicas preventivas **Floresta** (UFPR) v 3 n 1, p. 43-49. 1971.

SOARES, R. V.; CORDEIRO, L. Análise das causas e épocas de ocorrência de incêndios florestais na região centro-paranaense. **Floresta** (UFPR) V. 5 n 1, p 46-49.1974

SOARES, R. V.; SANTOS, J. F. Perfil dos incêndios florestais no Brasil de 1994 a 1997. **Floresta** (UFPR) v. 32 n. 2, p 219-232. 2000.

SOARES, R. V.; SANTOS, J. F.; BATISTA, A. C. Perfil dos incêndios florestais no Brasil em áreas protegidas no período de 1998 a 2002. **Floresta** (UFPR), v. 36 n. 1. 2006

SOARES, R.V. Pontos importantes a considerar no combate. **Floresta** (UFPR) v 2 n 2, p. 51-52. 1970.

SOARES, R.V. Prevenção de incêndios florestais I: vigilância. **Floresta** (UFPR) v 2 n 2, p. 43-47. 1970.

SOUZA, L. J. B.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. Modelagem de material combustível em povoamentos de Pinus taeda no norte de Santa Catarina. **Floresta** (UFPR), v. 33, p. 157 – 168. 2003.

TETTO, A. F.; BATISTA, A. C.; SOARES, R. V. Ocorrência de incêndios florestais no estado do Paraná, no período de 2005 a 2010. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 42, n. 2, p. 391 – 398. 2012

TOZZINI, D. S.; SOARES, R. V. Relações entre comportamento do fogo e danos causados a povoamento de Pinus taeda. **Floresta** (UFPR). v. 17 n. 1/2, p 9-13. 1987.

VOSGERAU, J.; BATISTA, A. C.; SOARES, R. V.; GRODZKI, L. Avaliação dos registros de incêndios florestais no estado do Paraná no período de 1991 a 2000. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 36, n. 1. 2006.

## MANEJO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

ABREU, K. C. de; KOPROSKI, L. de P.; KUCZACH, A. M.; CAMARGO, P. C. de; BOSCARATO, T. G. Grandes felinos e o fogo no Parque Nacional de Ilha Grande, Brasil. **Floresta**, v. 34, n. 2, p. 163 – 167, 2004.

ANDREACCI, F.; BOTOSO, P. C.; GALVÃO, F. Sinais climáticos em anéis de crescimento de *Cedrela fissilis* em diferentes tipologias de florestas ombrófilas do sul do Brasil. **Floresta**, v. 44, n. 2, p. 323 – 332, 2014.

COSTA FILHO, L. V.; RIZZI, N. E. The runoff's behavior to different land uses in watersheds at northwestern Paraná, Brazil. **Floresta**, v. 46, n. 3, p. 413 – 424, 2016.

FERREIRA, P. I.; GOMES, J. P.; STÉDILLE, L. I. B.; NICOLETTI, M. F.; BORTOLUZZI, R. L. da C.; MANTOVANI, A. Estrutura populacional, padrão espacial e estoque de carbono em bracatingais no planalto sul catarinense. **Floresta**, v. 46, n. 2, p. 227 – 234, 2016.

FIEDLER, N. C.; RODRIGES, T. O.; MEDEIROS, M. B. de Análise das condições de trabalho de brigadistas de combate a incêndios florestais no Distrito Federal. **Floresta**, v. 34, n. 2, p. 89 – 94, 2004.

FIORAVANTE, J. L.; BONATTO, F. Método de bombardeio aéreo para combate em incêndios florestais. **Floresta**, v. 34, n. 2, p. 187 – 192, 2004.

GOUVEIA, G. P; MORAIS, J. C. M. de Operações de prevenção e combate aos incêndios florestais no estado de Roraima 2003/2004. **Floresta**, v. 34, n. 2, p. 199 – 204, 2004.

GRISE, M. M.; BIONDI, D.; LINGNAU, C.; ARAKI, H. A estrutura da paisagem do mosaico formado pelas unidades de conservação presentes no litoral norte do Paraná. **Floresta**, PR, v. 39, n. 4, p. 723-742, 2009.

HAUFF, S. N.; MILANO, M. S. Opiniões de funcionários de parques brasileiros sobre ações de manejo em localidades rurais situadas no seu entorno e interior. **Floresta**, v. 35, n. 2, p. 335 – 350, 2005.

KANIESKI, M. R.; LONGHI, S. J.; MILANI, J. E. de F.; SANTOS, T. L.; SOARES, P. R. C. Caracterização florística e diversidade na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS, Brasil. **Floresta**, v. 47, n. 2, p. 177 – 185, 2017.

KOPROSKI, L. de P.; BATISTA, A. C.; SOARES, R. V. Ocorrências de incêndios florestais no Parque Nacional de Ilha Grande – Brasil. **Floresta**, v. 34, n. 2, p. 193 – 197, 2004.

KOPROSKI, L.; FERREIRA, M. P.; GOLDAMMER, J. G.; BATISTA, A. C. Modelo de zoneamento de risco de incêndios para unidades de conservação brasileiras: o caso do Parque Estadual do Cerrado (PR). **Floresta**, v. 41, n. 3, p. 551 – 562, 2011.

LIMA, G. S. A prevenção de incêndios florestais no estado de Minas Gerais. **Floresta**, v. 30, n. ½, p. 37 – 43, 2000.

MAGANHOTTO, R. F.; SANTOS, L. J. C.; OLIVEIRA FILHO, P. C. de Análise da fragilidade ambiental como suporte ao planejamento do ecoturismo em unidades de conservação: estudo de caso Flona de Irati -PR. **Floresta**, v. 41, n. 2, p. 231 – 242, 2011.

MARCUZZO, S. B.; ARAÚJO, M. M.; GASPARIN, E. Plantio de espécies nativas para restauração de áreas em unidades de conservação: um estudo de caso no sul do Brasil. **Floresta**, v. 45, n. 1, p. 129 – 140, 2015.

MARTINS, A. J.; MILANO, M. S.; RODERJAN, C. V.; MENDONÇA, R. W. de Avaliação e análise do sistema estadual de unidades de conservação do Paraná. **Floresta**, v. 15, n. ½, p. 20 – 32, 1985.

MENEZES, R. S. de; SANTOS, A. J. dos; BERGER, R. A importância da reserva legal na geração de renda dos pequenos produtores rurais: estudo de caso no estado do Acre, Amazônia. **Floresta**, v. 35, n. 1, p. 1 – 11, 2005.

MILANO, M. S. Parques e reservas: uma análise da política brasileira de unidades de conservação. **Floresta**, v. 15, n. ½, p. 4 – 9, 1985.

MORAIS, J. C. M. de Tecnologia de combate aos incêndios florestais. **Floresta**, v. 34, n. 2, p. 211 – 216, 2004.

NOGUEIRA, A. S.; SANTOS, A. J. dos; BITTENCOURT, A. M.; BOLZON, D. R.; PAULA, F. da S. de Aspectos produtivos e econômicos da cadeia produtiva do cipó-preto no litoral paranaense. **Floresta**, v. 36, n. 3, p. 343 – 348, 2006.

OLIVEIRA NETO, P. G.; MELLO, A. P.; GAMA, D. C.; BARRETO, I. D. C.; FERREIRA, R. A.; NAKAJIMA, N. Y. Comparação de dimensões de parcelas para análise de vegetação em um fragmento de mata atlântica, Aracaju, SE. **Floresta**, v. 45, n. 4, p. 735 – 744, 2015.

PÉLLICO NETTO, S. Relatório do seminário de manejo de áreas silvestres. **Floresta**, v. 2, n. 2, p. 23 – 27, 1970.

PEREIRA, C. A.; FIEDLER, N. C.; MEDEIROS, M. B. de Análise de ações de prevenção e combate aos incêndios florestais em unidades de conservação do cerrado. **Floresta**, v. 34, n. 2, p. 95 – 100, 2004.

RAMOS, A. A. A situação atual das reservas florestais do Paraná. **Floresta**, v. 1, n. 1, p. 71 – 98, 1969.

RIZZI, N. E.; MILANO, M. S.; MENDES, J. M. D. Análise da demanda e usuários potenciais das atividades recreativas da Floresta Nacional de Irati. **Floresta**, v. 18, n. ½, p. 40 – 54, 1988.

ROCHADELLI, R.; SANTOS, A. J. dos; MILDNER, L. I. D.; SCHNEIDER, A. V. Análise da percepção da comunidade local e da participação popular no processo de criação de unidades de conservação. **Floresta**, v. 38, n. 3, p. 421 - 429, 2008.

ROCHADELLI, R.; SILVA, I. C.; KASSEBOEHMER, A. L.; SCHNEIDER, A. V.; HOSOKAWA, R. T. Restrições e impactos da legislação ambiental no município de Guaraqueçaba, PR. **Floresta**, v. 43, n. 3, p. 495 – 502, 2013.

RODRÍGUEZ, Y. C.; RODRÍGUEZ, M. P. R.; BATISTA, A. C.; BECERRA, L. W. M.; TETTO, A. F. Diseño de un índice de peligro de incendio forestal para la provincia Pinar del Río, Cuba. **Floresta**, v. 47, n. 1, p. 65 – 74, 2017.

SANTOS, J. F.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. Perfil dos incêndios florestais no Brasil em áreas protegidas no período de 1998 a 2002. **Floresta**, v. 36, n. 1, p. 93 – 100, 2006.

SILVA, J. R. da Comportamento do fogo em um ano crítico nas unidades do Instituto Florestal de São Paulo. **Floresta**, v. 34, n. 2, p. 131 – 136, 2004.

SOUZA, W. de Manejo de áreas silvestres e bacias hidrográficas. **Floresta**, v. 3, n. 2, p. 18 – 20, 1971.

STRUMINSKI, E. Chile: aspectos naturais e conservação. **Floresta**, v. 28, n. ½, p. 103 – 109, 1998.

SÜHS, R. B.; PUTZKE, J.; BUDKE, J. C. Relações florístico-geográficas na estrutura de uma floresta na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. **Floresta**, v. 40, n. 3, p. 635 – 646, 2010.

TORRES, F. T. P.; LIMA, G. S.; COSTA, A. das G.; FÉLIX, G. de A.; SILVA JÚNIOR, M. R. da Perfil dos incêndios florestais em unidades de conservação brasileiras no período de 2008 a 2012. **Floresta**, v. 46, n. 4, p. 531 – 542, 2016.

WHITE, B. L. A.; RIBEIRO, A. S.; RIBEIRO, G. T.; SOUZA, R. M. Building fuel models and simulating their surface fire behavior in the “Serra de Itabaiana” National Park, Sergipe, Brazil. **Floresta**, v. 43, n. 1, p. 27 – 38, 2013.



Esta publicação foi impressa na  
Imprensa da Universidade Federal do Paraná,  
em Piraquara, no mês de janeiro de 2020.