

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CAMPUS DE CURITIBA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA – PPGTE**

**ANDRESSA MARIA WOYTOWICZ FERRARI**

**A UTILIZAÇÃO DE MADEIRA NATIVA PARA EXPLORAÇÃO COMERCIAL  
SUSTENTÁVEL NO SETOR DE CONSTRUÇÃO CIVIL: a possibilidade da *Araucaria  
angustifolia***

**DISSERTAÇÃO**

**CURITIBA  
2011**

**ANDRESSA MARIA WOYTOWICZ FERRARI**

**A UTILIZAÇÃO DE MADEIRA NATIVA PARA EXPLORAÇÃO COMERCIAL  
SUSTENTÁVEL NO SETOR DE CONSTRUÇÃO CIVIL: a possibilidade da *Araucaria  
angustifolia***

Dissertação apresentada como requisito parcial  
para a obtenção do título de Mestre em  
Tecnologia, pelo Programa de Pós-Graduação  
em Tecnologia da Universidade Tecnológica  
Federal do Paraná, Campus de Curitiba.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Eloy Fassi Casagrande Junior

**CURITIBA  
2011**



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
 Diretoria do *Campus* Curitiba  
 Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
**Programa de Pós-Graduação em Tecnologia**



**TERMO DE APROVAÇÃO**

**Título da Dissertação Nº 340**

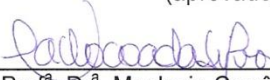
**A utilização de madeira nativa para exploração comercial sustentável no setor de construção civil: a possibilidade da Araucaria angustifolia**

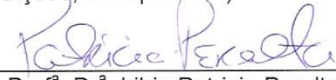
por


**Andressa Maria Woytowicz Ferrari**


Esta dissertação foi apresentada às \_\_\_\_\_ 9/3/11 \_\_\_\_\_  
 do dia **18 de março de 2011** como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE EM  
 TECNOLOGIA, Área de Concentração – Tecnologia e Sociedade, Linha de Pesquisa –  
 Tecnologia e Desenvolvimento, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Universidade  
 Tecnológica Federal do Paraná. A candidata foi argüida pela Banca Examinadora composta  
 pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o  
 trabalho \_\_\_\_\_ APROVADO \_\_\_\_\_.

(aprovado, aprovado com restrições, ou reprovado)

  
 Prof.ª Dr.ª Maclovio Corrêa da Silva  
 (UTFPR)

  
 Prof.ª Dr.ª Líbia Patrícia Peralta Agudelo  
 (UNIBRASIL)

  
 Prof. Dr. Edilson Batista de Oliveira  
 (EMBRAPA)

  
 Prof. Dr. Eloy Fassi-Casagrande Júnior  
 (UTFPR)  
*Orientador*

Visto da coordenação:

  
 Prof. Dr. Domingos Leite Lima Filho  
 Coordenador do PPGTE

Prof. Dr. Domingos Leite Lima Filho  
 Coordenador do PPGTE



## AGRADECIMENTOS

À vida pela oportunidade de conhecer pessoas, lugares e proporcionar interesses.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná pelo apoio institucional, e ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e todos aos que ali presentes auxiliaram nas dúvidas que surgiram no decorrer deste processo de aprendizagem.

Agradeço ao Professor Dr. Eloy Casagrande pela orientação deste trabalho, pelas conversas e direcionamentos.

À Professora Dra. Maclovia Silva pela sua dedicação, paciência, incentivo e disponibilidade.

A todos os colegas mestrandos pelas conversas compartilhadas e pela convivência durante a realização deste estudo.

Agradeço ao pesquisador Edilson Oliveira pela atenção, simpatia e apoio.

A todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente, me fortalecendo com sua compreensão e carinho.

À minha mãe Elaine, meu pai Emerson, amigos e ao meu marido André pelo amor incondicional.

A árvore simboliza ao mesmo tempo a vida e a morte. Imensa, erguida para o céu, resistente aos elementos e ao tempo, símbolo da vida que se prolonga e que todos os anos se renova adquirindo forças, ela não cessou de povoar os nossos sonhos de imortalidade. Mergulha profundamente as suas raízes no inconsciente coletivo. Eis por que todas as civilizações veneraram a sua imagem (FISCHESSER, 1981).

A floresta e seus numerosos produtos são riquezas comuns, que devem ser utilizadas, mas não malbaratadas. O machado e a serra, quando manejados criteriosamente, não são indesejáveis numa floresta. Pelo contrário, são úteis. A economia humana não pode prescindir dos produtos que a floresta nos fornece (CARNEIRO, 1954).

## RESUMO

FERRARI, Andressa Maria Woytowicz. **A utilização de madeira nativa para exploração comercial sustentável no setor de construção civil:** a possibilidade da *Araucaria angustifolia*. 2011. 189 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

Esta pesquisa apresenta uma abordagem sobre a utilização da madeira como um material renovável no setor de construção civil, sendo esta proveniente de plantios sustentáveis que incentivem a utilização da espécie nativa *Araucaria angustifolia*. Discute conceitos de minimização de impactos de materiais construtivos e de arquitetura sustentável. Traz referências sobre a certificação e legalização da madeira. Apresenta a silvicultura e os manejos florestais sustentáveis como alternativas para fornecer matéria-prima ao setor da construção, proporcionando renda ao produtor rural e resgatando o cultivo de uma espécie de importância ambiental e cultural muito relevante para a região sul do Brasil. Problematiza questões legais que desestimulam a exploração comercial da espécie, assim como questões relacionadas à recuperação de áreas de Reserva Legal que incentivam o uso da espécie e permitem seu manejo sustentável. Com o auxílio de ferramentas tecnológicas foi possível confirmar a hipótese de obtenção da madeira de araucária em plantios conduzidos, testando sua viabilidade financeira e sua capacidade de realizar sequestro e estoque de carbono. Os *softwares* utilizados para tal objetivo proporcionaram a comparação entre plantios com o mesmo plano de manejo para as espécies de pinus e araucária. Fez-se esta comparação por ser o pinus uma das principais culturas exóticas encontrada em plantios florestais na região sul do país. O estudo verificou, por meio da utilização destes *softwares*, que a araucária é uma espécie passível de exploração econômica através de seus produtos madeireiros. Os resultados obtidos revelam que o volume de produção da araucária não supera a do pinus, porém a análise financeira demonstra que a araucária se torna superior ao pinus em geração de receita somando-se aos produtos madeireiros as estimativas de renda obtida através da comercialização do fruto, o pinhão. Os resultados confirmam também que a araucária tem maior capacidade que o pinus em estoque de carbono por m<sup>3</sup> de madeira.

**Palavras-chave:** Madeira. Construção Civil. Florestas. Manejo Florestal. Araucária.

**Áreas de pesquisa:** Arquitetura, Engenharia Florestal, Multidisciplinar.

## ABSTRACT

FERRARI, Andressa Maria Woytowicz. **The use of native timber for commercial exploitation in sustainable construction industry:** the possibility of *Araucaria angustifolia*. 2011. 189 p. Thesis (Master in Technology) – Technology Post-Graduation Program, Federal University of Technology of Paraná, Curitiba, 2009.

This research presents an approach on the use of wood as a renewable material in the construction sector, which is derived from sustainable plantations that encourage the use of the native species *Araucaria angustifolia*. Discusses concepts of minimization of construction materials impacts and of sustainable architecture. Brings references on certification and legalization of wood. Displays forestry and sustainable forest management as alternatives to supply raw materials to the construction sector, providing income to farmers and rescuing the cultivation of a species of environmental and cultural importance very relevant to the south of Brazil. Problematizes legal issues which discourage commercial exploitation of the species, as well as issues related to recovery of legal reserve areas that encourage the use of the species and enable their sustainable management. With the help of technological tools it was possible to confirm the hypothesis of obtaining *Araucaria* wood in conducted plantings, testing their financial viability and their ability in sequester and store carbon. The softwares used for this purpose promoted the comparison of plantations with the same management plan for the species of pine and *Araucaria*. These comparison was done because the pine is one of the major exotic cultures found in forest plantations in southern Brazil. The study found, through the use of such softwares, that the *Araucaria* is a species capable of economic exploitation through their timber products. The results show that the volume of production of *Araucaria* does not outweigh the pine, but the financial analysis shows that the *Araucaria* becomes higher than the pine in revenue generation by adding wood products to the estimates of income earned through the sale of its seeds. The results also confirm that the *Araucaria* has a higher capacity than the pine trees in carbon stock per m<sup>3</sup> of timber.

**Key-words:** Wood. Construction. Forests. Forest Management. Araucária.

**Research fields:** Architecture, Forestry, Multidisciplinary Field.

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – ESPÉCIES CITADAS COMO POTENCIAIS DE MERCADO, DIMENSÕES REQUERIDAS E VALOR DE COMPRA SUGERIDO.....	27
TABELA 2 – ESPÉCIES USADAS EM REFLORESTAMENTO NAS PLANTAÇÕES TROPICAIS.....	40
TABELA 3 – FLORESTA CERTIFICADA PELO FSC NO BRASIL (2007).....	88
TABELA 4 – PINHÃO - QUANTIDADE PRODUZIDA E VALOR DE PRODUÇÃO EM 2009.....	102
TABELA 5 – CLASSIFICAÇÃO DE SÍTIO PARA ARAUCÁRIA NA REGIÃO SUL DO BRASIL.....	114
TABELA 6 – CLASSIFICAÇÃO DE SÍTIO PARA <i>PINUS TAEDA</i> NA REGIÃO SUL DO BRASIL.....	115
TABELA 7 – VOLUME DE PRODUÇÃO PARA ARAUCÁRIA E PINUS.....	122
TABELA 8 – ARAUCÁRIA - PRODUÇÃO NOS ANOS DE CORTE FINAIS.....	123
TABELA 9 – PINUS - PRODUÇÃO NOS ANOS DE CORTE FINAIS.....	123
TABELA 10 – PRODUÇÃO DE ARAUCÁRIA NOS DESBASTES DE 10, 15 E 20 ANOS.....	124
TABELA 11 – DIFERENÇA NO VOLUME TOTAL DE PRODUÇÃO DE PINUS E ARAUCÁRIA PARA USO EM SERRARIA.....	125
TABELA 12 – ESTIMATIVA DO VOLUME DE PRODUÇÃO DE PINHÃO ANO A ANO.....	127
TABELA 13 – VOLUME DE PRODUÇÃO DE PINHÃO PARA CADA IDADE FINAL DE CORTE DO PLANTIO.....	127
TABELA 14 – CORRESPONDÊNCIA ENTRE OS MÉTODOS E INDICAÇÕES DE DECISÃO PARA AS ATIVIDADES.....	129
TABELA 15 – ANÁLISE ECONÔMICA DA ARAUCÁRIA E DO PINUS PARA OS DIFERENTES CENÁRIOS.....	130
TABELA 16 – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE PARA PINUS E ARAUCÁRIA NOS DIFERENTES CENÁRIOS.....	132
TABELA 17 – ESTIMATIVA DA RECEITA DE PRODUÇÃO DE PINHÃO ANO A ANO COM VALORES VARIÁVEIS POR KG.....	134



TABELA 18 – ESTIMATIVA DA RECEITA TOTAL DO PINHÃO AO FINAL DE CADA CENÁRIO ESTABELECIDO.....	134
TABELA 19 – COMPARAÇÃO ENTRE PINUS E ARAUCÁRIA CONSIDERANDO A RECEITA TOTAL LÍQUIDA DOS PRODUTOS MADEIREIROS E A RECEITA TOTAL DO PINHÃO.....	135
TABELA 20 – VOLUME TOTAL DE PRODUÇÃO MADEIREIRA NOS DISTINTOS CENÁRIOS.....	140
TABELA 21 – DIFERENÇA NO VALOR PRESENTE LÍQUIDO NAS PRODUÇÕES DE PINUS E ARAUCÁRIA.....	143

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – ÁREAS FLORESTAIS POR PRINCIPAIS REGIÕES EM 1995.....	39
GRÁFICO 2 – ÁREAS PLANTADAS POR DIVERSAS CULTURAS (HA) – 2005.....	46
GRÁFICO 3 (A) E (B) – IMPACTOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	49
GRÁFICO 4 – CO <sub>2</sub> GERADO NA PRODUÇÃO DE MATERIAS (KG/M <sup>3</sup> ).....	58
GRÁFICO 5 – APLICAÇÕES DA MADEIRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL BRASILEIRA.....	60
GRÁFICO 6 – CONSUMO DE MADEIRA NO BRASIL EM 2009 POR SEGMENTO.....	60
GRÁFICO 7 – RELAÇÃO ENTRE AS PRODUÇÕES DE ARAUCÁRIA E PINUS.....	125
GRÁFICO 8 – VOLUME DE CO <sub>2</sub> FIXADO NOS POVOAMENTOS DE PINUS E DE ARAUCÁRIA APRESENTADO EM TONELADAS POR HECTARE.....	137
GRÁFICO 9 – VOLUME DAS ÁRVORES NOS POVOAMENTOS DE PINUS E DE ARAUCÁRIA, APRESENTADO EM M <sup>3</sup> POR HECTARE.....	138
GRÁFICO 10 – DIFERENÇAS NO CRESCIMENTO DE PINUS E DE ARAUCÁRIA, APRESENTADO EM VALORES DE ALTURA E DIÂMETRO MÉDIOS.....	139
GRÁFICO 11 – RELAÇÃO ENTRE PRODUÇÃO E RTL DE PINUS E DE ARAUCÁRIA - CORTE FINAL AOS 25 ANOS.....	141
GRÁFICO 12 – RELAÇÃO ENTRE PRODUÇÃO E RTL DE PINUS E DE ARAUCÁRIA - CORTE FINAL AOS 30 ANOS.....	141
GRÁFICO 13 – RELAÇÃO ENTRE PRODUÇÃO E RTL DE PINUS E DE ARAUCÁRIA - CORTE FINAL AOS 35 ANOS.....	142
GRÁFICO 14 – RELAÇÃO ENTRE PRODUÇÃO E RTL DE PINUS E DE ARAUCÁRIA - CORTE FINAL AOS 40 ANOS.....	142

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – QUEIMADAS NA AMAZÔNIA.....	36
FIGURA 2 – CADEIA PRODUTIVA DA MADEIRA.....	44
FIGURA 3 – DISTRIBUIÇÃO DA ATIVIDADE FLORESTAL À BASE DE PRODUTOS MADEIREIROS.....	47
FIGURA 4 – NMB, AMSTERDÃ – HOLANDA. ARQUITETO TON ALBERTS. CONSTRUÍDO EM 1987. IMPLANTAÇÃO.....	52
FIGURA 5 – NMB, AMSTERDÃ – HOLANDA. ARQUITETO TON ALBERTS. CONSTRUÍDO EM 1987. VISTA GERAL.....	52
FIGURA 6 – BANCO NMB, AMSTERDÃ – HOLANDA. ASPECTOS EXTERNOS E INTERNO.....	52
FIGURA 7 – VILLAGE HOMES, DAVIS – CALIFÓRNIA. RESPONSÁVEIS MICHAEL E JUDY CORBETT. INICIADO EM 1970.....	53
FIGURA 8 – VILLAGE HOMES, DAVIS – CALIFÓRNIA. VISTA AÉREA.....	53
FIGURA 9 – HOTEL INN OF ANASAZI, SANTA FÉ – NOVO MÉXICO. REFORMADO EM 1991. VISTAS EXTERNAS.....	54
FIGURA 10 – HOTEL INN OF ANASAZI, SANTA FÉ – NOVO MÉXICO. REFORMADO EM 1991. VISTA INTERNA.....	54
FIGURA 11 – IGREJAS DE MADEIRA DE MARAMUREȘ – SÂRBI SUSANI (1639) – TRANSILVÂNIA/ROMÊNIA.....	62
FIGURA 12 – TEMPLO HORYU-JI – ESTRUTURA DE MADEIRA MAIS ANTIGA DO MUNDO – NARA/JAPÃO.....	63
FIGURA 13 – TEMPLO HORYU-JI – DETALHE DO TELHADO.....	63
FIGURA 14 – TEMPLO DO CÉU – CONSTRUÍDO ENTRE 1406 E 1420 – PEQUIM/CHINA.....	64
FIGURA 15 – EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS – ISTAMBUL/TURQUIA.....	65
FIGURA 16 – CONSTRUÇÕES TRADICIONAIS TORAJA – INDONÉSIA.....	65
FIGURA 17 – CASA DA ERVA MATE FERRARI – CAMINHOS DE PEDRA SÃO PEDRO/BENTO GONÇALVES-RS.....	66
FIGURA 18 – CASA DA OVELHA – CAMINHOS DE PEDRA SÃO PEDRO/BENTO GONÇALVES-RS.....	67
FIGURA 19 – CASA DA OVELHA – DETALHES DA VARANDA E ESCADA.....	67

FIGURA 20 – CASA DA TECELAGEM – CAMINHOS DE PEDRA SÃO PEDRO/BENTO GONÇALVES-RS.....	67
FIGURA 21 – CASA DA TECELAGEM – DETALHES DA VARANDA E INTERIOR.....	68
FIGURA 22 – CASA DA TECELAGEM – DETALHES DA ESTRUTURA (PILARES, VIGAS, BARROTES E TESOURAS).....	68
FIGURA 23 – CASA VANNI – CAMINHOS DE PEDRA SÃO PEDRO/BENTO GONÇALVES-RS.....	68
FIGURA 24 – CASA VANNI – CAMINHOS DE PEDRA SÃO PEDRO/BENTO GONÇALVES-RS. FACHADA POSTERIOR.....	69
FIGURA 25 – CASA VANNI – DETALHES DE ESQUADRIA E INTERIOR.....	69
FIGURA 26 – CASA GIORDANI – VALE DOS VINHEDOS/BENTO GONÇALVES-RS.....	70
FIGURA 27 – VINÍCOLA BARCAROLA – VALE DOS VINHEDOS/BENTO GONÇALVES-RS.....	70
FIGURA 28 – PAISAGEM COM CASAS EM MADEIRA – CAMINHOS DE PEDRA SÃO PEDRO/BENTO GONÇALVES-RS.....	70
FIGURA 29 – CENTRO CULTURAL DR. CARLOS BORNÉO – CAMBARÁ DO SUL-RS.....	71
FIGURA 30 – CAPELA SANTA CRUZ (CONSTRUÍDA NA DÉCADA DE 1940) – MARINGÁ-PR.....	72
FIGURA 31 – TEATRO REVIVER – MARINGÁ-PR.....	73
FIGURA 32 – CAPELA IMACULADA CONCEIÇÃO (CONSTRUÍDA NA DÉCADA DE 1950) – CRUZEIRO DO OESTE-PR.....	73
FIGURA 33 – ANTIGA CATEDRAL DE MARINGÁ (EDIFÍCIO JÁ DEMOLIDO).....	74
FIGURA 34 – ALGODOEIRA DESATIVADA NA AVENIDA PARANÁ (ALGOESTE) –UMUARAMA-PR.....	74
FIGURA 35 – EDIFÍCIO EM MADEIRA DA ALGODOEIRA DESATIVADA (ALGOESTE) – UMUARAMA-PR.....	75
FIGURA 36 – RESIDÊNCIA DA FAMÍLIA GOMM CONSTRUÍDA NO BAIRRO BATEL EM 1913 – CURITIBA-PR.....	76
FIGURA 37 – EXEMPLO DE PROJETO DE RESIDÊNCIA COM FACHADA EM ALVENARIA E FUNDOS EM MADEIRA – CURITIBA-PR.....	77
FIGURA 38 – RESIDÊNCIA LOCALIZADA NA RUA MATEUS LEME,	

2789 - SÃO LOURENÇO – CURITIBA-PR.....	79
FIGURA 39 – RESIDÊNCIA LOCALIZADA NA RUA CARLOS PIOLI, 328 - BOM RETIRO – CURITIBA-PR.....	79
FIGURA 40 – RESIDÊNCIA LOCALIZADA NA RUA ALBERTO FOLLONI, 815 - AHÚ – CURITIBA-PR.....	80
FIGURA 41 – RESIDÊNCIA LOCALIZADA NA RUA DR. JOÃO DE OLIVEIRA PASSOS, 185 - BOM RETIRO – CURITIBA-PR.....	81
FIGURA 42 – RESIDÊNCIA LOCALIZADA NA RUA NILO PEÇANHA, 2001 - SÃO LOURENÇO – CURITIBA-PR.....	81
FIGURA 43 – ARMAZÉM SANTA ANA, AV. SENADOR SALGADO FILHO, 4460 - UBERABA – CURITIBA-PR.....	81
FIGURA 44 – CASA PEREIRA. SÃO MATEUS DO SUL-PR.....	82
FIGURA 45 – CASA DE MADEIRA CONSTRUÍDA EM 2008 NA AUSTRÁLIA.....	83
FIGURA 46 – CENTRO CULTURAL JEAN MARIE TJIBAOU, FINALIZADO EM 1998. NOUMÉA/NOVA CALEDÔNIA.....	84
FIGURA 47 – EDIFÍCIO BIP. SANTIAGO/CHILE. VISTA EXTERNA.....	84
FIGURA 48 – EDIFÍCIO BIP. SANTIAGO/CHILE. DETALHE CONSTRUTIVO DA ESCADA.....	85
FIGURA 49 – CASA FOLHA. ANGRA DOS REIS/RJ.....	85
FIGURAS 50 E 51 – EXEMPLARES DE <i>ARAUCARIA ARAUCANA</i> EM FASE ADULTA.....	94
FIGURA 52 – <i>ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA</i> EM FASE ADULTA.....	95
FIGURA 53 – ÁREAS DE DISTRIBUIÇÃO NATURAL DA <i>ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA</i> .....	96
FIGURA 54 – <i>ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA</i> SERRADA.....	100
FIGURA 55 – POVOAMENTO DE <i>ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA</i> EM GRAMADO-RS.....	101
FIGURA 56 – PINHÕES DE <i>ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA</i> .....	102
FIGURA 57 – VARIAÇÕES DA <i>ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA</i> SEGUNDO ESTÁGIOS DE CRESCIMENTO.....	106
FIGURA 58 – EXEMPLO DE ÁRVORES A SEREM REMOVIDAS EM UM DESBASTE SELETIVO. A LINHA PONTILHADA REPRESENTA A ALTURA DOMINANTE.....	110
FIGURA 59 – TELA INICIAL DO SISARAUCARIA – SISTEMA PARA	

PROGNOSE DO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE PLANTACÕES DE ARAUCÁRIA.....	112
FIGURA 60 – TABELA DO SISARAUCARIA DEMONSTRANDO A ENTRADA DE DADOS NO INVENTÁRIO.....	113
FIGURA 61 – TABELA DO SISARAUCARIA DEMONSTRANDO A ENTRADA DE DADOS DOS DEBASTES.....	116
FIGURA 62 – TABELA DO SISARAUCARIA DEMONSTRANDO A ENTRADA DE DADOS NAS OPÇÕES DE LISTAGEM.....	117
FIGURA 63 – TABELA DO SISARAUCARIA DEMONSTRANDO A ENTRADA DE DADOS NO CATÁLOGO DE PRODUTOS.....	118
FIGURA 64 – TABELA DO PLANIN DEMONSTRANDO A ENTRADA DE DADOS NO PLANO DE PRODUÇÃO DE ARAUCÁRIA AOS 40 ANOS.....	120
FIGURA 65 – TABELA DO PLANIN DEMONSTRANDO A ENTRADA DE DADOS NA PRODUÇÃO DE ARAUCÁRIA AOS 40 ANOS.....	121

## LISTA DE SIGLAS

- ABRAF – Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas
- APP – Área de Preservação Permanente
- ASBEA/PR – Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura do Paraná
- ASHRAE – American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
- CERFLOR – Programa brasileiro de Certificação Florestal
- CO<sub>2</sub> – Dióxido de carbono
- CT – Custo Total
- CTM – Custo Total Médio
- DAP – Diâmetro à altura do peito (1,3 m)
- DOF – Documento de Origem Florestal
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- EMATER – Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural
- FAO – *Food and Agriculture Organization of the United Nations*
- FSC – *Forest Stewardship Council* ou Conselho de Manejo Florestal
- FUPEF – Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná
- GBCBrasil – *Green Building Council* Brasil
- GEEs – Gases do efeito estufa
- IAP – Instituto Ambiental do Paraná
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IDS – Instituto de Desenvolvimento Sustentável
- IS – Índice de Sítio
- LEED – Leadership in Energy and Environmental Design
- MDL – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
- NMB – *National Microfinance Bank*
- OEMA – Órgão Estadual de Meio Ambiente
- PEFC – *Program for the Endorsement of Forest Certification Schemes*
- PIB – Produto Interno Bruto
- PLANIN – Planejamento Florestal Integrado
- $R \frac{B}{C}$  – Razão Benefício/Custo
- RL – Reserva Legal

RLM – Receita Líquida Média

RT – Receita Total

RTL – Receita Total Líquida

RTM – Receita Total Média

SBS – Sociedade Brasileira de Silvicultura

SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná

SIM – Sistema de Implementação e Verificação Modular

UNESCO – *United Nations Education Science and Culture Organization* ou Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e a Cultura

WWF – *World Wildlife Fund* ou Fundo Mundial da Natureza



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>17</b>
1.1 Hipótese de Pesquisa .....	20
1.2 Justificativa.....	21
1.3 Objetivos.....	27
1.4 Procedimentos Metodológicos .....	28
1.5 Estrutura Geral da Dissertação .....	29
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>31</b>
2.1 Utilidade das Florestas e da Madeira.....	31
2.2 Problemas Causados pela Falta de Florestas .....	33
2.3 As Primeiras Plantações para a Produção Madeireira .....	38
2.4 A Situação das Florestas Brasileiras: Usos e Aplicações .....	41
2.5 Silvicultura e Manejo Florestal Sustentável .....	45
2.6 O Impacto da Construção Civil .....	48
2.7 Contexto Habitacional .....	55
<b>3 A MADEIRA COMO MATÉRIA PRIMA NA CONSTRUÇÃO CIVIL</b> .....	<b>58</b>
3.1 Construções Tradicionais em Madeira no Mundo.....	61
3.2 Tradição em Construções de Madeira no Sul do Brasil .....	66
3.3 Construções Contemporâneas em Madeireira .....	82
3.4 Ferramentas de Certificação da Madeira .....	86
3.5 Araucaria Angustifolia .....	90
3.5.1 Conformidade com a Legislação Florestal .....	90
3.5.2 Descrição e Características da Espécie.....	93
3.5.3 Produtos Madeireiros e Subprodutos.....	99
3.5.4 Sistemas de Cultivo e Manejo .....	103
3.6 Sequestro e Estoque de Carbono .....	108
<b>4 CENÁRIOS PARA PLANTIO DE ARAUCÁRIA</b> .....	<b>110</b>
4.1 Metodologias de Aplicação .....	110
4.1.1 SisAraucária e SisPinus .....	111
4.1.2 Planin.....	118
4.2 Apresentação dos Resultados .....	121
4.2.1 Cenários I, II, III e IV: Volume de Produção .....	121
4.2.2 Cenários I, II, III e IV: Receita de Produção .....	128
4.2.3 Cenários I, II, III e IV: Fixação de Carbono.....	136
<b>5 ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> .....	<b>139</b>
<b>6 DISCUSSÃO GERAL</b> .....	<b>144</b>
6.1 Considerações Finais .....	144
6.2 Conclusões.....	144
6.3 Sugestões para Trabalhos Futuros .....	147
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>149</b>
<b>APÊNDICES</b> .....	<b>160</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo as tecnologias, que auxiliam as atividades humanas, foram criadas e desenvolvidas para aumentar as condições de sobrevivência e de vivência em ambientes construídos. Junto com esse processo, cada vez mais intensificado, aumentou-se o consumo energético e de recursos, trazendo conseqüências preocupantes como o aumento da poluição mundial e dos resíduos tóxicos, que reforçam o discurso sobre as incertezas quanto ao futuro do planeta e seus reflexos para a humanidade.

Pesquisas destinadas ao desenvolvimento sustentável, novas leis buscando a minimização de impactos sobre as atividades produtivas, conferências internacionais realizadas com o objetivo de se criar uma governança global que preze os interesses ambientais e humanos, são ações que se expandem gradativamente na sociedade e na economia mundial.

O conceito de sustentabilidade começou a se popularizar a partir do documento conhecido como Relatório Brundtland, publicado em 1987 pela Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento da Organização das Nações Unidas - ONU. Segundo este documento entende-se por desenvolvimento sustentável “aquele que é capaz de suprir as necessidades da geração atual sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das gerações futuras”. Esta tentativa de resgatar as idéias de crescimento equilibrado é amplamente discutida e atualmente não é a única. Pode-se encontrar, na literatura contemporânea, uma quantidade de conceitos e definições que tentam explicar o que seria o desenvolvimento sustentável. Diminuir os impactos das ações antrópicas sobre o meio ambiente, gerar menos resíduos, aproveitar ao máximo os recursos com o mínimo ou nenhum desperdício, melhorar as condições de vida de todos, gerar melhores e mais seguros ambientes de trabalho, oportunidades iguais de ascensão econômica, assim como melhorias na saúde, educação, infra-estrutura, incluindo um pensamento crítico quanto ao consumo consciente, à cooperação entre as nações e o respeito à natureza, são valores enumerados dentro da idéia do desenvolvimento sustentável, entre outros.

Um dos setores de maior impacto para o crescimento sócio-econômico das cidades e que requer grande quantidade de recursos é a área da construção civil. Além de também ser um grande gerador de resíduos e consumidor de energia e água, o setor é responsável pela emissão de um volume significativo de carbono associado aos materiais convencionais utilizados nos edifícios industriais, comerciais e residenciais. Furtado (2009) assegura que,

nos países industrializados, o setor é responsável pelo uso de cerca de 42% de toda a energia mundialmente produzida; 25% da água e 16% da terra; emitindo 40% de gases prejudiciais na atmosfera; 20% de todo o volume de efluentes líquidos e 25% dos resíduos sólidos. Portanto, mudanças no setor são essenciais para colaborar no alcance de um desenvolvimento sustentável.

A renovação de conceitos e tecnologias na área da construção civil envolve questões importantes que ultrapassam a centrada preocupação com a produtividade e a demanda de mercado. Antes das crises energéticas da década de 1970, de acordo com Ryan e Cowan (2009) citados por Xavier et al. (2010), não havia a preocupação dos arquitetos com os impactos ambientais causados pela execução de seus projetos, pois para eles eram insignificantes as trocas do edifício com seu entorno. Porém, bons exemplos já despontam baseados na “Bioarquitetura” e na “Arquitetura Sustentável”, notoriamente em países que possuem mais determinação em utilizar seus recursos financeiros e tecnológicos para sua realização. Existem várias definições que conceituam o que é a arquitetura sustentável, duas destas definições sugeridas são destacadas por Xavier et al. (2010, p.4):

A primeira, proposta pelo escritório inglês *Norman Foster + Partners* define que o projeto sustentável seria a criação de edificações eficientes do ponto de vista energético, saudáveis, confortáveis, de uso flexível e projetadas para terem uma longa vida útil. Já a *Building Services Research and Information Association* (Associação para a Informação e Pesquisa sobre as Instalações dos Edifícios) – BSRIA define que construção sustentável seria a criação e gestão de edifícios saudáveis, baseados em princípios ecológicos e no uso eficiente dos recursos.

Trabalhos nesta área destacam critérios que precisam ser levados em consideração na fase de elaboração do projeto, tais como eficiência energética, edificação saudável e confortável, flexibilidade de uso, utilização de princípios ecológicos, vida útil longa, e uso eficiente dos recursos (XAVIER et al., 2010). No Brasil, estes trabalhos ainda são poucos apesar de existir uma tradição retomada pelas pesquisas acadêmicas. No entanto, uma nova fase impulsiona o interesse de empresas para encontrar mercados, e com as certificações de “edificações verdes” (*greenbuildings*), formaram-se grupos de profissionais, ligados à construção civil, defendendo estas idéias. A definição de *greenbuilding* apresentada por Martinez et al. (2009), com base no *Green Guide* (Guia Verde) da *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers* (ASHRAE), refere-se ao edifício cuja concepção é realizada tendo em vista a preservação da natureza, reduzindo o impacto negativo humano sobre o meio natural no que concerne a materiais, recursos e outros processos existentes. Segundo Motta e Aguilar (2009), foi criado em 2007, o *Green Building Council* Brasil (GBCBrasil), com o objetivo de efetuar a avaliação e certificação de

construções sustentáveis no país, através da ferramenta LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*).

Em relação aos materiais construtivos, a necessidade por projetos sustentáveis utilizando produtos de base natural vem crescendo à medida que se vão conhecendo os impactos ambientais e os danos sobre a saúde humana causados por produtos de base sintética. Um material altamente versátil de base natural é a madeira. Porém, no Brasil, sua exploração indiscriminada no período colonial, sem qualquer regularização ou controle, quando ainda não havia uma preocupação em racionalizar seu uso, provocou uma devastação das florestas nativas nacionais. Esta preocupação só veio a existir no século XIX, quando botânicos e naturalistas ressaltavam a necessidade da preservação e conservação das florestas, e acentuou-se no século XX (CRUZ, 2008). De acordo com Farias (2006, p.12):

A preocupação com espécies nativas é relevante, considerando que houve no sul do Brasil uma significativa redução da cobertura florestal original e, paralelamente, uma degradação das formações florestais remanescentes, o que acaba comprometendo a biodiversidade.

Esta devastação não ocorreu apenas no sul do país e não ficou restrita ao período colonial. Ela vem se estendendo até a atualidade. Porém, tecnologias alternativas apresentam-se como forma de adequar o consumo e a exploração da madeira de modo consciente<sup>1</sup>. Uma delas é a silvicultura de espécies nativas, aliada ao manejo florestal, que apresenta oportunidades de pesquisa e de descobertas (FARIAS, 2006).

A madeira se apresenta como o material natural que mais economiza energia em suas fases de processamento, sendo compatível com a preocupação da racionalidade<sup>2</sup> no consumo energético nos processos industriais. Além disto, o material se aplica adequadamente às funções construtivas. Muitos exemplos são encontrados em países como Canadá, Estados Unidos e Suécia, que possuem a maior parte das suas edificações residenciais feitas em madeira (FINATTI, 2010). No Brasil o aproveitamento da madeira para o setor construtivo ainda é baixo em comparação a estes países, sendo o material utilizado principalmente no segmento de papel e celulose, como lenha para geração de energia no setor industrial e aplicado para produção de carvão vegetal utilizado na siderurgia para a produção de ferro-gusa e aço (ABRAF, 2010). Finatti (2010) constata que da madeira utilizada pela construção civil no Brasil 42% corresponde às estruturas de telhados, 28% às fôrmas e apenas 3% às

---

<sup>1</sup> Consciente, que sabe o que faz, que procede com consciência. Consciência, capacidade que o homem tem de conhecer valores e mandamentos morais e aplicá-los nas diferentes situações, cuidado extremo com que se executa um trabalho (WEISZFLOG, 2007).

<sup>2</sup> Racional, conforme à razão, razoável, lógico (WEISZFLOG, 2007).

casas pré-fabricadas. Incentivos à produção florestal visando o setor construtivo podem alterar tal estimativa.

O potencial brasileiro em silvicultura e no manejo florestal sustentável é evidente. A área territorial oficial do país é de aproximadamente 8.514.877 km<sup>2</sup> (851,4 milhões de hectares). O Brasil possui a segunda maior área florestal do mundo, estando à frente apenas a Rússia. As florestas brasileiras atingem uma área aproximada de 516 milhões de hectares, sendo 509,8 milhões de florestas naturais, 59,9% do território nacional, e 6,8 milhões de florestas plantadas correspondendo a apenas 0,8% (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, 2010). Os principais gêneros utilizados em florestas plantadas são *Eucalyptus* e *Pinus*, correspondendo respectivamente a 66,58% e 26,46%, somando 6.310.450 hectares (ABRAF, 2010).

A relevância da atividade florestal no Brasil vai além do aspecto puramente econômico, adquirindo também importância social e ambiental. Segundo Schuchovski (2003) um dos maiores desafios do país é o de conservar as florestas nativas, evitando o desmatamento irracional<sup>3</sup> e atender a demanda por produtos de origem florestal por meio de florestas plantadas. Neste sentido, a comercialização da madeira precisa incentivar ações de reflorestamento e de manutenção de florestas nativas.

## 1.1 HIPÓTESE DE PESQUISA

O setor da construção civil é responsável por gerar grande quantidade de resíduos e ser consumidor de recursos naturais não renováveis, gerando graves impactos ambientais. Entre estes problemas está o uso, na grande maioria dos casos, de materiais que emitem altos índices de CO<sub>2</sub> na atmosfera em várias etapas de seu ciclo: extração, transformação, transporte e comercialização.

Pesquisas e estudos sobre materiais alternativos trazem informações sobre aqueles que podem substituir ou serem utilizados conjuntamente com os materiais tradicionais diminuindo o desperdício de recursos e a emissão de CO<sub>2</sub>, minimizando tais impactos. Dentre estes se encontra a madeira, matéria prima abundante no Brasil, que oferece várias vantagens técnicas e de sustentabilidade em relação aos materiais convencionais não sustentáveis, como resistência mecânica alta, bom isolamento térmico e acústico, sequestro de carbono em sua composição, sendo um material renovável que gasta pouca energia para ser processado.

---

<sup>3</sup> Irracional, que não é racional, oposto à razão, que não tem a faculdade do raciocínio (WEISZFLOG, 2007).

Este estudo mostra a viabilidade da utilização de uma das principais representantes de espécies nativas do Brasil, a *Araucaria angustifolia*, como material de valorização arquitetônica da madeira e a necessidade de se incentivar o plantio de florestas para exploração comercial dando suporte ao desenvolvimento econômico e social da região sul do país. A escolha da espécie se deu pela sua capacidade de adaptação tanto em plantios puros, quanto em sistemas agroflorestais, sendo uma das poucas espécies de nativas recomendadas para plantio homogêneo, como se explicará no Capítulo 3. Também pela localização de sua ocorrência, que coincide com um mercado construtivo que requer grande volume de matéria prima. Além disso, ela constitui uma espécie símbolo para a região sul e tem grande beleza ornamental.

Uma contribuição fundamental para estabelecer uma visão de futuro é dada pela tecnologia de softwares apropriados, que foram utilizados para a realização de prognósticos testando a viabilidade da espécie escolhida em comparação com o pinus, espécie mais utilizada em plantios homogêneos na região sul. Através do uso desta tecnologia, uma ferramenta que auxilia na previsão de resultados, podem ser feitas comparações para a verificação das viabilidades.

### **Hipótese de pesquisa:**

A espécie nativa, *Araucaria angustifolia*, pode ser viável técnica, sustentável e economicamente no emprego da silvicultura, servindo como fonte de matéria prima renovável para a construção civil em substituição a espécies exóticas convencionais e espécies nobres em extinção, diminuindo a pressão sobre florestas naturais, contribuindo para a manutenção da biodiversidade e estocando CO<sub>2</sub>.

## **1.2 JUSTIFICATIVA**

A ciência e a tecnologia vêm sendo vistas como componentes essenciais para o desenvolvimento social e econômico dos países, melhorando suas condições de trabalho e aumentando a produção de riquezas, trazendo assim a melhora da qualidade de vida de seus cidadãos. Dentro deste pensamento, o modelo capitalista foi profundamente difundido, incentivando a utilização de recursos em grande escala para a produção de riquezas e o consumo exagerado.

Segundo Kreimer e Thomas (2004), diferentes questionamentos na década de 80 trazem as preocupações econômicas relacionadas com o mercado internacional, aliadas à

aplicação do conhecimento científico e tecnológico produzido, ou ainda à preocupação ambiental e questões sobre o desenvolvimento sustentável, abrindo espaço para uma participação multidisciplinar nestas discussões. Na atualidade nota-se uma crescente preocupação com eficiência, produtividade, impactos e demanda de recursos e tecnologias. O processo de desenvolvimento mundial passa a ser visto como um processo sistêmico. Um elemento essencial nesta visão sistêmica é o cuidado em evitar a degradação do meio ambiente e a escassez dos recursos naturais, juntamente com seus efeitos sobre a vida em todas as suas esferas.

Sabe-se que a tecnologia é um elemento constante presente no cotidiano das sociedades, essa ferramenta deve ser uma aliada na busca pelo desenvolvimento sustentável. Antigamente com o fator inquestionável da ciência e tecnologia como benfeitores, os artefatos eram inseridos nas sociedades sem serem analisadas suas consequências de longo prazo sobre as relações humanas e o meio ambiente. Trevor Pinch e Wiebe Bijker (1997) demonstram em seus textos a construção social da tecnologia e a substituição do modelo linear pelo modelo multidirecional no estudo das inovações.

Feenberg (1995) alega que a sociedade não somente é influenciada pela tecnologia, mas também tem o poder de influenciá-la, portanto a preocupação com a participação pública na transformação tecnológica é de essencial relevância. Como as mudanças surgem através das demandas públicas, a responsabilidade da sociedade aumenta e a participação mais ativa começa a gerar impactos significantes.

Cada vez em maior número, surgem ao redor do mundo, manifestações populares a favor do novo modelo de desenvolvimento sustentável. As ações, inicialmente isoladas, tornam-se ações conjuntas na medida em que são feitas alianças entre diferentes atores sociais. Estes atores podem estar inseridos em diversos contextos, como governo, indústria, empresas, população, instituições de ensino, entre outras, podem ser do setor público ou privado. Cita-se o governo com ações de incentivo e até abatimento de taxas de impostos, as empresas que desenvolvem produtos novos para um mercado ecologicamente correto em parceria com laboratórios científicos e instituições de pesquisa, as universidades oferecendo programas coerentes à adequada formação de profissionais competentes exigida por este novo mercado, o consumidor exigindo padrões de qualidade e eficiência dos produtos finais, a indústria da propaganda e os meios de comunicação e promoção de informação divulgando e conscientizando a população quanto aos benefícios do uso decorrente destes produtos, entre outros. Uma ação sistêmica traz a influência dos interesses e crenças dos grupos sociais no

design de tecnologias, esta ação pode e deve estar aliada ao “novo” modelo de sustentabilidade proposto.

O mesmo que acontece na construção do fato científico (LATOUR e WOOLGAR, 1997) ocorre na busca do desenvolvimento sustentável, onde o não abandono dos objetivos frente às dificuldades e a gama infinita de interesses contrários pode trazer resultados favoráveis num futuro próximo. A sustentabilidade encontra-se na diversidade, considerando fatores culturais intrínsecos a determinadas sociedades, fatores ambientais, sejam de ordem climática, geográfica, fatores econômicos, políticos, entre outros.

Nesta perspectiva é fundamental a participação pública na demanda por ciência e tecnologia, influenciando na decisão dos temas a serem pesquisados e no direcionamento de recursos, os fatores governamentais de regulamentação, incentivo e avaliação, e a aliança com a academia na formação de profissionais competentes e comprometidos a serem colocados no mercado de trabalho.

Neste sentido, destaca-se o Programa de Pós-Graduação em Tecnologia - PPGTE da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, que tem como objetivo estimular a reflexão sobre o modelo tecnológico adotado e seus impactos ambientais, culturais e sócio-econômicos, dentro da universidade e na sociedade como um todo.

Buscando aliar os ensinamentos apreendidos no PPGTE referentes à tecnologia e a busca por oportunidades sustentáveis no emprego de materiais construtivos, a madeira nativa surgiu como objeto de conexão cultural, social, ambiental, simbólica e econômica através da proposição do seu uso sustentado.

Temos no Brasil uma variedade muito grande de espécies nativas, cujo potencial comercial na utilização da madeira como matéria prima renovável para o setor da construção civil pode ser melhorado. O estudo da possibilidade de aplicação de técnicas e tecnologias de silvicultura para uma destas espécies visa à divulgação do produto como um dos principais materiais para o desenvolvimento de projetos regionais e ambientais, integrando a conservação da natureza e os efeitos do progresso a favor da sociedade quanto ao suprimento de necessidades na elaboração de edificações mais sustentáveis, viabilizando a substituição ou a integração com materiais convencionais de maior impacto.

A madeira é um material natural, renovável e que exerce várias aplicações na construção civil. Entre suas utilidades pode-se citar o emprego em estruturas, vigas, pilares, madeiramento de telhado, forros, pisos, rodapés, esquadrias, móveis e o uso decorativo. Outra vantagem é o estoque de carbono feito pelas árvores em crescimento, colaborando para a manutenção da temperatura terrestre. Há uma estimativa que a madeira armazena cerca de



250 kg/m<sup>3</sup> de dióxido de carbono absorvido durante a fase de crescimento da árvore (FERREIRA et al., 2003). Enquanto a cada 1m<sup>3</sup> de madeira não manejada, aproximadamente meia tonelada, se emite entre 10 a 15 toneladas de CO<sub>2</sub> (FINATTI, 2010). Além da fixação do CO<sub>2</sub> durante a fase de crescimento das árvores, o uso de madeiras locais também pode diminuir gastos e emissões com o transporte de matéria prima que atende a demanda do mercado regional, atualmente abastecido por estados da região norte e centro-oeste quando se trata de madeiras nobres. Além disto, a exploração correta da madeira, através de sistemas de plantio adequados, do uso de tecnologia apropriada e de ferramentas de certificação, promove o crescimento da renda na região, aumentando as possibilidades de emprego.

Como afirma a Sociedade Brasileira de Silvicultura - SBS (2008) o setor de base florestal brasileiro tem participação de 3,4% no Produto Interno Bruto Nacional (PIB) representando US\$ 44,6 bilhões. O número de empregos, diretos e indiretos, gerados na cadeia produtiva da atividade florestal em 2007 foi da ordem de 4,6 milhões no segmento de florestas plantadas. No Paraná, uma pesquisa do Centro de Economia Florestal Aplicada - CEFA (2008, citado por TETTO, 2009) revela que os empregos no setor florestal eram de 150.000 diretos e 600.000 indiretos em 2008.

Pela potencialidade da produção brasileira, pela economia de recursos energéticos e naturais, pelo estoque de carbono na fase crescimento, pela possibilidade de desenvolvimento social e econômico e por se tratar de um material renovável, a madeira consiste em excelente matéria prima para a construção civil. Lembrando que este estudo incentiva o uso da madeira de florestas plantadas.

Partindo desta premissa e da importância de se reduzir a pressão sobre florestas nativas, foi escolhida a espécie *Araucaria angustifolia* para estudo de suas potencialidades como matéria prima para abastecer setores do mercado da construção civil. Isto se deve à sua presença em matas nativas do sul do país apresentando boa resistência aos insetos xilófagos e fungos, por sua fácil trabalhabilidade, e também às outras aplicações além do potencial construtivo, como por exemplo, seu efeito paisagístico, a utilização de sua semente para a alimentação humana, entre outros.

Outra vantagem é que o plantio de espécies nativas é permitido e incentivado em áreas de Reserva Legal, enquanto as espécies exóticas possuem restrições. A Reserva Legal (RL) e as Áreas de Preservação Permanente (APPs) foram definidas pelo Código Florestal brasileiro de 1965. As Áreas de Preservação Permanente são as de maior fragilidade ambiental, como por exemplo, áreas de relevo muito acentuado, matas ciliares, topos de morros, altitudes superiores a 1800 metros. Já a Reserva Legal corresponde a 20% da

superfície total da propriedade rural, excetuando-se Áreas de Preservação Permanente, na qual o uso é condicionado ao manejo sustentável podendo gerar bens, um deles constitui a madeira de espécies nativas. No Paraná o Sistema de Manutenção, Recuperação e Proteção da Reserva Florestal Legal e Áreas de Preservação Permanente – SISLEG, institucionalizado através do Decreto Estadual 387/99, gerencia os processos de averbação da Reserva Legal. (REDIVO, 2007).

Preferencialmente as áreas de Reserva Legal devem promover uma conexão com as Áreas de Preservação Permanente, ajudando a recuperação da vegetação natural e a manutenção da biodiversidade. Conforme a Resolução nº045/2008 da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, a utilização de espécies exóticas como pioneiras na recuperação da Reserva Legal tem caráter provisório e deve seguir um sistema de manejo em consórcio com espécies nativas. Este sistema poderá ser utilizado somente até dezembro de 2018 e as espécies exóticas devem ser erradicadas após a conclusão de um ciclo econômico. O plantio de exóticas fica proibido caso o imóvel esteja localizado em áreas prioritárias, definidas pelo Decreto 3.320/04, neste caso só podem ser utilizadas espécies nativas. Estas áreas são de extrema importância para a conservação ambiental e por isso devem concentrar maior quantidade de vegetação nativa, são elas o entorno das Unidades de Conservação de Proteção Integral, o interior das Áreas de Proteção Ambiental (APAs) e uma faixa de 5 km de cada lado dos principais rios paranaenses (MIRANDA, 2009).

Existem espécies exóticas de caráter invasor que excedem o tamanho populacional desejável devido ao seu alto caráter de dispersão e colonização, se tornando prejudicial às espécies nativas almejadas, estas interferem negativamente na recuperação florestal, o pinus é uma delas (DELALIBERA et al., 2008). No Paraná a araucária constitui uma espécie importante na recuperação de áreas de Reserva Legal, sendo recomendado o seu plantio e possível o seu aproveitamento na geração de receita. O cultivo de espécies nativas constitui a melhor alternativa para garantir o restabelecimento da vegetação original, mantendo a biodiversidade.

Como exemplo de áreas plantadas com araucária no Estado menciona-se dois plantios ilustrativos. Um plantio jovem, com menos de 10 anos de idade, localizado em Tijucas do Sul, que foi uma iniciativa focada em objetivos ambientais contemplando também a perspectiva de geração de receita através da comercialização da madeira e do pinhão, através do cultivo homogêneo em alguns talhões e do consórcio com erva-mate em outros (KOEHLER et al., 2010). E um cultivo adulto realizado com objetivos comerciais, localizado em Irati, que possui mais de 60 anos de idade. Este foi realizado entre as décadas de 1940 e

1950 após o corte raso, ao longo dos anos, da Floresta Ombrófila Mista que existia originalmente (BLUM, 2010).

Dentre os projetos que concebem o incentivo de novos plantios utilizando a espécie nomeiam-se o Projeto Grimpa, o Projeto Estradas com Araucária, a Oficina do Pinhão, o Projeto Araucária, entre outros.

Criado pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável – IDS, ONG atuante desde 1995 a favor das matas de araucária, em parceria com a EMBRAPA Florestas, a Fundação de Pesquisas Florestais da UFPR, o Curso de Engenharia Ambiental da PUC-PR e o CREA-PR, o Projeto Grimpa defende o plantio do pinheiro-do-paraná nas APPs e nas RL das propriedades rurais, principalmente as pequenas e de baixa renda, através de incentivos financeiros. Este projeto incorpora a geração de riquezas para o proprietário a partir da comercialização do pinhão e do estabelecimento de projetos de neutralização das emissões de gás carbônico (PINTO, 2007). A Oficina do Pinhão tem em vista a geração de empregos e renda através de técnicas para a transformação das fibras naturais (sapés) e dos resíduos da madeira de araucária em produtos sustentáveis, sem a derrubada da árvore. Já o Projeto Araucária visa promover novos plantios e proteger as áreas nativas remanescentes para que a espécie deixe de participar da lista das ameaçadas de extinção (PORTAL DA ARAUCÁRIA, 2010). O projeto Estradas com Araucária, parceria entre o Instituto Ambiental do Paraná (IAP), a EMBRAPA e universidades públicas, promove a cadeia produtiva do pinhão, a conservação e a restauração de áreas naturais através do reflorestamento em áreas de incidência natural do bioma (PORTAL CAMBÉ, 2010). A Embrapa Florestas, complementando os projetos acima, desenvolve pesquisas relacionadas ao melhoramento genético da espécie e à engenharia de alimentos, preconizando a utilização da araucária em sistemas agroflorestais e agrosilvopastoris. O consórcio com outras culturas ajuda a manter os custos iniciais e de manutenção da floresta. A pesquisa desenvolvida pela EMBRAPA pretende, além de outros objetivos, diminuir o tempo de maturação da madeira antecipando o tempo de corte, tornando-a mais competitiva frente às exóticas (GOMES, 2010).

Com a promoção destes projetos que objetivam principalmente o aproveitamento do pinhão existe a possibilidade de posteriormente serem estabelecidos projetos que incentivem o uso madeireiro das florestas plantadas de araucária.

A araucária, ou pinheiro-do-paraná como também é conhecido, fornece uma madeira de alto valor econômico em comparação com o valor de compra de outras madeiras nativas, alcançando valores entre 700,00 a 1.200,00 reais por m<sup>3</sup>. Conforme se pode observar na Tabela 1 (BAGGIO et al., 2009), os números chegam a ser preocupantes por ameaçarem a

espécie e outras nativas, pois o alto valor econômico pode incentivar a exploração inadequada e ilegal.

**Tabela 1** - Espécies citadas como potenciais de mercado, dimensões requeridas e valor de compra sugerido.

Nome comum	Dimensões mínimas das toras* (cm)	Valor de compra (R\$/m <sup>3</sup> )
Angico-vermelho	35 a 60 x 200	700,00 a 900,00
Bracatinga	20 a 35 x 200 a 250	300,00 a 500,00
Canafístula	20 a 60 x 200 a 300	800,00 a 1.000,00
Canjarana	40 a 60 x 200	700,00 a 800,00
Canela-amarela	35 a 60 x 200	600,00 a 750,00
Canela-imbuia	20 a 70 x 200 a 300	800,00 a 1.500,00
Canela-sassafrás	20 a 40 x 200 a 250	900,00 a 1.500,00
Cedro-rosa	20 a 60 x 200 a 300	900,00 a 1.400,00
Grápia	40 a 60 x 200	600,00 a 850,00
Ipê-amarelo	20 a 60 x 200 a 250	900,00 a 1.800,00
Ipê-roxo	20 a 60 x 200 a 250	900,00 a 1.800,00
Jatobá	30 a 60 x 200 a 300	800,00 a 1.500,00
Jequitibá	30 a 60 x 200 a 300	800,00 a 1.500,00
Louro-pardo	40 a 60 x 200 a 300	800,00 a 1.000,00
Pau-d'alho	40 a 60 x 200	600,00 a 800,00
Pau-marfim	30 a 60 x 200 a 300	800,00 a 1.400,00
Peroba-rosa	30 a 60 x 200 a 300	900,00 a 1.200,00
Pessegueiro-bravo	40 a 60 x 200 a 300	450,00 a 750,00
Pinheiro-do-paraná	40 a 60 x 200 a 300	700,00 a 1.200,00
Tarumã	30 a 60 x 200 a 250	600,00 a 1.000,00

\* Dimensões mínimas das toras = diâmetro médio (cm) x comprimento (cm).

\*\* Valor potencial pago para madeira bruta serrada, legalizada e certificada.

Fonte: BAGGIO et al., 2009, p.21.

### 1.3 OBJETIVOS

A fim de se obterem respostas à referida hipótese, definiram-se como objetivos:

#### Geral

Avaliar a hipótese da utilização da *Araucaria angustifolia* como espécie a ser explorada comercialmente em plantios florestais visando sua aplicação na construção civil sustentável, competindo com o plantio de espécies exóticas.

## Específicos

Considerando a madeira provinda de fontes renováveis como material construtivo de baixo impacto ambiental, foram traçados os seguintes objetivos específicos:

1. Investigar a viabilidade técnica-econômica da produção de madeira de *Araucaria angustifolia* por meio de projeções feitas por *softwares*;
2. Levantar, com os recursos tecnológicos, as possibilidades de sequestro de carbono na produção silvicultural da espécie, incentivando a exploração sustentável dos recursos florestais visando à manutenção da biodiversidade e a redução da pressão sobre florestas nativas;
3. Apresentar indicadores de sustentabilidade associados à construção civil, no que diz respeito à madeira como material construtivo em substituição aos materiais convencionais que apresentam altos índices nas emissões de gás carbônico.

### 1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A partir da delimitação do problema referente ao uso da madeira na construção civil enunciada anteriormente, pretendeu-se verificar a hipótese do uso de uma espécie pré-definida, atestando sua viabilidade.

Neste caso os enunciados abaixo foram tidos como verdadeiros: a aplicação da espécie em projetos de silvicultura, a utilização da madeira desta árvore na construção civil, a diminuição de gastos com recursos não renováveis na produção de materiais construtivos e a capacidade do estoque de carbono feito pelo material.

Para confirmar a viabilidade técnica e econômica da produção de *Araucaria angustifolia*, dois *softwares* foram utilizados para gerar cenários que verificam a produtividade da espécie e sua viabilidade financeira. A aplicação destas ferramentas está descrita posteriormente.

Os levantamentos bibliográficos de natureza exploratória proporcionaram maior familiaridade com o tema. A coleta de dados auxiliou o levantamento das informações necessárias para o estudo. Na fase inicial da pesquisa, de natureza qualitativa, foram utilizadas fontes teóricas, livros, revistas, publicações científicas e jornais e na segunda fase foram levantadas informações a serem tratadas nos *softwares* para obtenção de dados sobre produção, volume, estoque de CO<sub>2</sub> e viabilidade financeira.

Um estudo piloto foi desenvolvido para avaliação do mercado da madeira na construção civil na cidade de Curitiba, com empresas que oferecem casas pré-fabricadas deste material, para identificar o mercado atual, suas fragilidades e potencialidades.

Simultaneamente à coleta aconteceu a análise, compilação e organização dos dados, assim como sua classificação e estudo. Na análise dos resultados foram descritos os dados obtidos na forma de um relatório com o auxílio de gráficos e tabelas. A descrição dos resultados foi feita na forma de observações sistemáticas sobre o objeto de estudo.

A etapa final consiste na apresentação do alcance dos objetivos aqui propostos, confirmando a hipótese de pesquisa e apresentando implicações práticas do estudo realizado. Identificaram-se também as limitações encontradas e faz-se a sugestão de temas para um aprofundamento contínuo.

## **1.5 ESTRUTURAÇÃO GERAL DA DISSERTAÇÃO**

Esta dissertação está organizada em capítulos que retratam a estrutura das idéias até aqui expostas.

▪ **CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO:** trata da apresentação, problematização e contextualização do tema, assim como da justificativa, delimitação dos objetivos, metodologia e exposição do corpo do texto da dissertação.

▪ **CAPÍTULO 2 – REVISÃO DE LITERATURA:** levantamento bibliográfico relacionado ao problema de estudo, revisão e análise da literatura relevante já publicada na área, abordagens sobre a importância da manutenção e preservação das florestas nativas, assim como dos problemas ocasionados pela degradação das mesmas, utilidades da madeira, histórico das primeiras plantações para produção madeireira, contexto das florestas nacionais, silvicultura e manejo florestal. Relação dos impactos ambientais no setor da construção civil procedentes de materiais construtivos. Contexto habitacional brasileiro descrevendo o déficit existente e mencionando casas de madeira e o mercado deste produto em Curitiba e Região Metropolitana.

▪ **CAPÍTULO 3 – A MADEIRA COMO MATÉRIA PRIMA NA CONSTRUÇÃO CIVIL:** apresentação da madeira como material renovável e suas vantagens em relação a materiais convencionais de maior impacto ambiental, responsabilidade dos arquitetos na especificação de materiais sustentáveis e nas diretrizes do projeto, problemas da desvalorização da madeira como material construtivo e do preconceito relacionado ao imaginário dos usuários. Comparação, no uso do material, entre o Brasil e outros países.

Exemplos na tradição cultural do uso da madeira para a construção no mundo e no sul do Brasil, mensurando a tradição herdada pelos imigrantes. Inovações e técnicas no emprego da madeira em construções contemporâneas. Ferramentas de certificação, combatendo as explorações ilegais do material. A exploração florestal de espécies nativas e a conformidade com a atual legislação. Apresentação da espécie nativa *Araucaria angustifolia*, descrição de suas particularidades e utilidades em função da recomendação de seu plantio para a utilização comercial.

▪ **CAPÍTULO 4 – CENÁRIOS PARA PLANTIO DE ARAUCÁRIA:** descrição do método de aplicação dos *softwares* específicos para estabelecer resultados de produção florestal (Sisaraucaria e Sispinus) e análise econômica (Planin), comparando planos de manejo entre araucária e pinus. Definição dos planos de manejo com idades de corte finais e previsão de desbastes. Apresentação dos resultados obtidos referentes ao volume de produção, à apreciação financeira e ao sequestro de carbono dos povoamentos propostos, através de gráficos e tabelas.

▪ **CAPÍTULO 5 – ANÁLISE DOS RESULTADOS:** apresentação de tabelas e gráficos comparativos entre as duas espécies, discussões sobre os resultados obtidos relacionando as vantagens e desvantagens de cada espécie. Diagnóstico relativo à comparação efetuada.

▪ **CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS:** apresentação das principais conclusões e do alcance dos objetivos mencionados, confirmando a hipótese da pesquisa. Sugestão de temas e recomendações de ações para ampliação do estudo através do uso da mesma metodologia de aplicação dos *softwares*.

▪ **APÊNDICES:** Tabelas resultantes de cada um dos cenários gerados nos *Softwares* Sisaraucaria, Sispinus e Planin.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 UTILIDADE DAS FLORESTAS E DA MADEIRA

A madeira foi uma das principais matérias-primas, encontradas nas florestas, utilizadas pelo homem em seu processo evolutivo. Desde a antiguidade este material já era empregado para se fazer o fogo, produzir calor, cozinhar alimentos, proporcionando ao homem primitivo suportar invernos rigorosos. Dentre as diversas utilidades primitivas da madeira cita-se ainda a construção de utensílios, armas, ferramentas, navios e moradias, utilidades que se seguem até os dias atuais. Como explica Leão (2000), a importância da madeira para os povos antigos era tão grande que entre os gregos e os romanos ela recebeu a denominação de *hulæ* e *materia* respectivamente, significando matéria elementar.

Outra atividade humana que se tornaria praticamente impossível sem o uso da madeira seria o transporte. De acordo com Costa (2010) até o século XIX, todas as embarcações, carretas, carroças, carruagens e outros meios de transporte eram feitos de madeira. Além de ter sido também uma importante fonte de energia, através da utilização da lenha e do carvão vegetal no desenvolvimento humano.

A utilização da madeira, enquanto combustível, proporcionou a fabricação de inúmeros materiais diferentes, dentre eles estão o tijolo, cal, argamassa, cimento, vidro, telhas, tinta, sabão, auxiliou na obtenção do sal, possibilitou a extração dos metais das rochas. O consumo da madeira era essencial para a manutenção das sociedades, como coloca Leão (2000, p.20):

..., na evolução histórica dos diferentes povos, observa-se que a falta desse material condicionava a incorporação de novas tecnologias, e quando não se descobriam fontes alternativas ocorria o declínio econômico e social de muitas civilizações.

Portanto, as florestas sempre representaram uma fonte primordial de sobrevivência para a humanidade, desde os tempos antigos através da caça e pesca, no início do sedentarismo com o estabelecimento da agricultura e urbanização, até a fase industrial iniciada na Europa e América do Norte há mais ou menos duzentos anos. Em todas as etapas do desenvolvimento das ações humanas as matas foram amplamente exploradas e destruídas em nome do progresso. Porém houve uma acentuação deste ritmo de consumo que se tornou mais veloz em poucas décadas, período relativamente curto se comparado as eras anteriores.



A Europa era recoberta por florestas em 80% de seu território na pré-história, mas as mudanças ocorridas com o avanço da agricultura e com a Revolução Industrial deixaram muitos países com uma reduzida cobertura vegetal. Apenas em meados do séc. XIX os povos europeus se conscientizaram da importância das florestas e da necessidade de sua preservação, expansão e gestão sustentada. Mas em outros continentes não ocorreu o mesmo, a devastação continuou. Nos Estados Unidos, por exemplo, onde a cobertura vegetal primitiva representava aproximadamente 30% de seu território, reduziu-se a apenas 1%, excluindo-se o Alasca (LEÃO, 2000). A autora considera que apenas no séc. XX a dependência mútua entre o homem e a floresta foi realmente considerada.

A rápida expansão demográfica e o avanço tecnológico são dois fatores que demonstram a necessidade do reconhecimento das florestas como fontes de recursos renováveis, salientando a madeira, frutos, castanhas, resinas e óleos. Além disso, são muitos os serviços ambientais que elas prestam ao ser humano e ao planeta, como a regulação do clima, a manutenção das chuvas, o fornecimento de água e a manutenção de bacias hidrográficas, a absorção e fixação do dióxido de carbono e a restituição do oxigênio à atmosfera, a manutenção dos nutrientes no solo, a proteção do solo, dos animais e dos vegetais contra os efeitos do vento, da chuva, do calor e do frio, o equilíbrio ecológico e biológico de espécies da fauna e flora mantendo a biodiversidade, entre outros.

Neste sentido observa-se um avanço nas ciências florestais com o objetivo de produzir plantas melhores e mais resistentes, aumentando a produtividade através da seleção e aperfeiçoamento de espécies para uso industrial, diminuindo a pressão sobre reservas naturais remanescentes. Outros projetos de plantios evidenciam a proteção de mananciais, a recuperação de terras degradadas, a expansão de áreas recreacionais ou ainda a produção de madeira em larga escala. Alguns países, como a Finlândia, Suécia, Chile, França, entre outros, baseiam suas economias no plantio de florestas (JUVENAL e MATTOS, 2002).

Estes projetos de plantio e reflorestamento atendem também a necessidade atual de tentar minimizar os efeitos da poluição e do efeito estufa, além de procurar reverter a perda dos recursos naturais de muitas nações. Como demonstram Martins et al. (2008), nos trópicos esta necessidade é mais intensa, pois o desmatamento chegou a uma taxa de 14,2 milhões de hectares por ano na década de 1990, trazendo prejuízos sociais, ambientais e econômicos e causando danos a um dos mais valiosos bancos genéticos do planeta.

O plantio de florestas homogêneas surgiu como boa opção aos problemas relacionados acima. Tais florestas podem ser implantadas em solos pobres ou degradados, abastecem diversas indústrias e podem possibilitar a proteção ambiental, diminuindo a

exploração inadequada dos recursos de florestas nativas. Outros fatores ainda podem funcionar como incentivos a esta atividade, entre eles está o ciclo de rotação da cultura florestal, que nas regiões tropicais cresce mais rápido do que em regiões de clima temperado. Na Europa este ciclo é de aproximadamente oitenta anos, e em regiões mais quentes da América Latina esse período pode ser de até quinze anos sem mencionar a maior disponibilidade de terras, os custos operacionais mais baixos e a necessidade urgente de geração de empregos e renda (LEÃO, 2000). Porém, a implantação extensiva de florestas homogêneas em países como o Brasil, sofre algumas críticas relacionadas a perdas ambientais ou sociais:

... alguns criticam a limitada diversidade de espécies utilizadas no plantio, as condições de cultivo dos solos, a diminuição dos níveis dos lençóis de água ou a suscetibilidade das monoculturas ao fogo, pragas e doenças (LEÃO, 2000, p.23).

Estas limitações estão sendo evitadas com o emprego de técnicas apropriadas de planejamento e manejo florestal e através de estudos e pesquisas relacionados ao setor que representa uma importante atividade econômica. Porém, a implicação social da produção florestal e a questão agrária são fatores que merecem maior atenção e análises aprofundadas dentro do território nacional.

## **2.2 PROBLEMAS CAUSADOS PELA FALTA DE FLORESTAS**

Como sempre houve a dependência das florestas através da utilização da madeira para diversos fins, atravessando gerações e civilizações, nos períodos de crescimento populacional acelerado esta demanda era ainda maior, ocasionando o aumento de seu valor. Em alguns períodos históricos o valor da madeira chegava a ser comparado ao de metais ou pedras preciosas. Leão (2000) cita a Mesopotâmia central no segundo milênio a.C., onde seu governante Naram-Sin comandava pilhagens em busca da madeira, assim como ordenava saques em busca de ouro, prata e jóias.

A falta de madeira não representa somente uma preocupação contemporânea. Na Antiguidade esta preocupação já acontecia. Na Babilônia, durante o reinado de Hamurabi (1792-1750 a.C.), a derrubada de árvores foi regulada assim como a distribuição de seus derivados, na tentativa de deter a utilização sem critérios deste material (LEÃO, 2000). De acordo com a autora são palavras de Hamurabi: “Se eu constatar dano feito a um galho sequer (...), não tolerarei que o culpado por esse crime continue vivo”.

O desmatamento ocorrido em terras antes produtivas e férteis causava a erosão dos solos deixando algumas regiões extremamente pobres causando o declínio de civilizações, como ocorreu com Cnossos, principal cidade na ilha de Creta na Grécia. Nesta ilha, onde anteriormente a madeira era utilizada abundantemente nas construções dos primeiros palácios, entre 1500 a 1450 a.C., e na frota de navios, o declínio da quantidade do material afetou o modo de vida da população, fazendo com que perdessem o domínio marítimo e comercial da região e caindo sob o domínio dos micenianos. Cnossos então se transformou em uma cidade essencialmente agrícola, as áreas antes ocupadas por florestas foram substituídas por pastagens para carneiros, o que provavelmente teria deteriorado ainda mais o solo (LEÃO, 2000).

Em Chipre, outra ilha mediterrânea, o aumento da demanda por carvão vegetal entre 1300-1200 a.C. para atender a atividade metalúrgica causou sérios danos. O efeito cumulativo da devastação florestal na ilha trouxe mudanças na flora, fauna, solo e provocou desastres ambientais, como deslizamentos de terra, inundações e assoreamento de rios (LEÃO, 2000).

Os romanos constituem outro exemplo de uma civilização antiga que foi levada a criar leis para a conservação de suas florestas. Eles construíam suas embarcações com o cedro, e devido à escassez do material, o imperador Adriano, que reinou entre 117 e 138 d.C., decretou as primeiras leis que transformavam as montanhas libanesas da região norte em reserva florestal (LEÃO, 2000).

Muitos casos podem ser citados como problemas das crises provenientes da escassez da madeira diante do crescimento populacional e econômico dos povos antigos. Observa-se que estes povos já compreendiam a importância das florestas para seu desenvolvimento, porém a preocupação com sua preservação ainda não era constante e representativa.

Na Idade Média a exploração das florestas continuou. Camponeses europeus utilizavam florestas de carvalhos para pastorear animais que se alimentavam de suas sementes, ali também criavam abelhas para a obtenção do mel e cera, e a madeira era utilizada na fabricação de utensílios, meios de transporte e na construção civil (LEÃO, 2000). Nesta época houve um acréscimo na utilização do carvão, útil à fundição do ferro, à indústria da cerveja, do vidro e do sabão. Esta demanda da indústria medieval provocou a escassez de áreas florestadas na Europa. A posse das áreas que ainda restavam começaram a ser reivindicadas e códigos legais foram estabelecidos pelas autoridades religiosas e feudais para normatizar a exploração dos bosques, que passaram a ser fiscalizados por guardas.

A Inglaterra foi um dos países europeus em que os problemas ambientais, sociais e econômicos começaram a se acentuar na segunda metade do século XVI, pouco após a Idade

Média, através do aumento da manufatura do ferro utilizado principalmente na indústria de armamentos e da expansão da indústria naval. Na época, protestos populares marcaram a revolta contra a derrubada de florestas e alguns projetos de lei foram encaminhados ao Parlamento inglês para tentar garantir o suprimento de madeira adequado ao povo, sem surtir efeito algum, o que aumentou a tensão do conflito entre cidadãos comuns e industriais (LEÃO, 2000). Após o corte das árvores não havia incentivos à regeneração das florestas. O estabelecimento de leis de preservação não era interessante aos poderosos, que lucravam duplamente com a venda da madeira existente em seus terrenos e com a maior valorização dos terrenos limpos, onde a instalação de áreas de cultivo e pastagem era mais fácil. Em muitos outros lugares e muito tempo depois essa narrativa ainda se repete.

Em seguida àquele período, segundo Thomas (1988), na Inglaterra do século XVII, toda a árvore que restasse da mata nativa era considerada por muitos como “daninha” e sem valor qualquer. Porém, para alguns estudiosos naturalistas e alguns habitantes das cidades estas espécies representavam certo interesse medicinal ou estético. Com o passar do tempo o estudo das espécies silvestres ganhou espaço e a botânica cresceu no país, e a partir de 1888, as câmaras locais começaram a aprovar regulamentos para a proteção das plantas silvestres. Como coloca o autor:

Se as ervas nocivas agora tinham amigos, o mesmo valia para os animais e aves selvagens, contra quem as gerações anteriores tinham combatido em sua luta pela subsistência (THOMAS, 1988, p.323).

Assim sendo, observa-se que a influência das florestas no desenvolvimento de diversas civilizações foi e ainda é constante. Elas se mostram de vital importância para a continuidade do bem estar social, ambiental e econômico em diferentes épocas e localizações geográficas.

Na década de 1990, a cada ano a terra perdia cerca de 16 milhões de hectares de florestas. No período de apenas 30 anos entre 1950 e 1980, cerca de 40% das matas da América Central foram destruídas, assim como 23% das florestas da África e 40% da reserva florestal da bacia do Himalaia, segundo estimativas da FAO (1997). Entre 2000 e 2010 essa taxa diminuiu para 13 milhões de hectares convertidos para outros usos ou perdidos por causas naturais a cada ano (FAO, 2010).

A degradação ambiental excessiva através do desmatamento de áreas florestais naturais para apropriação de outros fins traz como consequência o empobrecimento do solo, característica agravada em regiões com instabilidade climática e de adensamento populacional. Em decorrência do desmatamento surgem problemas como o esgotamento dos

estoques de madeira, a destruição acelerada do solo e a desertificação gradativa com natural diminuição da produtividade, ocorrência de inundações e o aumento do efeito estufa. Segundo dados do IBGE (2008) estima-se que no Brasil somente as queimadas são responsáveis por 75% das emissões de CO<sub>2</sub> na atmosfera (ver Figura 1).



**Figura 1** – Queimadas na Amazônia.  
Fonte: REVISTA ECOTURISMO, 2010.

Já na década de 1950, Glessinger (1954) afirmava que em sua breve história o homem já teria transformado 1/3 da área original de terra florestal do planeta em terra deserta e devastada, com um desperdício preocupante. Segundo ele, de cada 4 árvores derrubadas, menos de uma chegava ao consumidor na forma de utilidades, sendo o restante perdido e queimado. A falta de conhecimento e o julgamento comum de que a madeira teria utilidade somente para a construção e como combustível, é uma das causas apontadas por ele, da floresta não ter sido vista como uma fonte de riquezas, mas como uma cobertura que deveria ser derrubada. Hoje é possível constatar que tais desperdícios persistem.

Pode-se dizer também que as florestas muitas vezes eram vistas como empecilho ao desenvolvimento, e que a área que ocupavam serviria melhor à agricultura e às pastagens para animais, para a manutenção das necessidades humanas por alimento, ou ainda para a ampliação e expansão das cidades devido ao crescimento populacional. Visão também constante na atualidade em algumas localidades. Porém, Glessinger (1954) ressalta que a

madeira apresenta mais usos do que qualquer outra matéria prima, e que sendo colocada a serviço do homem, poderia eliminar toda necessidade. Há mais de 50 anos ele alertava sobre a utilização completa dos recursos florestais constituindo uma grande e benéfica revolução do mundo. Objetivo que hoje, 56 anos depois, ainda não foi completamente contemplado. Para tal fim, se menciona a necessidade de haver uma integração das indústrias da madeira, a fim de acabar com os desperdícios, ao invés do trabalho isolado das indústrias de polpa, compensados, carvão vegetal, destilarias de álcool e fábricas produtoras de plásticos de madeira. O trabalho integrado das diversas indústrias que utilizam as árvores como matéria prima, poderia fornecer uma variedade tão grande de produtos para os países que, na hipótese do autor, desapareceria a carência habitacional e ainda sobriam mercadorias para exportação ou auxílio a nações estrangeiras (GLESSINGER, 1954).

A falta ou a diminuição de recursos naturais é apresentada por Glessinger (1954) como a principal causa do imperialismo e da guerra. Um exemplo apresentado por ele foi a Suécia, que durante a guerra baseou sua economia na produção florestal, aumentando a produção de rações alimentares, melhorando a qualidade de vida da população através do aquecimento das casas e do aumento do número de banhos quentes permitidos na época e ainda auxiliando países como a Noruega e a Dinamarca com suprimentos. As florestas impediram o estrangulamento econômico da Suécia neste período.

Isto demonstra como um planejamento ordenado da produção florestal, através de incentivos e da eficiência dos processos produtivos na busca de se evitar desperdícios, pode constituir uma base para a manutenção dos recursos necessários a uma nação, melhorando aspectos econômicos e sociais, além é claro dos benefícios ambientais. Este exemplo do passado é apenas um de como a civilização poderá melhor desenvolver-se não derrubando a floresta, mas cultivando-a. No entanto, para alcançar tais finalidades, torna-se necessário substituir métodos antiquados, utilizar toda a sobra florestal e explorar as florestas não como minas, mas como fontes renováveis.

Confirmando-se, desta maneira, a importância do manejo adequado e do correto aproveitamento dos recursos naturais, dentre eles os florestais, sendo que a relevância das informações descritas acima continua válida nos dias atuais. Carneiro (1954, p.77) corroborava tal idéia, afirmando que:

...cuidar das matas existentes, fomentar o plantio de essências florestais, proteger o que nos resta, é uma premente necessidade, um dever imperioso, uma defesa para que possamos sobreviver.

Reconhecendo a importância das florestas e da madeira como parte essencial do seu desenvolvimento o homem e a sociedade podem passar a planejar ações que visam à produção madeireira de maneira incisiva.

### **2.3 AS PRIMEIRAS PLANTAÇÕES PARA A PRODUÇÃO MADEIREIRA**

Alguns registros trazem a informação de que o homem já implantava o cultivo de árvores na Antiguidade, principalmente as frutíferas para consumo dos frutos. Outras espécies eram plantadas por razões estéticas ou para delimitar áreas e estabelecer cercas vivas. Mais adiante a intensificação do consumo da madeira levou a Inglaterra ao cultivo de florestas para este uso específico, em 1580, através do trabalho de Burghley. Este constitui um dos primeiros registros de implantação de florestas plantadas para produção do material, no qual cinco hectares no parque de Windsor foram reflorestados com carvalhos, de acordo com Leão (2000).

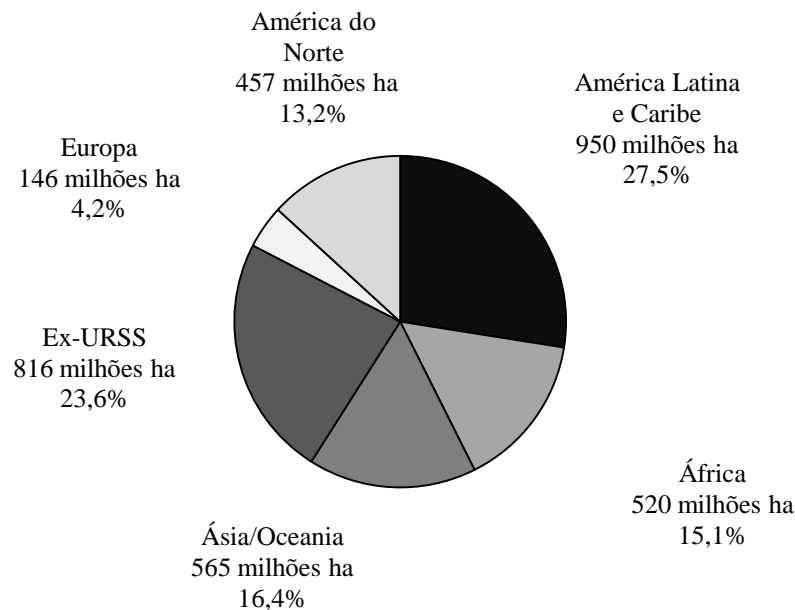
No séc. XVII os plantios foram intensificados principalmente na Inglaterra e na França com o objetivo de abastecer o mercado da construção naval. Em 1689 a legislação florestal francesa foi aperfeiçoada, obrigando proprietários de terras a plantar árvores em no mínimo 5% de suas propriedades, mas a resistência em algumas províncias fez com que a exploração continuasse. Com a instabilidade política que se estabeleceu no fim do séc. XVIII, durante a Revolução Francesa, houve um avanço das queimadas e derrubadas de árvores pelo povo sem qualquer restrição (LEÃO, 2000).

O cultivo florestal que começou timidamente com o plantio de pequenas extensões de terra nos séculos XVI e XVII só se intensificou após 1900 quando surgiu a necessidade do plantio de árvores em grande escala. A grande devastação sofrida durante o período das duas guerras mundiais aumentou a preocupação de muitas nações em recuperar através de programas de reflorestamento os danos causados (LEÃO, 2000). Dentre as espécies utilizadas nas primeiras plantações com fins madeireiros fora da Europa em fins do séc. XIX e início do séc. XX, Leão (2000) cita a teca (*Tectona grandis L.*) em países como Trinidad, Índia, Burma, Paquistão, Bangladesh, Java, Vietnã e Filipinas, e o eucalipto cultivado na Espanha, Portugal, África do Sul, Estados Unidos, América do Sul, entre outros.

No Brasil os primeiros cultivos florestais foram realizados com eucaliptos por volta de 1900, com ênfase no estado de São Paulo, com o principal objetivo de fornecer lenha às ferrovias. Em 1950 o Brasil tinha a maior área mundial com plantações de eucalipto. Depois, na década de 90, de acordo com estatísticas apresentadas pela FAO (1997):

Em 1995 as florestas nativas e plantadas cobriam 3,4 bilhões de hectares no planeta, ou seja, 26,6% da superfície terrestre, sem considerar a Groenlândia e a Antártida. Os países em desenvolvimento, na maioria tropicais, abrigam 56,8% das reservas mundiais. Mais da metade dessas áreas está localizada em sete países: Federação Russa, Brasil, Canadá, Estados Unidos, China, Indonésia e Zaire. Nessas estimativas, incluem-se florestas intactas, as alteradas pelo homem (com manejo e aproveitamento) e as plantadas.

Observam-se a seguir no Gráfico 1, alguns dados que estimam a quantidade de florestas existentes no planeta na década de 1990, levantadas pela FAO, incluindo florestas intactas, as alteradas pelo homem através de manejo e aproveitamento, e as florestas plantadas.



**Gráfico 1 - Áreas Florestais por Principais Regiões em 1995.**  
Fonte: FAO, 1997.

Do total de 3.454 milhões de hectares de áreas florestais demonstrados acima, 1.493 milhões de ha se localizavam em países desenvolvidos e 1.961 milhões de ha nos países em desenvolvimento. Dentre as florestas plantadas em países da América as espécies mais utilizadas eram as indicadas na Tabela 2, a seguir:



**Tabela 2** - Espécies Usadas em Reflorestamento nas Plantações Tropicais.

Gênero/Grupo	Espécie*	Área Ocupada (%)
<i>Eucalyptus</i>	<i>E. grandis.</i> , <i>E. camaldulensis</i> , <i>E. globulus</i> , <i>E. saligna</i> , <i>E. deglupta</i> , <i>E. tereticornis</i> , <i>E. robusta</i> , <i>E. citriodora</i> , <i>E. urophylla</i> e outros	37,5%
<i>Pinus</i>	<i>P. patula</i> , <i>P. caribacea</i> , <i>P. elliottii</i> , <i>P. merkusii</i> , <i>P. kesya</i> e outros	33,7%
<i>Tectona</i>	<i>Tectona grandis</i>	14,2%
Outras madeiras de lei	<i>Acacia</i> , <i>Gmelina</i> , <i>Melia</i> , <i>Terminalia</i> , <i>Albizia</i> , <i>Triplochiton</i> e outras	11,6%
Outras coníferas	<i>Araucaria cunninghamia</i> , <i>Araucaria angustifolia</i> , <i>Cupressus lusitanica</i> e outras	3,0%

\* A ordem indica a importância relativa.

Fonte: ADLARD, 1993.

As florestas plantadas têm por objetivo estabelecer um equilíbrio entre as demandas de seus produtos e as restrições econômicas, técnicas, ambientais e sociais da região onde estão inseridas (ADLARD, 1993). No manejo florestal deve haver o equilíbrio entre os interesses econômicos e ambientais. Em regiões degradadas e improdutivas muitas vezes a atividade florestal se torna a única opção disponível para a proteção e recuperação de outros recursos naturais, tais como o solo e as reservas hídricas, funcionando também como elemento para geração de renda na melhoria da economia de subsistência local.

O aumento das áreas de plantações florestais conseqüentemente aumenta a disponibilidade da madeira. Em países em desenvolvimento estas áreas estão em expansão segundo Leão (2000). Dados apresentados pela autora mostram que este número duplicou, passando de 40,2 milhões de hectares em 1980 para 81,2 milhões de hectares em 1995.

Dados da atualidade demonstram que tais iniciativas contribuíram para aumentar a área florestal mundial de 3,4 bilhões de hectares em 1995 para pouco mais de 4 bilhões de hectares, o que corresponde a 32% da superfície terrestre, segundo algumas conclusões apresentadas em março deste ano pela FAO (2010). O estudo completo, que analisou 223 países e territórios e que é realizado a cada cinco anos, configura o documento denominado Avaliação dos Recursos Florestais Mundiais 2010, que foi divulgado em outubro do mesmo ano. Outros dados relevantes já divulgados nas conclusões principais são:

- A diminuição da taxa de desmatamento mundial baixou nos últimos 10 anos: de 16 milhões de hectares de florestas perdidos anualmente na década de 1990, para 13 milhões de hectares entre 2000 e 2010, sendo convertidos para outros usos;

- Brasil e Indonésia, países que tinham as maiores taxas de perdas florestais na década de 1990, reduziram seus índices de desmatamento;
- Programas de plantações florestais na China, Índia, Estados Unidos e Vietnã, somados à expansão natural de florestas de algumas regiões, tem contribuído para a adição de mais de 7 milhões de hectares de florestas por ano;
- A perda líquida de área florestal diminuiu para 5,2 milhões de hectares por ano entre 2000 e 2010, menos que os 8,3 milhões de hectares anuais nos anos 1990.

Em relação a esta última estimativa, América do Sul e África foram os que mais contribuíam para a perda de áreas florestais, correspondendo suas perdas líquidas anuais entre 2000 e 2010 a respectivamente 4 e 3,4 milhões de hectares (FAO, 2010). Portanto, diminuir a taxa de desmatamento que segue ainda alta depende do fortalecimento e continuidade dos esforços para melhorar a gestão e conservação dos recursos florestais.

## **2.4 A SITUAÇÃO DAS FLORESTAS BRASILEIRAS: USOS E APLICAÇÕES**

Nesta sessão procura-se resgatar pontos históricos que relatam a exploração das florestas brasileiras, principalmente aquelas encontradas nos estados do sul e sudeste do país, áreas que tiveram um adensamento populacional bastante acentuado nas últimas décadas e que também se tornaram as principais áreas produtivas do Brasil, principalmente quanto à agricultura. Por não ser o foco principal deste estudo, não estão relatados dados diretos referentes às florestas tropicais da Amazônia, apesar de sua imensa importância para aspectos biológicos, ambientais, sociais e econômicos do país e do mundo.

De acordo com Hueck (1972), em seu trabalho publicado na década de 1970, mais de 2.000 espécies de árvores nativas do Brasil eram citadas como de grande utilidade naquela época, destas um terço se localizava na região montanhosa do leste e do sul do Brasil. Porém, segundo o autor, apenas 100 teriam importância comercial, e somente 30 delas eram efetivamente aproveitadas.

Isso mostra o sub-aproveitamento das espécies florestais existentes e a falta de conhecimento específico em relação às vantagens e aplicações apropriadas das espécies não utilizadas. Na história do Brasil independente, dos séculos XVIII, XIX e XX, estudos e pesquisas no setor florestal com culturas locais resultaram das investigações feitas por biólogos e naturalistas, as quais permitiram o aproveitamento das potencialidades de determinadas espécies. As espécies nativas de aproveitamento econômico relevante eram apenas retiradas sem que houvesse interesse no replantio. A visão predominante ainda era de

abundância de florestas e madeira para diversos fins e outro fator que não incentivava seu plantio era a demora do crescimento destas espécies florestais. Portanto as tentativas de reflorestamento com espécies nativas eram feitas em pequena e insignificante escala se comparadas às culturas de eucalipto e pinus, espécies exóticas de rápido crescimento que tomavam conta da maioria dos reflorestamentos feitos na época (HUECK, 1972).

A exploração indevida e contínua das matas naturais levou a diminuição das áreas florestadas, trazendo riscos econômicos e ambientais que até hoje afetam a população:

As matas subtropicais do leste e sul brasileiros, assim como dos países adjacentes, estão quase todas em área de intensa atividade agrícola; infelizmente também é uma das áreas de destruição da vegetação primitiva em larga escala (HUECK, 1972, p.196).

Um dos motivos de tal destruição apontado pelo autor foi a expansão agrícola acompanhada de uma acelerada derrubada das matas neste período. Isto fez com que no século XIX essas áreas transformadas em estepes e savanas fossem consideradas de origem natural por estudiosos da época. Porém, estas não eram savanas naturais, mas terras abandonadas após a intensa utilização agrícola ou mesmo depois do simples desmatamento. Uma das culturas mais utilizadas neste período foi o café, mas o autor cita também o algodão, açúcar e milho (HUECK, 1972).

Outro fator limitante era o não cumprimento das leis de conservação das matas existentes. Hueck (1972) destaca que os reflorestamentos exigidos pela lei nunca eram feitos, as reservas estaduais eram pouco extensas e ainda era insuficiente a instrução florestal no Brasil.

As primeiras iniciativas de reflorestamento foram feitas por empresas privadas que dependiam da madeira para sua sobrevivência, como fábricas de papel e a Companhia Paulista de Estradas de Ferro.

De acordo com COUTO et al. (2000) em 1967 foi iniciado o Programa de Incentivos Fiscais, que reflorestou 6 milhões de hectares no país entre 1967 e 1984.

A principal cultura florestal em larga escala implantada nesse tempo foi o eucalipto, utilizado na produção de lenha e dormentes, como carvão vegetal na indústria siderúrgica, na fabricação de móveis, postes e mourões (HUECK, 1972).

Como explica o autor, o desenvolvimento rápido das espécies de eucalipto exige uma alta taxa de consumo de água, principalmente na idade de 5 a 10 anos, e também nutrientes. Depois este consumo de água parece baixar e a caída de folhas e galhos promove o retorno de substâncias nutritivas ao solo (HUECK, 1972). Por tal característica havia quem chamasse

atenção ao fato da cultura de eucalipto provocar a seca do solo. Naquele momento não se sabia até que ponto o eucalipto promovia o empobrecimento do solo, mas, para Hueck (1972) a eventual seca do solo não era atribuída mais ao crescimento destas árvores senão ao tipo de cultura com derrubadas prematuras.

No sul do Brasil uma das espécies mais valorizadas e utilizadas, com grande mercado internacional, foi a araucária. As matas densas de araucária sofreram uma exploração acelerada.

Conforme estimativas apresentadas por Hueck (1972), em 1963 o Brasil exportou 1.224.000 m<sup>3</sup> de madeira, sendo que do total, 1.121.000 m<sup>3</sup> correspondiam à Araucária, ou seja, 92% do todo.

No estado do Paraná, como descreve Maack, (1953 e 1960, citado por HUECK, 1972), da superfície total do estado de 200.857 km<sup>2</sup>, retirando-se as áreas cobertas por campos de altitude, pela vegetação costeira e pântanos, sobram 176.737 km<sup>2</sup> que deveriam estar cobertos por matas. Destes 176.737 km<sup>2</sup>, 100.457 km<sup>2</sup> seriam de “mata de lei”, matas pluviais subtropicais e tropicais, ricas em peroba, canela, pau marfim, cedro e outras madeiras de valor; e outros 76.280 km<sup>2</sup> correspondentes a “mata de pinho”, predominando a araucária ao lado de imbuais e outras madeiras. Na década de 70, Maack chama a atenção para o fato de que 87.900 km<sup>2</sup> desta área total de 176.737 km<sup>2</sup> de mata já terem sido destruídas (HUECK, 1972).

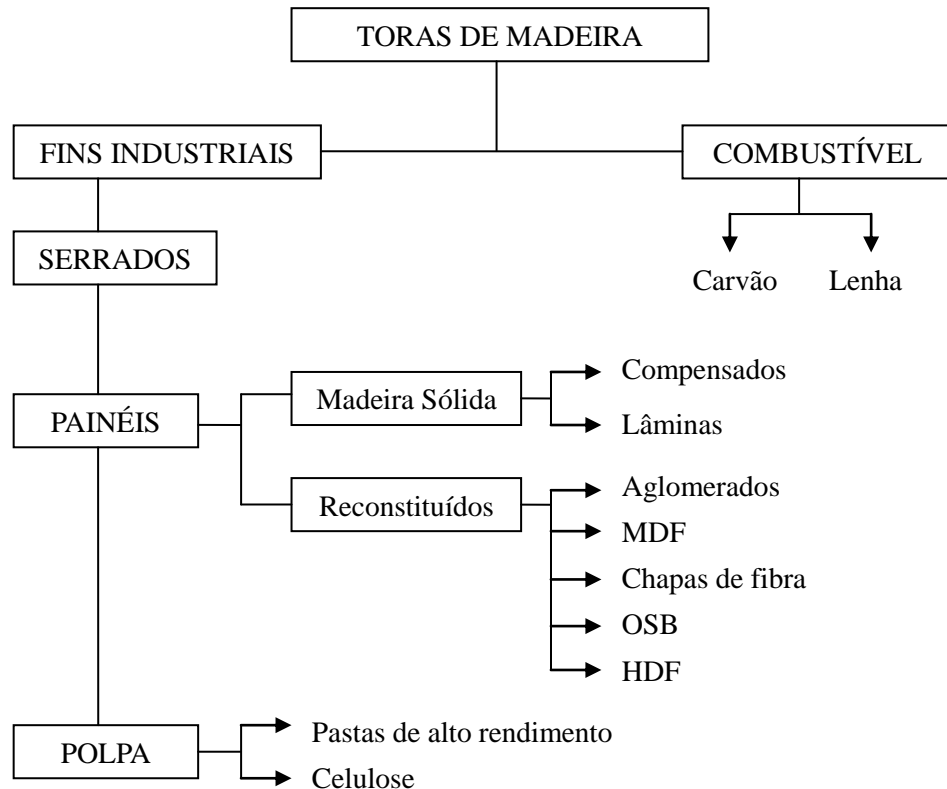
Esta destruição que ocorreu em todos os estados do sul, e não somente no Paraná, correspondeu não apenas ao interesse econômico do comércio da madeira, mas também às conseqüências do fogo, como explica Hueck (1972).

No intuito de controlar a economia e o comércio advindos da araucária foi criado, em 19 de março de 1941 pelo Decreto de Lei nº 3.124, o Instituto Nacional do Pinho no Rio de Janeiro, que tinha por objetivo melhorar os métodos de trabalhos florestais (reflorestamento e aproveitamento), classificar e determinar os preços da madeira. O Instituto foi extinto em 28 de fevereiro de 1967 (FILHO, 2006).

Ao longo da história da exploração inadequada e mal planejada da madeira no Brasil, com inúmeros exemplos de desperdício, pode-se observar que apesar da grande reserva florestal brasileira o país ocupa um consumo ainda pequeno comparado a outros países do mundo. De acordo com Leão (2000) o país com maior consumo aparente de madeira no mundo, considerando produção, exportação e importação, é o Canadá, seguido de Estados Unidos, Suécia e Japão. Enquanto 90% das casas norte-americanas são construídas com madeira, no Brasil sua utilização para este fim ainda é restrita, excetuando-se a região Sul

(LEÃO, 2000). Para Freitas (1998, citado por LEÃO, 2000) isso se dá pela falta de tecnologia adequada, a falta de tradição no uso e no processamento eficiente da madeira.

A cadeia produtiva de madeira no Brasil, de acordo com Juvenal e Mattos (2002), oferece matéria prima principalmente para a produção de energia (carvão vegetal e lenha), abastece os segmentos de papel, pasta de celulose, madeira em tora, serrada e painéis, a partir dos quais se formam outras cadeias produtivas (ver Figura 2).



**Figura 2** – Cadeira Produtiva da Madeira  
Fonte: JUVENAL e MATTOS, 2002.

Com o objetivo de se alcançar maiores índices de produtividade e mais eficientes modos de produção serão discutidos posteriormente métodos silviculturais e propostas de manejo florestal sustentáveis.

## 2.5 SILVICULTURA E MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL

A silvicultura representa uma importante e indispensável atividade nacional que funciona como uma ferramenta para a manutenção econômica, o provimento do desenvolvimento social e a manutenção de características ambientais fundamentais à vida.

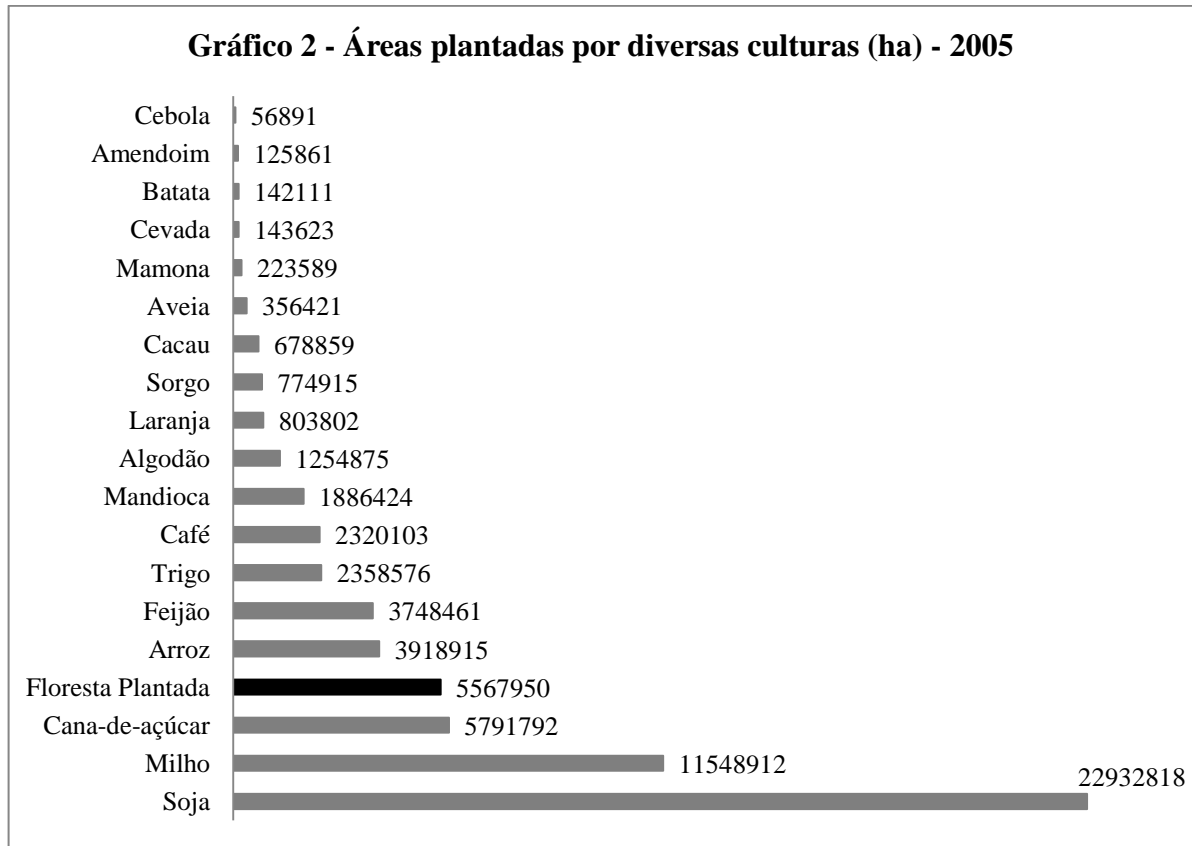
Carneiro (1954) ressalta que a silvicultura deve intervir com a ciência e a técnica, para a formação de novos bosques, nas proximidades dos centros consumidores ou à margem dos transportes, de modo que a obtenção dos produtos florestais torne-se mais fácil e econômica.

Para que a exploração florestal traga benefícios sem prejudicar o meio ambiente, existem projetos de manejo adequados a cada espécie e cada região, dependendo da finalidade da madeira e das condições geográficas e climáticas locais. Com o passar do tempo os programas de reflorestamento estão sendo aprimorados, utilizando cada vez mais tecnologias e conhecimentos que auxiliam a produção sustentada, porém, este é um processo em contínuo desenvolvimento.

Um dos maiores desafios enfrentados hoje pela produção florestal é minimizar os impactos causados pelo uso de máquinas pesadas na colheita e transporte da madeira, que podem causar compactação do solo e ocorrência de processos erosivos, com o consequente assoreamento de cursos d'água (Revista Silvicultura, 1998, citado por LEÃO, 2000).

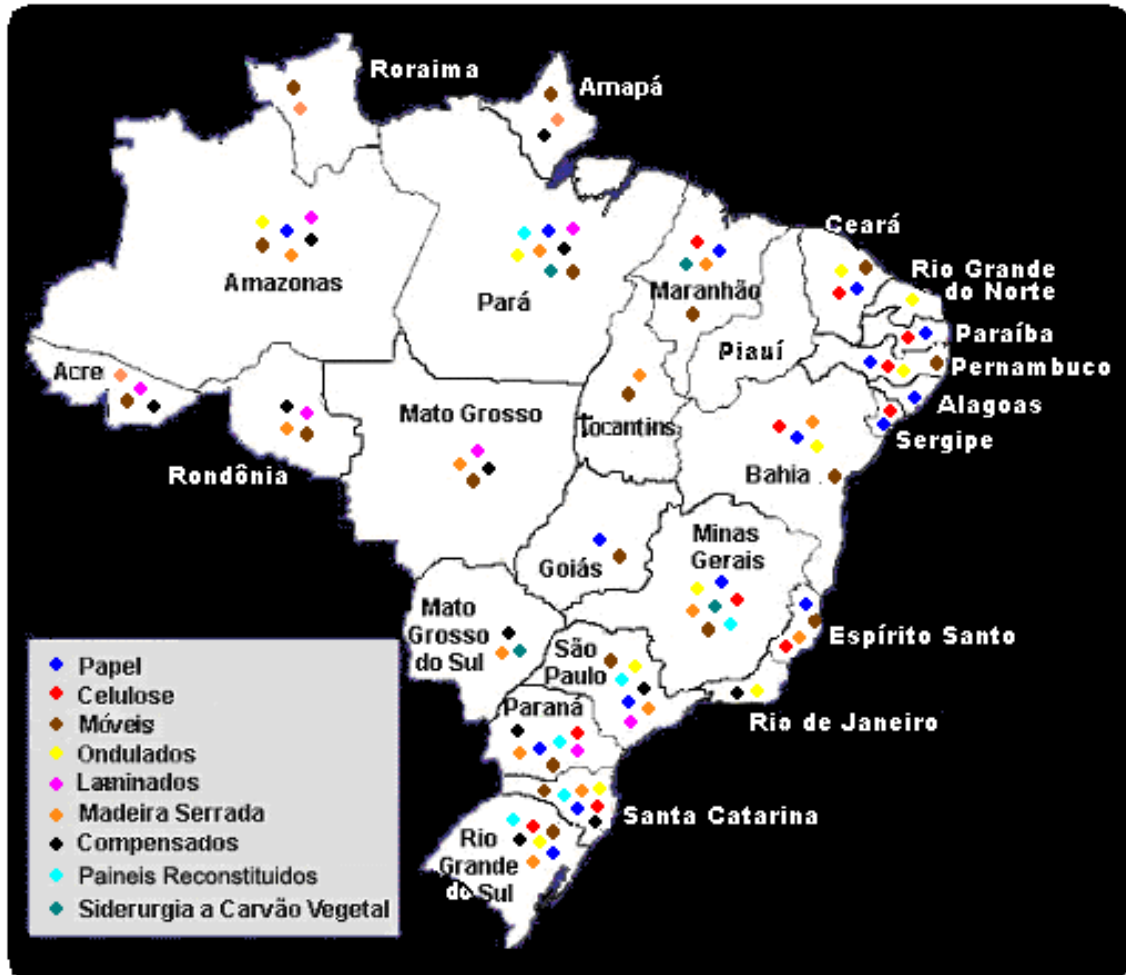
Juvenal e Mattos (2002), baseados em dados da Sociedade Brasileira de Silvicultura, enfatizam que em 2001 o PIB florestal brasileiro atingiu US\$ 21 bilhões e as exportações US\$ 4 bilhões, gerando 2 milhões de empregos diretos e indiretos. Dados mais atuais, divulgados por Amata (2009) mostram que o setor florestal é responsável por 3,4% do PIB nacional, chegando ao valor de US\$ 44,6 bilhões, e exportando em 2008 produtos florestais que atingiram US\$ 9,3 bilhões. Estes dados demonstram que em um período relativamente curto de tempo o PIB florestal teve um aumento significativo.

Segundo estimativas do IBGE, as florestas plantadas ocupam o quarto lugar em áreas plantadas por diversas culturas distribuídas no Brasil (SBS, 2006), conforme se pode observar no Gráfico 2 a seguir:



Fonte: SBS, 2006.

Na Figura 3 pode-se observar como se configura a distribuição das indústrias florestais no Brasil, no que tange aos produtos florestais madeireiros, e onde estão localizadas com maior concentração. Nota-se que as regiões sul e sudeste merecem destaque.



**Figura 3** – Distribuição da Atividade Florestal à Base de Produtos Madeireiros.  
Fonte: SBS, 2008.

Mesmo que a distribuição das indústrias pareça constante em todo país, é necessário avaliar a proveniência da matéria prima. Segundo um estudo realizado para avaliar o mercado de casas de madeira pré-fabricadas em Curitiba e Região Metropolitana, observou-se que grande parte da madeira nobre que abastece esse mercado da construção civil local provém de reservas encontradas nos estados do norte e centro-oeste. Este estudo será descrito em seção posterior. Tais dados foram levantados através de questionários empregados às empresas do setor na cidade de Curitiba e região. Os reflorestamentos de pinus e eucaliptos localizados da região sul também abastecem o mercado local, porém, as demais madeiras de alto valor comercial e maior durabilidade não são encontradas na região (FERRARI et al., 2009).

Como opção ao uso de madeiras nobres provenientes de outros estados, que muitas vezes apresentam procedência duvidosa, constituindo cortes ilegais, este trabalho apresenta o estudo sobre a possibilidade do desenvolvimento de projetos silviculturais com espécies nativas locais para uso no setor da construção civil. O foco em espécies nativas se justifica



pela necessidade do desenvolvimento de pesquisas com outras essências florestais que não as exóticas, já bastante promovidas na região sul. A grande variedade e a riqueza das florestas nacionais demonstram uma vasta possibilidade na exploração de espécies ainda não comerciais, que se assemelham a madeiras nobres amazônicas e que podem contribuir para o atendimento da demanda habitacional no sul do Brasil. A espécie de que trata esse estudo é a *Araucaria angustifolia*.

Segundo dados da ABRAF (2010) as áreas de florestas plantadas com araucária se concentram nos estados de Santa Catarina e Paraná e somaram em 2009 um total de 12.110 hectares. A madeira de alta qualidade dessas produções, como ressalta a ABRAF (2010), é destinada à fabricação de serrados e laminados, produtos de madeira sólida, indústria moveleira, carpintaria em geral, fósforo, lápis, além da utilização reduzida na indústria de papel. Para o pinus, somente na região sul em 2009, a ABRAF (2010) confirma um total de 1.417.850 hectares, correspondendo a 79% da área total plantada com a espécie no Brasil. Paraná e Santa Catarina possuem respectivamente áreas de 695.790 ha e 550.850 ha, sendo que grande parte dessa produção é utilizada pelo segmento de celulose e papel, seguidos pelos segmentos de painéis de madeira e de produtores independentes e ainda pela siderurgia.

A ABRAF (2010) ressalta ainda que apesar da importância socioeconômica e história da araucária, especialmente para os estados do sul, a área e o número de estabelecimentos rurais com tal plantio vêm sendo reduzida gradativamente. Algumas razões enumeradas para justificar essa redução são a preferência dos produtores e da indústria pelo uso de espécies de rápido crescimento e, sobretudo pelas restrições normativas e legais impostas em âmbito federal e estadual sobre o corte e preservação da araucária. Essas leis serão expostas no capítulo 3.

## **2.6 O IMPACTO DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

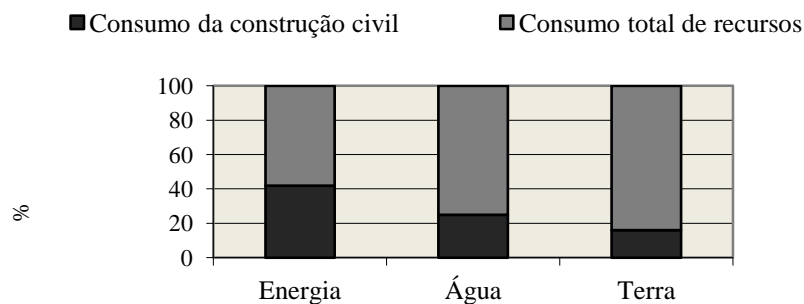
De acordo com Edwards (2008) a indústria da construção civil é responsável pelo consumo de 50% dos recursos mundiais, tornando-se uma das atividades menos sustentáveis do planeta. A grande maioria desses recursos, principalmente os combustíveis fósseis, é utilizada para o aquecimento, iluminação e condicionamento de ar das edificações, gerando 50% do aquecimento global. Quando se estima a quantidade de recursos empregados no setor construtivo as informações obtidas variam. No Brasil, dados divulgados por Araújo (2009) estimam que a construção civil seja responsável pelo uso de 15 a 50% de todos os recursos

naturais extraídos do planeta. Já para John et al. (2007) a construção de edificações consome até 75% desses recursos, com o agravante que a maior parte deles não são renováveis.

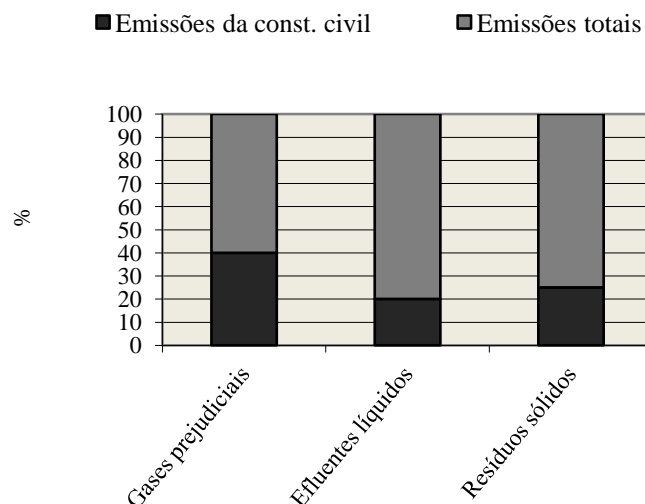
Apesar da variação encontrada nos diferentes autores, percebe-se que o consumo do setor é extremamente elevado. Sabe-se também que a atividade da construção civil é responsável por gerar grande quantidade de resíduos e que os principais recursos naturais não renováveis que consome são água e energia. O que gera graves mazelas ambientais, sociais e econômicas.

Um levantamento, que está ilustrado no Gráfico 3 a seguir, revela que o setor é responsável pelo uso de cerca de 42% de toda a energia mundialmente produzida; 25% da água e 16% da terra; emitindo 40% de gases prejudiciais na atmosfera; 20% de todo o volume de efluentes líquidos e 25% dos resíduos sólidos (FURTADO, 2009)<sup>4</sup>.

#### (a) Consumo de Recursos pelo Setor da Construção Civil



#### (b) Emissões geradas pelo Setor da Construção Civil



**Gráfico 3 (a) e (b) - Impactos da Construção Civil.**

Fonte: FURTADO, 2009.

<sup>4</sup> O texto de João S. Furtado intitulado “Indicadores de sustentabilidade sócio-ambiental nos assentamentos humanos e ecodesign na construção civil: oportunidades para a indústria” é inédito e está em progresso, não tendo sido divulgado ainda em revistas, como declara o autor na versão divulgada pela internet.

De acordo com esses dados torna-se essencialmente relevante que um projeto tenha em vista a redução das emissões por meio da economia energética, além de considerar a análise do ciclo de vida da edificação a ser proposta. Como adverte Edwards (2008, p.5):

Somente por meio do uso de tecnologias mais inteligentes, de um maior respeito aos recursos naturais e da substituição da exploração dos recursos não renováveis por práticas renováveis e autossuficientes, poderemos reduzir a pressão sobre o meio ambiente.

Sendo o projeto arquitetônico norteado por fatores que considerem a aplicação adequada dos recursos seguindo a análise do ciclo de vida, ele pode contribuir de modo efetivo para a sustentabilidade, influenciando uma cadeia de ações na sociedade e modificando as relações sociais. A questão presente neste contexto se refere principalmente à necessidade da diminuição dos impactos provenientes do ciclo de vida das edificações desde a extração de matéria prima, processamento de materiais, comercialização, utilização e descarte.

A produção, transporte e uso de materiais contribuem para a poluição global e as emissões de gases de efeito estufa. A produção mundial de cimento *portland*, por exemplo, é responsável por aproximadamente 6% de todas as emissões antropogênicas de CO<sub>2</sub>. Nos países em desenvolvimento esta fração pode alcançar 10% (JOHN, 2003, citado por JOHN et al., 2007). Além das emissões durante o processo de fabricação os materiais de construção interagem com o ambiente durante o uso, emitindo substâncias por lixiviação, abrasão de superfícies, volatilização ou absorção de substâncias (JOHN et al., 2007). Portanto é essencial promover e colaborar para uma mudança de atitude em relação a este problema.

Mülfarth (2002) observa que muitos usuários e até mesmo profissionais responsáveis pelos projetos e especificação de materiais de um edifício, analisando seu ciclo de vida, ignoram os impactos negativos gerados pela grande maioria deles, incluindo o impacto à saúde humana dentro de espaços não saudáveis. Sendo assim deve-se considerar que o profissional relacionado à área deve ser um elemento primordial na ajuda pela conscientização do usuário, sendo ele em primeira instância consciente e responsável na elaboração do projeto, revendo potenciais problemas econômicos, sociais e ambientais que certamente estão relacionados à construção civil e à escolha dos materiais construtivos.

Na tentativa de mudar os paradigmas da construção civil fala-se muito em construções sustentáveis, que são aquelas que buscam diminuir os problemas citados acima. Nesse estilo de construção se procuram novos materiais, tecnologias mais adequadas e sistemas mais eficientes, resolvendo assim alguns problemas críticos das construções

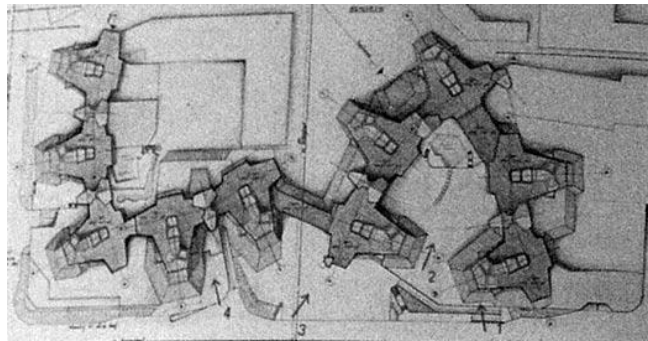
convencionais. As tecnologias apropriadas que ainda estão sendo estudadas ou aquelas que já começaram a ser utilizadas pela construção civil apresentam uma crescente preocupação com a integração dos fatores econômicos, ambientais e sociais relacionadas com materiais construtivos, fontes energéticas, captação e tratamento de água e o uso racional de recursos com o objetivo de se fazer uma eficiente edificação sustentável. O edifício, tal qual um organismo vivo, requer um equilíbrio para seu ideal funcionamento, portanto precisa ser estruturado a partir de um entendimento sistêmico. Este pensamento em expansão é já uma tendência mundial, e surge a partir da conscientização dos prejuízos causados pelos espaços construídos que foram concebidos sem haver a priorização da eficiência dos recursos empregados e da real qualidade do ambiente para a saúde humana.

Por tais razões, relembra-se que a necessidade de habitar não é somente obedecer a uma necessidade física do ser humano, mas que incorpora também as relações sociais que se estabelecem em cenários específicos, as relações econômicas que nela estão inseridas e o contexto ambiental no qual existem, podendo exercer influências locais e até globais. Com tal motivo, este estudo enfatiza que as tecnologias desenvolvidas com a função de atender as atividades da construção civil, constituem um campo amplo de relações e inter-relações a serem pesquisadas, com o fim de se estabelecerem no mercado tecnologias apropriadas e inovações que considerem cada vez mais o aspecto humano e sua dependência de um meio ambiente saudável, observando os problemas locais e as peculiaridades em suas soluções. Prevê-se assim, ações pontuais e uma atuação sistêmica, divulgando resultados sem repeti-los indiscriminadamente em sociedades estruturalmente opostas, mas obedecendo aos padrões determinantes de cada localidade.

Como ressalva Figueiredo (2010) as edificações sustentáveis são uma evolução e seus impactos vão além do meio ambiente, provocando mudanças também comportamentais, como a cultura do não desperdício. Assim sendo, edifícios que aplicam políticas sustentáveis se tornam exemplos em suas cidades, podendo influenciar na tomada de decisões relevantes em políticas públicas afins. Como elemento divulgador de materiais e técnicas construtivas e operacionais mais adequadas ao novo contexto mundial, a estrutura desses edifícios acaba promovendo o conhecimento tácito de tecnologias sustentáveis que reduzem os impactos negativos socioambientais e econômicos causados pelas construções convencionais. Estabelecer diretrizes para a sustentabilidade no uso das edificações é de responsabilidade do profissional de arquitetura durante a fase inicial do projeto. Dentre elas substituir materiais de alto impacto negativo no seu ciclo de vida, oferecer ferramentas para o alcance de uma maior

eficiência energética, aperfeiçoar técnicas para o uso racional da água, e buscar a diminuição da emissão de CO<sub>2</sub>.

Através de pesquisas acadêmicas e mudanças práticas que promovem a melhora do ambiente construído, paulatinamente acontece a mudança dos paradigmas que regem a sociedade como um todo. Pode-se espelhar nos resultados demonstrados por Hawken et al. (2007) nos quais a arquitetura projetada para diminuir os desperdícios de recursos naturais e humanos superou expectativas e influenciou a qualidade de vida dos usuários. Dentre eles, estão a sede do Banco NMB (hoje ING), na Holanda (Figuras 4, 5 e 6); o projeto habitacional Village Homes, na Califórnia (Figuras 7 e 8); e o hotel de luxo Inn of the Anasazi, no Novo México (Figuras 9 e 10).



**Figura 4** - NMB, Amsterdã – Holanda. Arquiteto Ton Alberts. Construído em 1987. Implantação.  
Fonte: HOLMES, 2010.

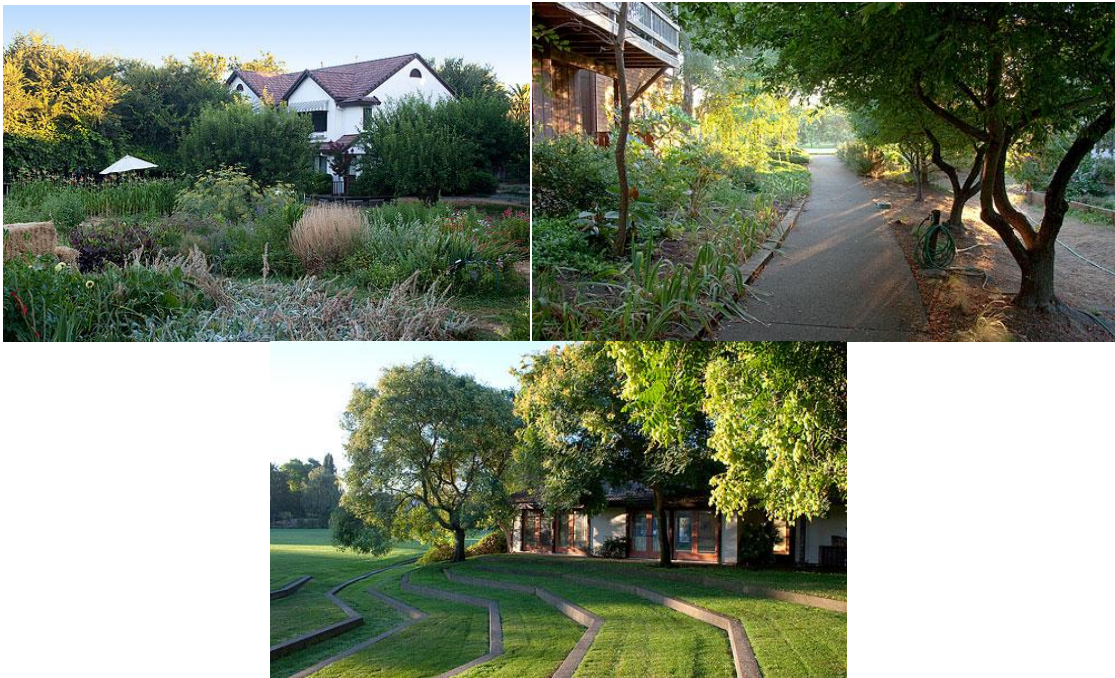


**Figura 5** - NMB, Amsterdã – Holanda. Arquiteto Ton Alberts. Construído em 1987. Vista geral.  
Fonte: IMPORTANT GREEN BUILDING ACHIEVEMENTS, 2010.

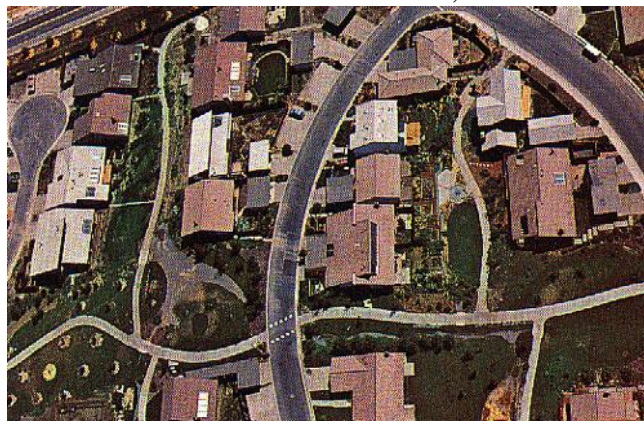


**Figura 6** - Banco NMB, Amsterdã – Holanda. Aspectos externos e interno.  
Fonte: BROWNING, 1992.

Segundo Hawken et al. (2007) o projeto da sede bancária consiste em dez torres que se comunicam por uma rua interna. A água da chuva é captada no telhado e utilizada para regar jardins internos e externos. Todos os escritórios possuem iluminação e ventilação naturais.



**Figura 7** - Village Homes, Davis – Califórnia. Responsáveis Michael e Judy Corbett. Iniciado em 1970.  
Fonte: VILLAGE HOMES, 2010.



**Figura 8** - Village Homes, Davis – Califórnia. Vista aérea.  
Fonte: BAINBRIDGE, 2010.

Nas imagens acima do complexo residencial Village Homes observa-se a grande extensão de áreas verdes e a arborização do projeto paisagístico que está integrado às residências, propiciando melhor conforto térmico no verão, além da sinuosidade dos caminhos internos.





**Figura 9** – Hotel Inn of Anasazi, Santa Fé – Novo México. Reformado em 1991. Vistas externas.  
Fonte: ROSE, 2010.



**Figura 10** – Hotel Inn of Anasazi, Santa Fé – Novo México. Reformado em 1991. Vista interna.  
Fonte: KING, 2010.

As fotos do Hotel Inn of Anasazi mostram o uso de materiais de construção e mobiliário feitos com recursos locais por artesãos tradicionais (HAWKEN et al., 2007).

Todos os exemplos relacionados nas figuras acima promoveram a sustentabilidade do ambiente construído, seguindo modelos particulares em relação ao contexto no qual estão inseridos. No caso da sede do banco NMB, a conclusão da planta pelo arquiteto levou três anos para ficar pronta buscando-se uma real integração entre todos os profissionais relacionados ao projeto e também a compreensão dos empregados. A idealização de Village Homes previu a realização da drenagem da área através da utilização das depressões naturais do terreno, diminuindo custos com drenos de concreto, e ainda proporcionando grande quantidade de áreas verdes entre as casas, inclusive zonas agrícolas. Já o exemplo do Hotel Inn of Anasazi trata da transformação de um edifício pré-existente todo feito de aço e vidro, com a utilização de recursos locais, como o material de construção semelhante ao adobe, o mobiliário e os objetos artesanais valorizando a cultura local (HAWKEN et al., 2007). Além da melhora do ambiente construído no que se refere à otimização dos sistemas de ventilação e

iluminação, promovendo a economia em tais edifícios, esses três exemplos são referência também pelas melhorias sociais que foram incorporadas ao seu modelo.

## 2.7 CONTEXTO HABITACIONAL

De acordo com dados do Ministério das Cidades de 2007 o déficit habitacional brasileiro já passa dos sete milhões, sendo que 75% concentram-se nas áreas urbanas (LAROCA, 2007). Mais especificamente na cidade de Curitiba, esse valor é de 314, 2 mil moradias. Para reverter esse caso o governo federal lançou o programa Minha Casa, Minha Vida que pretende beneficiar famílias com renda de até 10 salários mínimos. O objetivo geral do programa é construir um milhão de casas. No Paraná está prevista a construção de 44 mil casas. A partir desses dados, constata-se a necessidade de se construir muito para suprir as necessidades habitacionais brasileiras (ASBEA/PR, 2009).

Como foi discutido na seção anterior, o setor da construção civil é responsável por gerar grande quantidade de resíduos e ser consumidor de recursos naturais não renováveis. Sendo assim, é necessário considerar que a construção dessas casas que estão por vir pode ser concebida de modo diferenciado e sustentável, por exemplo, diminuindo os gastos de recursos, reduzindo o desperdício através da otimização da eficiência do projeto no cálculo da quantidade de materiais.

A madeira é uma das possibilidades que se apresenta para a solução do problema do déficit habitacional substituindo parte de materiais convencionais não renováveis, pois oferece várias vantagens técnicas e de sustentabilidade, como resistência mecânica alta, bom isolamento térmico e acústico, sequestra carbono em sua composição, é um material renovável e gasta pouca energia para ser produzido. Segundo Stingen (2002, p.34):

A madeira é um dos materiais mais valiosos para a construção em geral e para a carpintaria. Pelo fato de se poder cortar e dar-lhe forma facilmente, a madeira tem sido uma matéria-prima muito popular desde milhares de anos. Provavelmente nenhum outro modo de construção sofreu uma evolução tão contínua, passando da construção puramente artesanal a modos de execução determinados pelas novas técnicas.

Apesar das relações vantajosas de custo benefícios em longo prazo, o uso da madeira na construção civil ainda é pequeno se comparado aos materiais convencionais. Isso se justifica pelo fato do preconceito com o material por consumidores que o julgam de qualidade inferior às casas de alvenaria. Além disso, a manutenção do material exige proteção contra o



ataque de insetos xilófagos e do fogo. A Prefeitura Municipal de Curitiba exige afastamento lateral de dois metros das divisas para evitar a propagação de chamas (MENEZES, 2009).

Outra barreira para a construção de casas de madeira é a inexistência de financiamento pela Caixa Econômica Federal, um dos principais órgãos financiadores de unidades habitacionais do país. A Caixa afirma que pelo material ser degradável e de pouca durabilidade, não é concedido financiamento para esse tipo de habitação (LAROCA, 2007).

Segundo o departamento de Controle de Edificações da Secretaria Municipal de Urbanismo, nos últimos cinco anos, somente 32 alvarás foram concedidos para construção, reforma e ou ampliação de edificações em madeira na cidade de Curitiba (MENEZES, 2009).

A construção de casas de madeira em Curitiba data de mais de um século. No Código de Obras de 1919, o centro da cidade apresentava casas mistas, com frente de alvenaria e o restante em madeira. Os conflitos e as contradições dos materiais resultaram na contínua depreciação da casa de madeira em geral.

Um estudo feito em 2009, como parte integrante deste trabalho, avaliou o mercado de casas de madeira pré-fabricadas em Curitiba e Região Metropolitana em relação à proveniência do material e à certificação ou legalização deste, visando verificar se estava ocorrendo o uso sustentável do mesmo. O método utilizado no estudo foi a aplicação de questionários entregues às empresas da região. Aspectos considerados relevantes nessa discussão foram: procedência, legalidade da madeira, compromisso com o meio ambiente, condições físicas das obras e olhares sobre sustentabilidade e madeira (FERRARI et al., 2009). Uma análise prévia estabeleceu a diferença entre três padrões construtivos, casas de alto padrão em madeiras nobres (grábia, angelim, itaúba e cumaru), casas de médio padrão em madeiras menos nobres que recebem tratamento em autoclave (pinus e eucalipto) e casas de baixo padrão que são kits de casas pré-fabricadas em pinus sem qualquer tipo de tratamento.

Houve uma grande variação nos valores encontrados para cada um destes produtos. Os kits de pinus sem tratamento, nos quais a espessura das paredes é de aproximadamente apenas uma polegada (2,54 cm), o preço varia entre R\$ 200,00 a R\$ 250,00 por metro quadrado. As casas de médio padrão de madeira autoclavada valem entre R\$ 420,00 a R\$ 750,00 por metro quadrado e a espessura das paredes é de aproximadamente 3,5 cm. Por fim as de alto padrão estão entre R\$ 850,00 a R\$ 1.500 por metro quadrado, dependendo da complexidade do projeto.

Concluiu-se, que grande parte da madeira nobre que abastece este mercado é fornecida pela região norte, principalmente o estado de Rondônia. Já as madeiras de pinus e eucalipto são produzidas no sul do país. De acordo com Ferrari et al. (2009), todas as

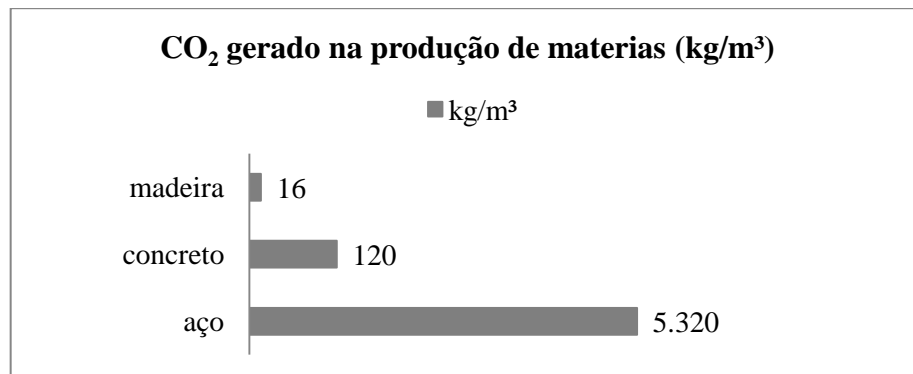
empresas, sem exceção, afirmaram que a madeira que oferecem é certificada e tem selo de procedência, porém não souberam dar informações detalhadas a respeito. Nenhuma delas apresentou documentos oficiais que confirmam a legalidade do material.

Neste mesmo estudo averiguou-se a descrença dos vendedores de algumas empresas de casas pré-fabricadas em relação ao material, recomendando ao invés da madeira o uso de alvenaria convencional ou blocos de concreto, utilizando o discurso da falta de durabilidade, baixa resistência, e da rápida degradação da madeira, no caso das casas de baixo padrão em pinus. Estas, que são uma opção de casas populares de baixa renda, perdem confiabilidade no mercado, pois não tem poder de competição com a alvenaria, o que acaba causando a depreciação da madeira. O fato de o mercado não disponibilizar uma casa de madeira que seja ao mesmo tempo de boa qualidade e com preço acessível para a população de baixa renda gera desconfiança em relação ao material e sua posterior desvalorização nesta categoria de consumo, o que acaba enaltecendo a alvenaria como única opção durável e resistente (FERRARI et al. 2009). Essa desvalorização do material junto aos vendedores ilustra a falta de conhecimentos técnicos adequados, o que acaba influenciando consumidores em geral. Porém, inovações no design e nos projetos podem resgatar a madeira e seu valor, mitigando o preconceito existente no Brasil. Em vários outros países a madeira é um dos principais e mais apreciados materiais construtivos. Estados Unidos, Canadá, Japão e Suécia constituem alguns exemplos (FINATTI, 2010). Nestes lugares o desenvolvimento de técnicas apropriadas promoveu a aceitação cultural do material. Encontrar técnicas que aproveitem a madeira sem torná-la excessivamente cara, provocando a elitização do material, é um desafio no Brasil.

### 3 A MADEIRA COMO MATÉRIA PRIMA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O estudo em andamento está relacionado à demanda de materiais construtivos de menor impacto, colocando a madeira como opção à solução deste problema. Conforme John et al. (2007), uma forma de se avaliar a sustentabilidade dos materiais é usar como critério de julgamento a energia incorporada, ou seja, a energia necessária para a produção do produto englobando etapas desde a extração da matéria prima até a distribuição deste no mercado. Como já foi mencionado, a madeira é um material renovável, que gasta pouca energia em sua produção e que realiza o sequestro de carbono durante seu crescimento.

Comparada a outros materiais construtivos a madeira é o que apresenta um dos menores índices na geração de dióxido de carbono durante a sua produção (ver Gráfico 4).



**Gráfico 4** – Quantidade de dióxido de carbono gerada para a produção de materiais construtivos. Fonte: adaptado de FERREIRA et al, 2003.

Diante da possibilidade da expansão da indústria madeireira utilizando-se cultivos que atendam às diretrizes de um manejo adequado e sustentado, faz-se necessário estender os conhecimentos e práticas da aplicação desse material na construção civil. Grande parte da responsabilidade quanto à especificação de materiais construtivos, encontra-se na figura do arquiteto responsável pelo projeto.

Para Bittencourt (1995) o quadro brasileiro de desvalorização e preconceito em relação à madeira foi causado pela ausência no domínio das técnicas, dos métodos e dos processos da tecnologia deste material, além da falta de normas adequadas capazes de subsidiar seu uso visando à qualidade do produto. A autora ressalta ainda a importância de se desenvolver uma indústria madeireira forte associada à tecnologia incorporada à produção florestal e capacitar recursos humanos para atuação na área. Ela cita o exemplo do “saber fazer” na arquitetura americana em madeira, em que a diversificação nos padrões

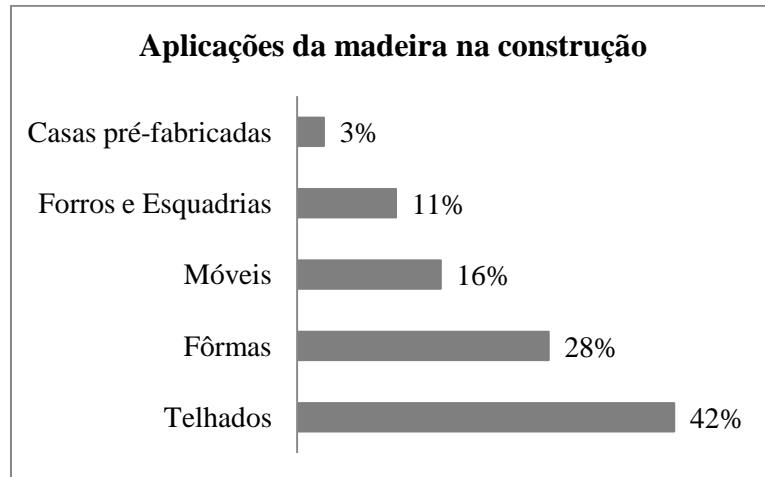
arquitetônicos acontece devido à flexibilidade das técnicas construtivas adquiridas ao longo do tempo, à qualificação nas fases de concepção, execução, manutenção e uso adequado da edificação (BITTENCOURT, 1995).

O alcance da racionalidade e economia no processo construtivo também é um desafio a ser vencido para tornar a madeira um material viável e manter a sustentabilidade almejada. Esse objetivo é alcançado mais uma vez com a ajuda do profissional responsável pelo projeto, na configuração adequada dos detalhes de todo o processo. Diferentemente dos projetos convencionais para edificações em alvenaria, o projeto de edificações em madeira exige uma maior atenção do profissional em relação às suas etapas e funcionamento, assim como da interação da madeira com outros materiais construtivos e desta com os fatores de ordem climática aos quais a edificação estará exposta. Contribuem mais uma vez as considerações de Bittencourt (1995) para o estabelecimento da madeira como material construtivo:

Os sistemas construtivos em madeira demandam muitos cuidados na definição dos detalhes, da concepção à execução. Portanto, o detalhe é o ponto de partida e não simplesmente resultado para solucionar algum problema técnico construtivo (BITTENCOURT, 1995, p.12).

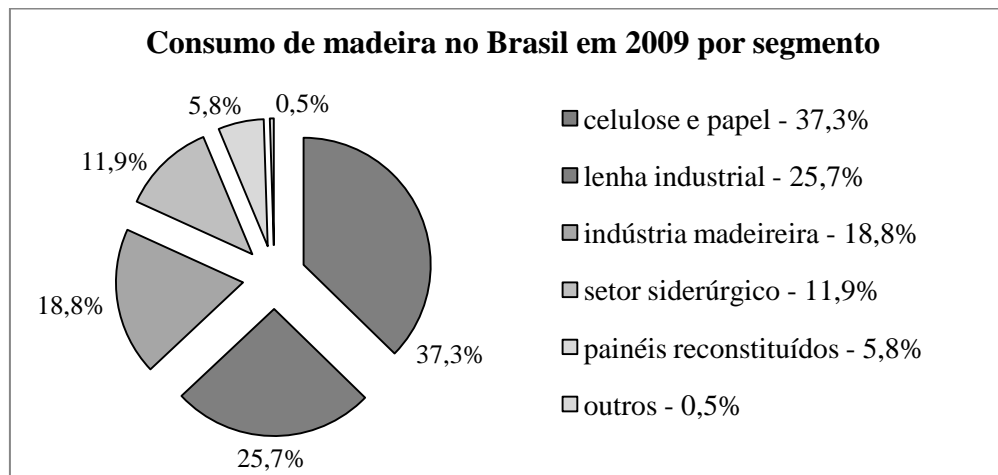
Em países como Estados Unidos, Japão e do norte europeu, os padrões construtivos de conforto e segurança da habitação em madeira equiparam-se às habitações tradicionais em alvenaria. No Brasil, a pouca competitividade do material atualmente, se deve praticamente à inexistência da construção em madeira nos moldes executados em países que dominam esta tecnologia (BITTENCOURT, 1995).

Segundo Finatti (2010) 75% das casas americanas são de madeira, no Canadá e Suécia essa estimativa alcança 90%. Dados apresentados por ele demonstram que o uso de madeira serrada para construção civil nos Estados Unidos corresponde a 0,57 m<sup>3</sup>/habitante ao ano, enquanto no Brasil esse valor não passa de 0,11 m<sup>3</sup>/habitante ao ano. Conforme o autor a finalidade da madeira empregada na construção civil nacional se divide da seguinte maneira (ver Gráfico 5):



**Gráfico 5** – Aplicações da madeira na construção civil brasileira.  
Fonte: FINATTI, 2010.

Segundo a Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas - ABRAF (2010), no ano de 2009 estimou-se que o consumo total brasileiro de madeira em toras, proveniente de florestas plantadas, foi de 162,6 milhões de metros cúbicos, sendo 68,49% referente ao uso de eucalipto e 31,6% de pinus. Este consumo se divide em vários segmentos (ver Gráfico 6):



**Gráfico 6** – Consumo brasileiro de madeira em tora de florestas plantadas por segmento em 2009.  
Fonte: ABRAF, 2010.

Percebe-se, a partir dos dados acima, que o Brasil pode desenvolver um maior potencial no aproveitamento da madeira proveniente da produção florestal, focando abastecer a construção civil e agregando maior valor aos produtos madeireiros. Seguindo assim, o exemplo de outros países onde o emprego de tecnologias apropriadas trouxe a consolidação no uso do material e a confiança por parte dos usuários.

A tradição das edificações em madeira em diversas culturas e também no Brasil será ilustrada na próxima seção. Porém, sabe-se que tais conhecimentos e o desenvolvimento e aprimoramento das técnicas no contexto nacional não tiveram a devida continuidade para fortalecer a madeira como um material perene e confiável por parte dos consumidores, que hoje desconfiam de suas qualidades.

### **3.1 CONSTRUÇÕES TRADICIONAIS EM MADEIRA NO MUNDO**

A madeira se configurou como um importante material de construção em edifícios religiosos, moradias, palácios, entre outros, ao longo dos tempos. Nesta seção exemplifica-se a tradição no uso do material, sendo este fundamental na história da arquitetura, ilustrando seu uso em diversas civilizações e épocas distintas. Evidencia-se, desta maneira, as particularidades das técnicas construtivas pertinentes à diversidade cultural e regional específicas. Com tais exemplares do passado pode-se confirmar a durabilidade e versatilidade no uso do material, demonstrando a necessidade de resgatar tais conhecimentos vernáculos para incentivar a aplicação da madeira no presente e no futuro.

Entre os edifícios religiosos de grande representação na arquitetura tradicional em madeira estão as Igrejas de Maramureș, região que se localiza na Cordilheira dos Cárpatos em meio aos países da Romênia e Ucrânia. Construídas entre os séculos XVII e XVIII estes edifícios sagrados foram feitos de troncos grossos em resposta à proibição do uso de pedras nas igrejas romenas. Em 1999 foram indicadas pela UNESCO como Patrimônio Mundial por sua relevância dentro da arquitetura religiosa e da tradição em construções de madeira. Na Figura 11 se observa a Igreja denominada Sârbi Susani construída em 1639 (BABOS, 2004).



**Figura 11** – Igrejas de Madeira de Maramureş – Sârbi Susani (1639) – Transilvânia/Romênia  
Fonte: BABOS, 2004, p118.

Tratando-se ainda de edifícios religiosos de grande representação arquitetônica não se deve deixar de comentar sobre o templo budista Horyu-ji (ver Figuras 12 e 13), que consta como a estrutura de madeira mais antiga do mundo. Localizado na cidade de Nara no Japão, estima-se que tenha sido construído no ano de 711, século VIII, utilizando um cipreste japonês denominado *Hinoki* (TEREZO, 2004).



**Figura 12** – Templo Horyu-ji – Estrutura de madeira mais antiga do mundo – Nara/Japão  
Fonte: TAKAKI, 2009.



**Figura 13** – Templo Horyu-ji – Nara/Japão – Detalhe do telhado  
Fonte: ESTRUTURAS DE MADEIRA, 2010.



Como exemplo da arquitetura chinesa está o complexo de templos taoístas Tiantán, ou Templo do Céu (ver Figura 14) como é conhecido. O formato circular da edificação possui diâmetro de 30 metros e altura de 38 metros, onde foram utilizados 28 pilares de madeira. Este complexo foi declarado Patrimônio da Humanidade em 1998 pela UNESCO e fica em Pequim. A edificação data do século XV, e estima-se que foi construído entre 1406 e 1420 (PRYCE, 2005).



**Figura 14** – Templo do Céu – Construído entre 1406 e 1420 – Pequim/China  
Fonte: PRYCE, 2005.

Como modelos de edifícios residenciais tradicionais, estão as casas de Istambul (ver Figura 15), que ilustram uma longa tradição em madeira da Turquia, iniciada no século XVI (AKAM, 2010). Outra tradição arquitetônica que se destaca no trabalho com a madeira e

também com bambu é a cultura *Toraja*, nome dado a um dos povos tradicionais da Indonésia. As casas, que lembram embarcações antigas dos imigrantes chineses, são estreitas e longas (ver Figura 16). Na extremidade frontal os telhados são sustentados por um grande tronco de árvore entalhado (MORGADO, 2007). Essas edificações, também conhecidas com o nome de *tongkonan* representam a identidade do povo nativo, pois estão relacionadas a várias simbologias e rituais locais (THE TONGKONAN OF TORAJA, 2010). Segundo Julistiono et al. (2005) a estrutura construída sobre estacas de madeira, utiliza variedades locais como a teca e o pau-ferro, sem o uso de pregos.



**Figura 15** – Edifícios Residenciais – Istambul/Turquia.  
Fonte: acervo da autora.



**Figura 16** – Construções tradicionais Toraja – Indonésia.  
Fonte: JULISTIONO et al., 2005.

Muitos outros exemplos, além destes, podem ser citados como ícones de suas culturas através dos séculos, utilizando a madeira como um dos principais materiais em sua composição. Entre os quais estão os *enxaiméis* germânicos, as casas japonesas e os chalés suíços (BITTENCOURT; HELLMEISTER, 1995). Com o processo de imigração, o Brasil herda algumas destas tradições trazidas pelos colonizadores, que aproveitaram a abundância de matéria prima no país, como será confirmado a seguir.

### 3.2 TRADIÇÃO EM CONSTRUÇÕES DE MADEIRA NO SUL DO BRASIL

De acordo com Castro (2008) os primeiros imigrantes chegaram à região sul do Brasil a partir de 1824. Já entre 1880 e 1915 o Brasil ocupava o terceiro lugar em número de imigrantes que chegavam às Américas, de um total de 31 milhões de pessoas, logo depois de Estados Unidos e Argentina, conforme Oliveira (2002). A autora afirma que os imigrantes chegados ao país somavam 2,9 milhões de pessoas nesta época. Estes imigrantes vinham prioritariamente da Europa, destacando-se Portugal, Espanha, Alemanha, Itália, e países escandinavos. Os japoneses e judeus também marcaram grande presença entre os imigrantes.

A região sul recebeu parte representativa desta mão de obra proveniente da imigração em massa da virada do século. Eram principalmente italianos e alemães que se estabeleciam em propriedades agrícolas majoritariamente nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (SEYFERTH, 1990). Muitos dos espaços de moradia e de trabalho destes imigrantes eram construídos em madeira, material encontrado com facilidade nas regiões onde se estabeleceram. Algumas destas edificações foram preservadas, tornando-se lugares de interesse cultural, patrimonial e turístico, como ilustram as figuras a seguir:



**Figura 17** – Casa da Erva Mate Ferrari – Caminhos de Pedra São Pedro/Bento Gonçalves-RS  
Fonte: acervo da autora.



**Figura 18** – Casa da Ovelha – Caminhos de Pedra São Pedro/Bento Gonçalves-RS  
 Fonte: acervo da autora.



**Figura 19** – Casa da Ovelha – Detalhes da varanda e escada.  
 Fonte: acervo da autora.



**Figura 20** – Casa da Tecelagem – Caminhos de Pedra São Pedro/Bento Gonçalves-RS  
 Fonte: acervo da autora.





**Figura 21** – Casa da Tecelagem – Detalhes da varanda e interior.  
Fonte: acervo da autora.



**Figura 22** – Casa da Tecelagem – Detalhes da estrutura (pilares, vigas, barrotes e tesouras)  
Fonte: acervo da autora.



**Figura 23** – Casa Vanni – Caminhos de Pedra São Pedro/Bento Gonçalves-RS  
Fonte: acervo da autora.



**Figura 24** – Casa Vanni – Caminhos de Pedra São Pedro/Bento Gonçalves-RS. Fachada posterior.  
Fonte: acervo da autora.



**Figura 25** – Casa Vanni – Detalhes de esquadria e interior.  
Fonte: acervo da autora.



**Figura 26** – Casa Giordani – Vale dos Vinhedos/Bento Gonçalves-RS  
 Fonte: acervo da autora.



**Figura 27** – Vinícola Barcarola –Vale dos Vinhedos/Bento Gonçalves-RS  
 Fonte: acervo da autora.



**Figura 28** – Paisagem com casas em madeira – Caminhos de Pedra São Pedro/Bento Gonçalves-RS  
 Fonte: acervo da autora.



**Figura 29** – Centro Cultural Dr. Carlos Bornéo – Cambará do Sul-RS  
Fonte: acervo da autora.

De acordo com Larocca (2008), cada povoado constrói suas edificações com os materiais mais próximos e de maior facilidade de extração que a natureza de seu país pode fornecer. No caso do Estado do Paraná, a madeira foi um material muito utilizado, tendo influências dos povos imigrantes de origem européia. As diferenças eram de espécies e não de substância.

A tradição da construção de casas de madeira no Paraná veio com os imigrantes poloneses, ucranianos, japoneses, alemães e italianos que em suas terras natais construíam com esse material. Entre os anos de 1870 e 1879 foram estabelecidas 26 colônias no município de Curitiba. As cidades começaram a se adaptar aos novos moradores, formando-se os centros urbanos, sítios e fazendas de café com suas construções em madeira. Cada um trazia consigo suas técnicas e referências, adaptando-as ao novo território. Eram moradias, áreas de trabalho e comércio cada uma adaptada ao seu respectivo programa, criando dessa forma uma linguagem arquitetônica própria (ZANI, 2003).

Porém, no restante do Brasil o que predominava era a influência da arquitetura lusobrasileira que valorizava a pedra e o tijolo, deixando a madeira em segundo plano para sustentar telhados ou estruturar o arcabouço das casas de pau-a-pique. Até a chegada desses imigrantes a construção de madeira era considerada de classe pobre, urbana e rural com reputação de baixa durabilidade (LAROCCA, 2008).



Pode-se dividir a história da arquitetura de madeira paranaense em dois períodos: Terra da Promissão, período entre os anos 1930 e 1940 e o Eldorado, a partir dos anos 1940 até a década de 1970. Nessa mesma época apareceram algumas casas de madeira no Estado de São Paulo nas regiões de Assis, Marília e Bauru, porém em escala muito menor. Isso é justificado também pela proximidade de fontes fornecedoras de matéria prima (ZANI, 2003).

O primeiro período é marcado pelo início das construções em madeira, que podiam ser vistas tanto na área urbana quanto na área rural e em geral eram bastante simples, de caráter provisório. Excetuando-se somente os japoneses e alemães que caracterizaram suas construções com referências de estilo arquitetônico das casas das suas terras de origem (ZANI, 2003). No norte e noroeste do Estado do Paraná, as primeiras construções em madeira assumiram uma tipologia mais recorrente e elementar, constituindo no pavilhão com telhado de duas águas, elevado sobre pilotis, um processo construtivo rápido e simplificado (MARQUES et al., 2009). Alguns exemplos destas edificações podem ser observados nas figuras a seguir:



**Figura 30** – Capela Santa Cruz (construída da década de 1940) – Maringá-PR  
Fonte: HOFFMANN, 2005, citado por MARQUES et al., 2009.



**Figura 31** – Teatro Reviver – Maringá-PR  
Fonte: MARQUES et al., 2009.



**Figura 32** – Capela Imaculada Conceição (construída na década de 1950) – Cruzeiro do Oeste-PR  
Fonte: UNIPAR, 2005, citado por MARQUES et al., 2009.



**Figura 33** – Antiga Catedral de Maringá (edifício já demolido).  
Fonte: HOFFMANN, 2005, citado por MARQUES et al., 2009.

Aparecem também como parte da história do beneficiamento de café e algodão no noroeste do Estado, os primeiros barracões construídos com madeira local, entre as quais cita-se a araucária e a peroba rosa. Segundo Marques et al. (2009) merecem destaque arquitetônico por sua composição volumétrica os complexos algodoeiros construídos na década de 1960 na cidade de Umuarama-PR (ver Figuras 34 e 35).



**Figura 34** – Algodoeira desativada na Avenida Paraná (Algoeste) –Umuarama-PR  
Fonte: MARQUES et al., 2009.



**Figura 35** – Edifício em madeira da Algodoeira desativada (Algoeste) –Umuarama-PR  
Fonte: MARQUES et al., 2009.

O auge da arquitetura de madeira no Paraná aparece na época do Eldorado, com refinamento de acabamentos, composição e técnica construtiva. Isso começa a ser percebido inicialmente nas obras comunitárias, tais como capelas, clubes, escolas, entre outras, nas quais o conhecimento dos diversos carpinteiros de vários lugares começa a se fundir. Essa foi uma época de êxito para esse tipo de construção, pois existiam dois fatores fundamentais para que isso ocorresse: a matéria prima abundante e a mão de obra especializada (ZANI, 2003). Um dos maiores proprietários de residências, serrarias e escritórios, considerado o Rei da Madeira, foi João Sguario, pioneiro do movimento da madeira no Estado. Outra empresa do ramo que se destacou na mesma época foi a organização M. Lupion & Cia com suas serrarias espalhadas por todo Paraná (SILVA, 2000). A mecanização da indústria madeireira, na virada do século XIX para o Século XX, contribuiu para a construção das residências mais singulares (SUTIL, 2002).

Na paisagem de Curitiba Sutil (2002) comenta que as casas de madeira formavam um extenso cenário e que apesar de ser considerado um material mais barato e popular, também foi utilizado em projetos para a elite, como é o caso da residência da família Gomm, construída em 1913 no bairro Batel (ver Figuras 36).



**Figura 36** – Residência da família Gomm construída no bairro Batel em 1913 – Curitiba-PR  
Fonte: SUTIL, 2002.

Apesar da exploração predatória da madeira no Paraná para construção de edificações, ela não foi responsável pela ameaça da extinção de algumas árvores como a peroba e a araucária. A primeira foi extraída para dar lugar às plantações de café e a araucária foi exportada para diversos países e muito utilizada no restante do Brasil. Sobre esse assunto Larocca (2008, p.99) diz:

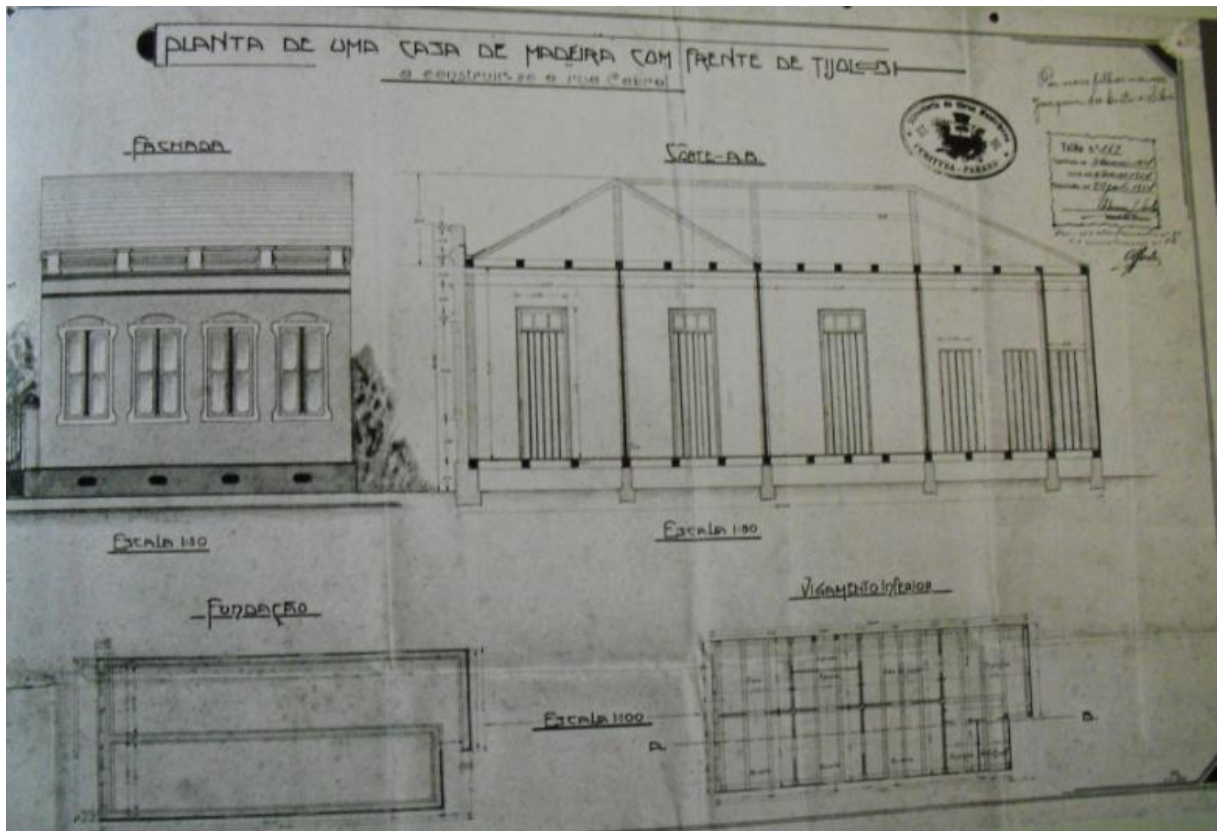
Se todo o Paraná de hoje habitasse em casas de madeira, não teria a necessidade de mais do que 7,5 milhões de araucárias, ou seja, pouco mais de 3% do plantel de árvores que havia ainda na década de 1950.

Junior et al. (2008) asseguram que uma abusiva quantidade de madeira de araucária foi utilizada em formas para moldar construções em concreto aparente na arquitetura modernista brasileira. Eram comuns peças com comprimento de seis, oito, ou até dez metros de comprimento sem defeitos, devido ao formato da araucária com os galhos na parte superior da árvore. Essa característica era muito apreciada por madeireiros e carpinteiros. A ausência de nós foi determinante na escolha dos imigrantes chegados ao Paraná pelo uso dessa matéria prima (JUNIOR et al., 2008).

Apesar da arquitetura de casas de madeira ter perdurado por tanto tempo no Estado do Paraná (1930 – 1970) e não ter sido somente uma arquitetura provisória era mal vista por consumidores, sofrendo muitos preconceitos por parte do poder público. Existia uma

preocupação com o problema de incêndios, mas na verdade o que se pensava era que a madeira era barata e acessível a todos (ZANI, 2003).

A partir de 1905 surge uma lei proibindo a construção de casas de madeira em alguns lugares de Curitiba, tais como: Rua XV de novembro, Rua Barão do Rio Branco e Praça Tiradentes, sendo que no ano seguinte essa proibição se estende por toda a área central. Em 1919 os Códigos de Posturas e Obras apresentam uma seção específica para as habitações de madeira (STINGHEN, 2002). Na década de 1930 o zoneamento vigente determinava que a construção de casas de madeira fosse feita da seguinte forma: na zona urbana com restrições, ou seja, paredes externas em alvenaria (ver Figura 37); na zona suburbana (faixa de um quilômetro fora dos limites da área urbana) e no rocío (faixa situada entre a zona suburbana e os limites do Município) era liberado o uso do material. Essas restrições quanto ao uso da madeira na zona urbana tinham como objetivo embelezar o centro da cidade de acordo com a estética e o bom gosto. Existia uma preocupação com a imagem da cidade nos moldes europeus (SILVA, 2000).



**Figura 37** – Exemplo de projeto de residência com fachada em alvenaria e fundos em madeira – Curitiba-PR  
Fonte: SUTIL, 2002.

Finalmente em 1953 o Código de Posturas e Obras proíbe totalmente a construção das casas na “primeira zona fiscal” e parcialmente em algumas outras regiões (ZANI, 2003).

Várias construções em madeira foram demolidas no Estado, entre elas citam-se a Igreja Matriz de Londrina, edificada em 1934, a 1ª Catedral de Maringá e o Complexo Algodoeiro Braswey em Umuarama (MARQUES, 2009). Para Marques et al. (2009) a substituição dos edifícios por novas construções em alvenaria, algumas mantendo até a forma pré-existente, mostra a rejeição cultural às construções de madeira, o que acabou gerando conotações pejorativas em relação ao material, baixos valores comerciais e principalmente restrições e impedimentos nas Legislações Municipais, desconsiderando o valor histórico e cultural das técnicas construtivas. Segundo eles:

Vários são os fatores sócios econômicos que conduziram à exclusão das técnicas construtivas em madeira, desenvolvidas na região: o desenvolvimento dos transportes, a relativa escassez da madeira, as buscas em manifestar as tradições construtivas em alvenaria pelos colonizadores ingleses e a supremacia nacional das técnicas construtivas em concreto armado e alvenarias, adotados como símbolos de modernidade e desenvolvimento (MARQUES et al., 2009, p.4).

Contudo, para quebrar tais paradigmas culturais de preconceito em relação à madeira, Marques et al. (2009) evocam a exigência da reinterpretação do construir em madeira, salvaguardando o valor patrimonial adquirido na história de ocupação do Estado. Neste sentido faz-se necessário estudar, identificar e resgatar os métodos construtivos do passado.

Um estudo realizado pelos arquitetos Key Imaguire Junior e Marialba Imaguire identificou, em Curitiba, três tipologias básicas de casas de madeira que utilizam a araucária como principal matéria prima: as casas de planta quadrada, divididas em quatro partes e com as águas do telhado voltadas para a rua e para os fundos do terreno, também chamadas de casas luso-brasileiras (ver Figura 38); as de planta retangular, divididas em seis partes e com as águas do telhado voltadas para as laterais do terreno (ver Figura 39); e as que não se enquadram nos modelos mais comuns citados anteriormente, sendo soluções individualizadas e não tipificáveis (JUNIOR et al., 2001). Essas casas estão localizadas nos bairros tradicionais da cidade onde restam casas antigas. Exemplificando estas tipologias seguem-se as seguintes figuras:





**Figura 38** – Residência localizada na Rua Mateus Leme, 2789- São Lourenço – Curitiba-PR  
Fonte: JUNIOR et al., 2001.

O exemplo acima faz parte do primeiro grupo identificado por Junior et al. (2001), as casas luso-brasileiras, tradicionais do período colonial brasileiro, com a planta dividida em quatro partes, jardim frontal, beiral com lambrequins, acesso principal através de porta centralizada e protegido pela varanda. Possuíam pequena área construída e há variações deslocando a porta da entrada para as laterais.



**Figura 39** – Residência localizada na Rua Carlos Pioli, 328- Bom Retiro – Curitiba-PR  
Fonte: JUNIOR et al., 2001.

A Figura 39 representa um exemplo da segunda categoria descrita por Junior et al. (2001), também denominada casas de imigração, faz referência aos chalés construídos pelos



imigrantes. As águas do telhado voltam-se agora para as laterais do terreno, atendendo à lógica construtiva da planta retangular dividida em seis espaços. Nessa tipologia predomina o acesso pela elevação lateral também protegido por varanda, porém, há casos de modificações no volume da elevação frontal, nas quais um dos quartos avança em relação à sala que ganha varanda diante de si e a porta principal novamente na frente.

Na terceira categoria, que constituem exemplos menos comuns que os anteriores, os autores destacam três modelos de construções (JUNIOR et al., 2001). As casas com chanfro, com uma volumetria rica pelo jogo de telhados que dispensa a ornamentação dos lambrequins, nas quais a extremidade da cumeeira é chanfrada geralmente em 45° em relação ao plano de elevação, sendo este o ângulo mais usado, ocorrendo com mais frequência o acesso frontal, ainda com a varanda e a diferença de volume entre quarto e sala (ver Figura 40). As casas com telhados de quatro águas (ver Figura 41). As casas modernistas, com cobertura em quatro águas, havendo desencontro das águas direcionadas para as laterais do terreno sem a formação da cumeeira (ver Figura 42). E os armazéns, igrejas e galpões, que constituem necessidades diferentes. De acordo com Junior et al. (2001) os galpões atestam as prioridades estruturais da madeira de araucária, pois cobrem extensas áreas (ver Figura 43).



**Figura 40** – Residência localizada na Rua Alberto Folloni, 815- Ahú – Curitiba-PR  
Fonte: JUNIOR et al., 2001.



**Figura 41** – Residência localizada na Rua Dr. João de Oliveira Passos,185- Bom Retiro – Curitiba-PR  
Fonte: JUNIOR et al., 2001.

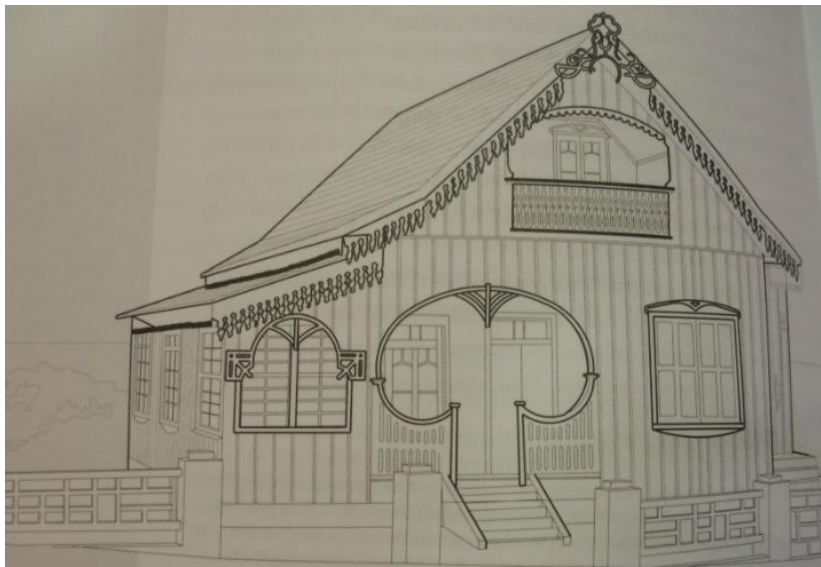


**Figura 42** – Residência localizada na Rua Nilo Peçanha, 2001- São Lourenço – Curitiba-PR  
Fonte: JUNIOR et al., 2001.



**Figura 43** – Armazén Santa Ana, Av. Senador Salgado Filho, 4460- Uberaba – Curitiba-PR  
Fonte: JUNIOR et al., 2001.

A diversidade de tipologias encontradas demonstra a ampla utilização da madeira em construções curitibanas no passado. Não apenas em Curitiba como em todo o Paraná, as construções em madeira representaram uma categoria importante. Outras cidades com expressão nas construções de madeira são citadas por Junior et al. (2008), entre elas Irati, São Mateus do Sul, Rolândia e Londrina. Os autores destacam o movimento que ficou conhecido como *art nouveau* em madeira, no qual casas requintadas eram encomendadas a artistas no sul do estado (ver Figura 44). No norte do Paraná predominavam as casas feitas com madeira de peroba rosa (JUNIOR et al., 2008).



**Figura 44** – Casa Pereira – São Mateus do Sul-PR  
Fonte: JUNIOR et al., 2008.

Como afirmam Sánchez et al. (1987) as casas de madeira passaram a ser a expressão arquitetônica de uma tradição cultural. Tal riqueza de detalhes construtivos ainda pode ser vista no sul do Brasil, como alguns dos exemplos citados anteriormente. Merecendo cuidados de preservação os exemplares restantes, que ainda não foram demolidos, mantendo vivo este patrimônio histórico e cultural.

### 3.3 CONSTRUÇÕES CONTEMPORÂNEAS EM MADEIRA

Após a contextualização da tradição da madeira como material construtivo no sul do Brasil e em todo o mundo, e a constatação de sua constante aplicação e importância, ilustram-se nesta seção apenas alguns modelos contemporâneos da utilização do material. Com esses

exemplos pretende-se a exposição de partidos arquitetônicos que consagram a versatilidade, através de diversas interpretações promovendo a criatividade e a inovação no emprego da madeira. Eles podem colaborar na mitigação do preconceito que algumas vezes é empregado contra a madeira na especificação desta por parte dos profissionais responsáveis pelo projeto ou até mesmo do usuário quanto à sua crença na durabilidade, resistência e beleza da edificação.

Em Melbourne, na Austrália, destaca-se o projeto, com data de 2008, assinado pelos Arquitetos Andrew Maynard (ver Figura 45), que prioriza o uso da madeira em um jogo de diferentes volumes, ressaltando a iluminação e a ventilação natural (ESTRUTURA DE MADEIRA, 2010).



**Figura 45** – Casa de Madeira construída em 2008 na Austrália.  
Fonte: ESTRUTURAS DE MADEIRA, 2010.

Outra obra importante no que diz respeito à utilização da madeira, pertence ao arquiteto italiano Renzo Piano. É o Centro Cultural *Jean Marie Tjibaou*, localizado na Nova Caledônia (ver Figura 46). Esta edificação possui um sistema construtivo com pilares e vigas de madeira, revestidas de uma pele de madeira de *iroko* e faz alusão à arquitetura tradicional da civilização local *kanak* (OLIVEIRA, 2005).





**Figura 46** – Centro Cultural Jean Marie Tjibaou, finalizado em 1998. Nouméa/Nova Caledônia.  
Fonte: FEC/UNICAMP, 2010.

Em Santiago do Chile está o edifício de escritórios BIP (ver Figuras 47 e 48), projetado por Alberto Mozó. Esta estrutura de madeira laminada de três andares foi desenhada para ser desmontada e reconstruída em outro lugar, caso necessário (OMELETE, 2008).



**Figura 47** – Edifício BIP. Santiago/Chile. Vista externa.  
Fonte: OMELETE, 2008.



**Figura 48** – Edifício BIP. Santiago/Chile. Detalhe construtivo da escada.  
Fonte: OMELETE, 2008.

Entre os exemplos nacionais está o projeto de uma residência elaborado por Ivo Mareines e Rafael Patalano, construído em 2007 em Angra dos Reis, no Rio de Janeiro. A casa Folha (ver Figura 49), como é conhecida, utiliza estrutura curva de madeira laminada e colada para a cobertura (ESTRUTURAS DE MADEIRA, 2008).



**Figura 49** – Casa Folha. Angra dos Reis/RJ.  
Fonte: ESTRUTURAS DE MADEIRA, 2008.

Existem inúmeras técnicas contemporâneas que propiciam a utilização do material empregando criatividade e tecnologia adequada. Um estudo mais profundo pode detalhar os métodos que estão sendo desenvolvidos e os que já estão disponíveis no mercado. Nesta seção fica registrada apenas uma pequena amostra da versatilidade da madeira.

### **3.4 FERRAMENTAS DE CERTIFICAÇÃO DA MADEIRA**

Após as elucidações anteriores sobre as particularidades do setor florestal brasileiro seguindo as perspectivas econômicas de produção, frisando questões como o desenvolvimento sustentável, a preservação do meio ambiente, salientando a necessidade de ampliar as ações sobre a proteção e produção florestal e também dos exemplos tradicionais e contemporâneos da utilização do material, apresenta-se agora o uso da madeira como um material renovável, expondo os processos de certificação dos quais se dispõe.

A madeira é uma possibilidade que se apresenta na substituição de parte de materiais convencionais não renováveis, oferecendo várias vantagens técnicas e de sustentabilidade, como resistência mecânica alta, bom isolamento térmico e acústico, entre outras já comentadas. Apesar das relações vantajosas de custo benefícios em longo prazo, o uso da madeira na construção civil ainda é pequeno se comparado aos materiais convencionais.

Marcada por uma exploração predatória que dizimou espécies e até mesmo florestas inteiras, a madeira pode obter outra perspectiva no cenário atual, através dos sistemas de certificação, legalidade e controle que ganham cada vez mais espaço nas discussões públicas e governamentais e desta maneira ter uma inserção garantida no mercado, sendo fonte de renda em cenários locais. Os selos de certificação de origem da madeira devem representar a segurança de que a produção é ambientalmente adequada, ou seja, atestar que a extração de árvores nativas e reflorestadas seguiu um plano de manejo sustentável, com baixo impacto ambiental e conscientização social. A certificação florestal não diz respeito à certificação do produto final, mas sim à certificação dos meios de produção da matéria prima florestal, tanto de florestas nativas quanto plantadas (AHRENS, 2009).

Hoje, no Brasil, existem duas certificações disponíveis: o Programa Brasileiro de Certificação Florestal - CERFLOR e o *Forest Stewardship Council* - FSC ou Conselho de Manejo Florestal.

O CERFLOR é um conjunto de normas nacionais de certificação da floresta, como a NBR-14789. De acordo com essa norma, o cumprimento da legislação, o uso racional de recursos florestais a médio e longo prazo, a integridade da diversidade biológica da área de

manejo, o cuidado na utilização da água, do solo e do ar e o desenvolvimento sustentável da região onde há o cultivo das florestas são alguns requisitos fundamentais para uma produção sustentável da madeira. Essa certificação é concedida pelo Inmetro, e é válida por cinco anos. Além disso, é reconhecida internacionalmente pelo *Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes* - PEFC (CERFLOR, 2009).

O FSC é uma certificação internacional adaptada ao Brasil desde 1997 e tem como objetivo apoiar o manejo economicamente viável, socialmente benéfico e ambientalmente adequado das florestas do planeta. Para adquirir essa certificação de manejo florestal, é realizada uma avaliação por uma certificadora credenciada que verifica o empreendimento florestal de acordo com requisitos ambientais, sócio-culturais e econômicos estipulados pela normatização do selo nacional e com base nos princípios da sede internacional (FSC, 2009).

O sistema de certificação FSC oferece também a Cadeia de Custódia, que observa o caminho percorrido pelo produto final desde sua origem até o consumidor, ou no caso de materiais recuperados desde o ponto de recuperação. Este padrão se aplica tanto para produtos florestais madeireiros quanto para produtos não madeireiros provenientes de materiais virgens e/ou recuperados. Este rastreamento da cadeia produtiva da matéria-prima inclui os estágios de processamento, transformação, fabricação e distribuição até que o produto acabado, seja ele qual for, esteja disponível para venda ao consumidor final. A certificação da Cadeia de Custódia permite a utilização do selo FSC no produto final orientando compradores e consumidores sobre a origem da matéria-prima florestal. O sistema de gerenciamento da Cadeia de Custódia permite especificar diferentes rótulos de produtos de acordo com a categoria dos materiais de insumo utilizados, podendo ser FSC Puro, FSC Misto, FSC Reciclado, ou ainda materiais como Madeira Controlada FSC, entre outros (FSC, 2004).

De acordo com a classificação, o FSC Puro corresponde ao produto feito inteiramente com material proveniente de plantações ou florestas certificadas pelo FSC que não foi mesclado a outra categoria de material ao longo da cadeia de produção. O FSC Misto é o material constituído por insumos de fontes certificadas FSC, fontes controladas e/ou recuperadas e acompanhados por uma declaração de porcentagem ou declaração de crédito. O FSC Reciclado é o material recuperado certificado pelo FSC com base em insumos exclusivos de fontes recuperadas, fornecido com uma declaração de porcentagem ou declaração de crédito. Já a Madeira Controlada FSC é o material virgem proveniente de florestas ou plantações não certificadas pelo FSC, acompanhado por uma declaração FSC apresentada pelo fornecedor que foi avaliado por uma certificadora credenciada pelo FSC de acordo com as exigências da Cadeia de Custódia FSC (FSC, 2004).



Baseando-se em dados da certificação FSC de manejo florestal, até 2004 a área de floresta certificada abrangia 2,3 milhões de hectares, o que correspondia a 0,5% de toda a área florestal do Brasil (SPATHELF et al., 2004). Dados da Sociedade Brasileira de Silvicultura (SBS, 2008) revelam que no ano de 2007 esse número aumentou para 5,05 milhões de hectares (ver Tabela 3), sendo 2,79 milhões de hectares correspondentes a florestas nativas (55,4%) e 2,25 milhões de hectares correspondentes a florestas plantadas (44,6%). Já a área florestal certificada pelo CERFLOR seria de 1,07 milhões de hectares, dos quais 996,30 mil hectares seriam de florestas plantadas e 73,10 mil hectares de florestas nativas (SBS, 2008).

**Tabela 3** – Floresta certificada pelo FSC no Brasil (2007).

<i>ESTADO</i>	<i>NATIVA</i>	<i>PLANTADA</i>	<i>ÁREA (ha)</i>
AC	100.579,90	-	100.579,90
AM	125.129,00	-	125.129,00
AP	22.370,00	-	22.370,00
BA	-	166.394,00	166.394,00
BA/MG	-	122.824,00	122.824,00
MG	69,00	342.325,00	342.394,00
MT	1.568.560,00	23.230,00	1.591.789,90
PA	883.014,00	427.736,00	1.310.750,00
PR	-	446.714,00	446.714,00
RO	100.135,00	-	100.135,00
RS	69,00	70.695,00	70.764,00
SC	-	282.025,80	282.025,80
SP	-	370.648,20	370.648,20
<b>TOTAL</b>	<b>2.799.926</b>	<b>2.252.592</b>	<b>5.052.517,80</b>
<b>%</b>	<b>55,4</b>	<b>44,6</b>	<b>100</b>

Fonte: FSC, 2007 citado por SBS, p.77, 2008.

O Serviço Florestal Brasileiro (2010) tendo como base o ano de 2009 divulgou que o total da área de florestas certificada alcançou 7,6 milhões de hectares.

No Brasil, além dessas duas certificações, o Fundo Mundial da Natureza (WWF-Brasil) oferece o programa denominado Sistema de Implementação e Verificação Modular - SIM, que orienta empresas interessadas no controle da origem da madeira que consomem

(ZENID, 2009). Esse é um sistema gradual, que possibilita em um período de quatro anos a obtenção do selo FSC pelas empresas. O diferencial é que a partir da assinatura do termo de adesão é possível usufruir dos benefícios desse programa. No entanto, essa companhia não deve estar associada a atividades ilegais, deve ter as questões de direito fundiário e exploração florestal regularizadas e possuir um sistema que possibilite a rastreabilidade da madeira (PROGRAMA SIM, 2009).

No caso da inexistência de selo específico, deve ser verificado se a empresa vendedora possui o Documento de Origem Florestal - DOF, emitido pelo IBAMA para o transporte da madeira além da nota fiscal, ou documento equivalente emitido pelo Órgão Estadual de Meio Ambiente - OEMA.

Apesar destes selos que garantem a certificação, acredita-se que cerca de 43% a 80% da madeira retirada da Amazônia seja de áreas de desmatamento; sendo que 75% dessa produção está destinada ao mercado interno (ZENID, 2009). As certificações propõem o manejo adequado da mata nativa, selecionando as espécies que podem ser retiradas, abrindo espaço para que novas árvores possam crescer, renovando, assim, a floresta (ZENID, 2009).

Internacionalmente, o processo de certificação está mais difundido, pois teve início na década de 1990, com o FSC. A Europa também criou a sua certificação própria em 1998, o *Program for the Endorsement of Forest Certification Schemes* – PEFC. A partir desse momento iniciou-se a implementação de selos nacionais como o *Finish Forest Certification System* da Finlândia e o *Canadian Standard Association* do Canadá (SPATHELF et al., 2004).

Em 2009 a Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (ABRAF, 2009) divulgou que, em termos mundiais, a área florestal certificada atingia um total de 320 milhões de hectares, entre florestas plantadas e nativas, correspondendo a 9% do total da cobertura florestal mundial. As duas maiores certificadoras seriam a PEFC com 65% da área certificada total e a FSC com 33%. Destes 320 milhões de hectares, a maior parte pertence ao hemisfério norte, correspondendo 33% à América do Norte. Países da União Européia teriam 50% de suas florestas certificadas, e as florestas tropicais concentradas na América Latina teriam 11% de sua superfície certificada (ABRAF, 2009).

Vale lembrar que a certificação é um procedimento voluntário e envolve um custo que pode variar entre 0,2 a 1,7 US\$ por hectare, o que muitas vezes os consumidores e compradores não estão dispostos a pagar (SPATHELF et al., 2004).

### **3.5 ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA**

#### **3.5.1 Conformidade com a Legislação Florestal**

A construção de uma legislação pertinente à manutenção e preservação da riqueza florestal nacional é uma preocupação praticamente recente considerando a evolução da exploração de tal riqueza desde os tempos coloniais. Sabe-se que já nos tempos do Império havia restrições e normas para a exploração de algumas espécies florestais, mas considerando que não existiam meios exatos de quantificar essa riqueza, muitas atrocidades foram cometidas dizimando áreas antes consideradas inacabáveis do ponto de vista dos colonizadores.

Uma preocupação mais constante com o aspecto da manutenção das riquezas naturais brasileiras, exigindo políticas públicas que atendessem tais necessidades, começa realmente a ganhar porte a partir da Primeira Conferência Brasileira de Proteção à Natureza, que ocorreu no Rio de Janeiro, em abril de 1934. Neste evento, organizado pela então Sociedade dos Amigos das Árvores, discutiu-se o conteúdo da idéia de proteção à natureza associado com a imagem de um intenso sentimento de nacionalismo existente na época. Leôncio Corrêa, presidente desta sociedade, em seu discurso inaugural na Conferência, falava do problema florestal brasileiro com a devastação crescente em diversas áreas do território e acrescentava o exemplo de outras nações do mundo no sentido de protegerem suas reservas naturais (FRANCO, 2002). O problema ambiental também já compreendia, desde então, preocupações sociais e econômicas, relacionadas ao mau uso dos recursos e à proteção da natureza por suas características próprias de beleza e de manutenção de paisagens particulares. Dentre as principais exigências feitas durante este evento estava a elaboração de uma legislação efetiva que realmente fosse cumprida, havendo a punição daqueles que as desrespeitassem (FRANCO, 2002), e a necessidade de uma campanha educacional corroborativa.

Algumas iniciativas daquela época identificaram os problemas advindos das devastações e incentivaram o plantio de árvores e a silvicultura como opção econômica. Aliada à preocupação econômica e ao desenvolvimento do país, estava também a importância científica na manutenção das riquezas naturais, com seu alto potencial de pesquisa e de educação. Nesta Conferência era defendida tanto a idéia de preservação das belezas naturais do país, quanto a idéia do melhoramento da natureza pelo homem (FRANCO, 2002). Ou seja, os argumentos estéticos e os utilitários coexistiam em harmonia, vinculando a imagem da natureza com a construção da nacionalidade. É nesta Conferência também que aparece a idéia

da conscientização pela necessidade de preservação ou replantio da área de florestas ao redor de áreas agrícolas. É possível observar que a preocupação com a manutenção dos recursos hídricos e com a qualidade do solo para a manutenção da produção agrícola já era observada e já se preconizava sua importância. A silvicultura aparece como prática a ser reforçada, além da recomendação de atividades de reflorestamento tanto com espécies exóticas quanto nativas, para a produção de madeira visando o abastecimento dos setores moveleiro, construtivo, energético, ou ainda para dormentes de ferrovias (FRANCO, 2002). Conclui-se que desde aquele tempo se considerava o plantio de árvores uma atividade importante tanto para a economia quanto para o desenvolvimento do conhecimento científico.

No mesmo ano, em 23 de janeiro de 1934 é instituído o primeiro Código Florestal Brasileiro, sob o governo de Getúlio Vargas. Segundo Ahrens (2009), coube ao Presidente centralizar diversas providências legislativas sobre diferentes temas em um projeto de construção nacional. Pois no período anterior, correspondente à Constituição Federal de 1891, que eximiu-se de questões florestais delegando aos estados esta responsabilidade, foram produzidas inúmeras leis que obedeciam aos interesses econômicos e oligarquias locais, particulares a cada estado (AHRENS, 2009). Este código entrou em vigor através do Decreto de Lei nº 23.793 de 1934. Tal documento constitui as bases do “novo” Código Florestal Brasileiro, estabelecido pela Lei Federal nº 4.711 de 1965, que é o que está vigente até os dias atuais, tendo sofrido algumas alterações através da instituição de algumas leis e medidas provisórias, entre elas a Lei nº 7803 de julho de 1989 (AQUINO, 2005). O Art. 1º da Lei nº 23.793/34, que institui o primeiro Código Florestal Brasileiro, aponta que:

As florestas existentes no território nacional, consideradas em conjunto, constituem bem de interesse comum a todos os habitantes do país, exercendo-se os direitos de propriedade com as limitações que as leis em geral, e especialmente este código, estabelecem.

Este Código classificava as florestas em quatro categorias: Florestas Protetoras (das águas, dos solos e da fauna), Florestas Remanescentes (parques nacionais e estaduais), Florestas Modelo (plantadas pelo poder público para fins econômicos) e Florestas de Rendimento (todas as demais localizadas nas propriedades privadas). Nesta época estava previsto uma área de reserva de florestas de 25% em cada propriedade, o que era praticamente inaplicável devido à falta de instrumentos que facilitassem a medição e quantificação destas

áreas. Não havia GPS<sup>5</sup>, imagens aéreas ou imagens por satélites. Já o Código Florestal de 1965 determina as seguintes figuras jurídicas relevantes: Florestas e demais Formas de Vegetação de Preservação Permanente, Florestas de Utilização Limitada (com declividade entre 25° e 45°), as áreas de Reposição Florestal Obrigatória, as Florestas em Terras Indígenas, as áreas de Reserva Legal, e ainda disciplina o uso do fogo proibindo-o em áreas florestais. Ambos foram concebidos exclusivamente para a área rural brasileira. As mudanças que incluem a área urbana vieram apenas após 1989, através da Lei Federal 7.803.

A partir da contextualização colocada nos parágrafos acima, percebe-se que a preocupação ambiental abrangia tanto a proteção à natureza quanto dos recursos essenciais ao desenvolvimento humano. Já em 1934, fixou-se um código que unificava as normas e regras para a exploração de florestas nacionais, estabelecendo limites. Mas não apenas as florestas foram destacadas na construção jurídica apresentada pelo então presidente do país Getúlio Vargas. Outros elementos que constituíam a propriedade foram incluídos, como as águas, a fauna, o subsolo, os minerais e o petróleo (AHRENS, 2009).

Concentrando-se nos aspectos legais incidentes sobre a araucária, a Lei Federal nº 4.771, instituindo o Código Florestal de 1965, previa a restrição de uso das formações florestais localizadas no sul do país onde ocorressem matas de araucárias. Estas ficavam proibidas de ser desflorestadas, tolerando-se apenas a sua exploração racional, com a garantia de permanência dos maciços em boas condições de desenvolvimento e produção. Posteriormente a Portaria Normativa DC nº 20, visando à preservação da espécie, estabelece critérios para a proibição da coleta de pinhão através da derrubada de pinhas imaturas antes do dia quinze de abril, data em que ocorre o início do desprendimento das sementes (AQUINO, 2005).

Há ainda, algumas outras legislações associadas à araucária, mencionadas por Aquino (2005). São estas a Portaria nº 37-N de 03 de abril de 1992, que reconhece a araucária como espécie vulnerável na Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção. A Resolução nº 278 de 24 de maio de 2001, que suspende as autorizações de corte e exploração de espécies ameaçadas de extinção em populações naturais do bioma Mata Atlântica até que se estabeleçam critérios técnicos que garantam a sustentabilidade da exploração e a conservação genética das populações exploráveis; e permite a eventual exploração de espécies nativas sem propósito comercial para consumo nas propriedades

---

<sup>5</sup> Sistema de Posicionamento Global, tecnologia que começou a ser desenvolvida na década de 1970, pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América, que permite ao usuário determinar o posicionamento em tempo real de um ponto qualquer sobre a superfície terrestre, através do rastreamento por satélites (MONICO, 2000).

rurais, comunidades indígenas e populações tradicionais, obedecendo a uma série de diretrizes. A Resolução CONAMA nº 300 de 20 de março de 2002, que complementa os casos passíveis de autorização de corte previstos na Resolução nº 278 de 2001. A Resolução CONAMA nº 309 de 20 de março de 2002 e a Resolução nº 317 de 04 de dezembro de 2002, ambas regulamentando Planos de Conservação e de Uso das florestas nativas. A Instrução Normativa nº 8 de 24 de agosto de 2004, que estabelece novas regras para o plantio de espécies florestais nativas e exóticas. Em âmbito federal cita-se a Lei Federal 11.428/06, que trata da utilização e proteção da vegetação nativa da Mata Atlântica restringindo o corte e a supressão de vegetação nativa e a instrução normativa 06/08 do Ministério do Meio Ambiente na qual a araucária é considerada uma espécie ameaçada de extinção sujeitando-a a restrições legais de colheita e a apresentação de documentos que comprovem seu plantio efetivo no caso de exploração de florestas plantadas (ABRAF, 2010), entre outras.

A Floresta Ombrófila Mista, ou Mata de Araucárias como também é conhecida, é uma das formações florestais que compõe o mosaico de biomas da Mata Atlântica, por esse motivo toda e qualquer legislação aplicável à Mata Atlântica se estende às Matas de Araucárias.

### **3.5.2 Descrição e Características da Espécie**

O pinheiro-do-paraná é uma árvore com um ciclo de vida que teve origem há 200 milhões de anos a partir de coníferas primitivas que sofreram adaptações até o surgimento das espécies atuais de araucárias. Segundo paleontólogos as espécies de araucária surgiram na Era Mesozóica, no período Jurássico-cretáceo. Todas as dezenove espécies que fazem parte do gênero *Araucaria* A. L. Jussieu se encontram no hemisfério sul, sendo que na América do Sul ocorrem apenas duas variedades: *Araucaria angustifolia* e *Araucaria araucana* (ver Figuras 50, 51 e 52), esta última presente no Chile e Argentina. As demais variedades são encontradas em regiões do Pacífico Meridional, em lugares como Austrália, Papua, Nova Guiné, Nova Caledônia, Vanuatu e Ilha Norfolk (NIKLES, 1980, citado por CARVALHO et al., 2003).



**Figuras 50 e 51** - Exemplos de *Araucaria araucana* em fase adulta – Montevidéu/Uruguai.  
Fonte: acervo da autora, 2010.

O pinheiro-do-paraná é a *Araucaria angustifolia* sendo a espécie que possui a área de distribuição mais extensa dentre as demais, podendo ser encontrada no Brasil e em menor quantidade na Argentina e Paraguai (CARVALHO et al., 2003). O agrupamento de árvores desta espécie é denominado Floresta Ombrófila Mista, e por conter a única espécie de conífera mais expressiva da vegetação brasileira, apresenta grande importância ecológica e econômica (NARVAES et al., 2005, citado por MATTOS et al., 2006).

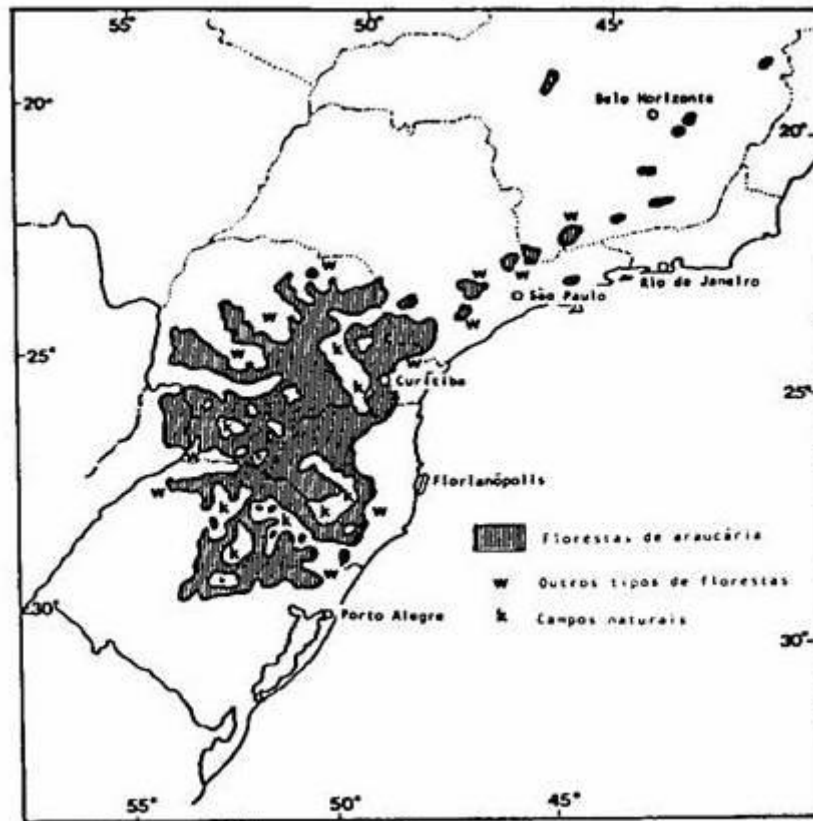
Conhecida também como pinheiro-brasileiro a araucária é uma árvore de grande porte, podendo atingir uma altura de até 50 metros, possuindo um tronco reto que se ramifica apenas no topo (ver Figura 52). No Brasil ocorre em vários estados: Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (ROTTA, 2006).



**Figura 52** - *Araucaria angustifolia* em fase adulta.  
Fonte: ROTTA, 2006.

Segundo Carvalho et al. (2003) os pinheiros dominaram a paisagem do sul do Brasil provavelmente desde a última glaciação até o final do século XIX. Devido à grande exploração deste recurso natural a sua área remanescente tem sido bastante reduzida, se comparada à área de cobertura inicial estimada em 200.000 km<sup>2</sup>, estando a maior parte, 185.000 km<sup>2</sup>, no Brasil (MACHADO; SIQUEIRA, 1980, citado por CARVALHO et. al., 2003). Destes 185.000 km<sup>2</sup>, 73.780 km<sup>2</sup> ocorriam no Paraná (40% da superfície do estado), 56.693 km<sup>2</sup> em Santa Catarina (31% da superfície), 46.483 km<sup>2</sup> no Rio Grande do Sul (25%), 5.340 km<sup>2</sup> no sul do estado de São Paulo (3%) e o restante em Minas Gerais e Rio de Janeiro (ver Figura 53). De acordo com o autor, a redução da Floresta Ombrófila Mista, ou Floresta de Araucária, para cerca de 1% do seu tamanho original trouxe a imposição de várias restrições para sua exploração. Deste modo ele afirma que o plantio da espécie tanto de forma homogênea como em sistemas silviagrícolas é de grande importância para a exploração adequada desta matéria prima contribuindo para a manutenção do patrimônio genético restante, ressaltando a relevância socioeconômica e ambiental desta árvore (CARVALHO et al., 2003).





**Figura 53** - Áreas de distribuição natural da *Araucaria angustifolia*.  
 Fonte: HUECK, 1972, citado por SHIMIZU e OLIVEIRA, 1981.

A acentuada diminuição da Floresta Ombrófila Mista, como demonstrado por Shimizu e Oliveira (1981) aconteceu porque a araucária desempenhou um importante papel na economia do país sob a forma de madeira serrada e laminada para exportação. Sendo que tais produtos em algumas ocasiões no passado foram ultrapassados somente pelo café em valor exportado. De acordo com os autores, árvores retas com fustes quase cilíndricos atingindo de 30 a 50 m de altura e diâmetro de 2 m à altura do peito eram comuns no sul do Brasil. Em São Paulo, as reservas de araucárias foram exauridas entre 1930 e 1940 (KRUG, 1964, citado por SHIMIZU e OLIVEIRA, 1981).

Além da exploração madeireira, as regiões ocupadas originalmente por araucárias sofreram pressões para serem transformadas em áreas agrícolas para a produção de café, trigo, feijão, soja e demais culturas. Segundo estimativas, dos 7,4 milhões de hectares de florestas naturais de araucárias existentes no Paraná, restavam em 1950 apenas 34%, diminuindo para 28% em 1960 (MAACK, 1968, citado por SHIMIZU e OLIVEIRA, 1981). Em 1967, as matas remanescentes foram reduzidas a 433.580 ha (MACHADO, 1975, citado por SHIMIZU e OLIVEIRA, 1981), e a 316.620 ha, ou seja, 4,3% da área original, em 1977 (FUPEF/IBDF, 1978, citado por SHIMIZU e OLIVEIRA, 1981). Colocando em números:

A produção de madeira de araucária em todos os estados aumentou de 1,5 milhões de metros cúbicos em 1945 para 3 milhões, em 1950. Então, a produção manteve-se estável, em torno dos 2,8 milhões de metros cúbicos por ano, até 1966. Posteriormente, houve um decréscimo até atingir uma produção anual de 1,8 milhões de metros cúbicos em 1972 (PARANÁ, 1976, citado por SHIMIZU e OLIVEIRA, 1981).

O início da exploração madeireira no Paraná ocorreu em 1871, com o estabelecimento da Companhia Florestal Paranaense próxima ao então futuro trajeto da ferrovia Curitiba-Paranaguá. Porém, este empreendimento fracassou pela dificuldade de vias para escoamento da madeira e pela concorrência estrangeira do pinho de Riga. Somente com a abertura da estrada da Graciosa, em 1873, ligando Curitiba à Antonina, da construção da estrada de ferro Paranaguá-Curitiba em 1885 e do ramal Morretes-Antonina em 1891 foi que a exploração da araucária se tornou importante atividade econômica para o Estado (CARVALHO et al., 2003).

A Primeira Guerra Mundial foi um fator que alavancou a exportação do pinheiro-do-paraná, alimentando o mercado interno e o argentino. A partir de então as serrarias se multiplicaram e as reservas de pinheiros diminuía rapidamente, fazendo com que a madeira superasse a importância econômica da erva-mate no Paraná. A expansão do transporte rodoviário após 1930 facilitou a exploração por parte da indústria madeireira, que agora não dependia apenas das ferrovias para escoar sua produção. A crise da produção de erva-mate fez com que o ciclo econômico do pinheiro ganhasse força, havendo a abertura de muitas indústrias regionais, como fábricas de fósforos, caixas e móveis (CARVALHO et al., 2003).

No período da Segunda Guerra Mundial a araucária foi o principal produto de exportação do Estado, sendo relevante também para a industrialização dos outros estados do sul do país. Após o conflito, por volta de 1940, ocorreu o declínio do ciclo madeireiro, que começou a ser substituído por outras culturas, como o café no caso do Paraná, ficando da cobertura original de suas florestas de pinheiros aproximadamente apenas 1% da área.

Conforme Mattos et al. (2006) estima-se que mais recentemente no Paraná restem apenas 0,7% da área original, remanescentes em estágio primário ou avançado, distribuídos em fragmentos, em geral, pequenos e dispersos. Ressalta-se que esta pequena porcentagem diz respeito aos remanescentes de florestas de araucárias naturais. Florestas plantadas de araucária não constam nesta estimativa.

Após a constatada diminuição das Florestas de Araucárias deu-se início um programa de reflorestamento realizado por um número reduzido de empresas particulares com a posterior adesão do Governo Federal. Até 1979, segundo Shimizu e Oliveira (1981) foram plantados cerca de 90.000 ha. Já a estimativa apresentada por Silva et al. (2001) revela um

número bem menor, tendo sido plantados até 1978 apenas 58.000 ha na região sul, número que representava somente 2,5% da área reflorestada com outras espécies.

Estes reflorestamentos foram considerados insatisfatórios em quantidade e qualidade. Para Silva et al. (2001) uma das causas para a explicação desta pequena área reflorestada consistia na falta de conhecimento das exigências silviculturais da araucária, principalmente sobre técnicas de plantio e a escolha inadequada dos locais de implantação destes (GOOR, 1965, citado por SILVA et al., 2001).

Os locais onde naturalmente se dá o crescimento da *Araucaria angustifolia* se caracterizam por temperaturas médias anuais entre 12 a 18°C (SILVA et al., 2001) e com altitudes que variam entre 500 a 1500 m (KLEIN, 1960, citado por NEGRELLE e SILVA, 1992). A árvore suporta geadas de até -10°C, caracterizando-se em espécie de clima temperado. Mesmo ocorrendo em diversos tipos de solo, desde os menos férteis, como os derivados do arenito, até os mais férteis, derivados do basalto, é exigente quanto à sua fertilidade, tendo apresentado maiores índices de produtividade em solos argilosos ou franco-argilosos, profundos e bem drenados (SILVA et al., 2001). Assim sendo:

A escolha do local adequado para o cultivo da araucária tem influência decisiva sobre o êxito da plantação, sendo tão importante que outras condições como qualidade e origem da semente, espaçamento, tratos culturais, época de desbastes etc., assumem importância secundária (GOLFARI, 1971 e 1974, citado por SILVA et al., 2001).

De acordo com as suas características ecológicas a *Araucaria angustifolia* é uma espécie pioneira, perenifólia e heliófila, além de ser extremamente longeva, atingindo em média entre 140 e 250 anos. Com 10 a 35 m de altura possui diâmetro entre 50 a 120 cm, podendo chegar a 50 m de altura e 250 cm de diâmetro na fase adulta (CARVALHO, 2003, citado por MATTOS et al., 2006).

Com a exploração indiscriminada que sofreu a partir do início do século XX:

... o pinheiro-do-paraná foi incluído na lista de espécies que necessitam atenção (FAO, 1986) e na lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção (Brasil, 1992). Sua classificação como vulnerável nessa lista, inspira cuidados especiais, a fim de que esses riscos não permaneçam (CARVALHO et al., 2003).

No sul do estado de Minas Gerais a sobrevivência da espécie depende da reprodução inicial em viveiros e posterior plantio, pois é incapaz de auto regenerar-se nos ecossistemas nativos da região (VIEIRA, 1990, citado por CARVALHO et al., 2003). Em São Paulo a espécie foi considerada na categoria criticamente em perigo de extinção em 1998. Em Mauá, região metropolitana da cidade de São Paulo considerada a única área com concentração

significativa de Mata de Araucária na região, um levantamento indicou uma diminuição drástica na quantidade de árvores, que passou de 36.310 indivíduos em 1937 para apenas 9.000 indivíduos em 1999 (MARCONDES e BARRETO, 2000, citados por CARVALHO et al., 2003). Também em Santa Catarina a araucária está na lista de espécies raras ameaçadas de extinção (KLEIN, 1993, citado por CARVALHO et al., 2003). Os 73.780 km<sup>2</sup> recobertos originalmente por Mata de Araucária no estado do Paraná foram de tal modo devastados pelas indústrias de madeira e papel, que a espécie foi colocada em 1995 na categoria de espécie rara na região. A única região de ocorrência natural da espécie no Uruguai, em 1971 foi declarada como Reserva Nacional (LOPEZ et al., 1987, citado por CARVALHO et al., 2003).

Romário Martins, pioneiro da ciência florestal paranaense, em 1908 já lutava junto ao Congresso Nacional por medidas legais e operacionais que regulamentassem a extração e comercialização da madeira do pinheiro, tendo em vista os altos índices de derrubadas praticados e a falta de mecanismos de reposição (MAZUCHOWSKI, 2007).

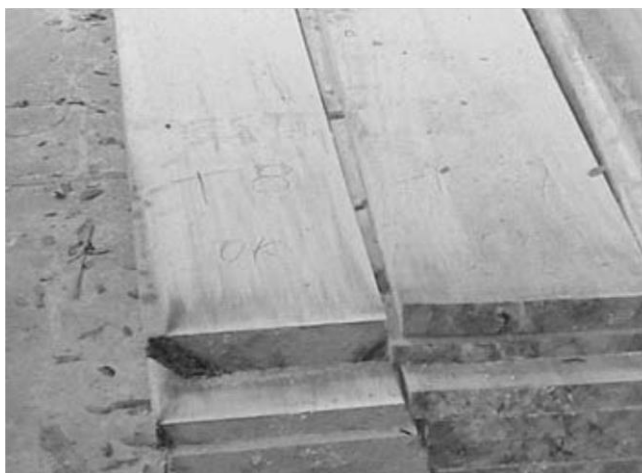
### 3.5.3 Produtos Madeireiros e Subprodutos

Quanto às características, a madeira do pinheiro-do-paraná é moderadamente densa, encontrando valores entre 0,50 a 0,61 g/cm<sup>3</sup>, e massa específica básica de 0,42 a 0,48 g/cm<sup>3</sup> (PEREIRA & MAINIERI, 1957; JANKOWSKY et al., 1990, citados por CARVALHO et al., 2003). De coloração uniforme branca-amarelada, o alburno é pouco diferenciado do cerne. A superfície é lisa ao tato e medianamente lustrosa. Quanto à sua durabilidade natural, encontra baixa resistência ao apodrecimento e ao ataque de cupins de madeira seca, porém, apresenta alta permeabilidade às soluções preservantes aplicadas através do método de impregnação sob pressão. Para a obtenção de madeira de qualidade deve haver um controle cuidadoso no processo de secagem artificial, pois na secagem natural apresenta tendências à distorção e rachaduras. É uma madeira fácil de ser trabalhada com ferramentas manuais ou máquinas, fácil de colar e aceita acabamentos superficiais (CARVALHO et al., 2003). De acordo com o autor:

O rendimento de um pinheiro de porte grande, adulto, apresenta a seguinte produção: toco que permanece no chão: 3,5%; serragem residual na indústria: 4,40%; casca: 14,17%; ponta do fuste: 14,98%; galhos: 25,18%; aparas e costaneiras: 14,15% e tabuado, área nobre da madeira: 23,62% (THOMÉ, 1995, citado por CARVALHO et al., 2003).

Dentre suas utilizações, por apresentar boas características físicas e mecânicas a madeira do pinheiro-do-paraná é indicada para construções, móveis, laminados, tábuas para

forro, ripas, caibros, esquadrias e outros inúmeros usos. Historicamente a madeira serrada e laminada da araucária foi um dos principais produtos na exportação brasileira durante um longo período (ver Figura 54). Um decreto real de 1765 autorizou o corte de pinheiros em Curitiba, Paraná, para a construção de um dos primeiros barcos da futura marinha brasileira, a nau São Sebastião, que foi construída inteiramente de pinho e durou mais de 50 anos, sendo deixada na África durante uma missão oficial da Coroa Portuguesa (CARVALHO et al., 2003).



**Figura 54** - *Araucaria angustifolia* serrada.  
Fonte: MAGALHÃES et al., 2007.

Mais recentemente, a principal fonte de madeira de araucária disponível no mercado é proveniente de plantios florestais (ver Figura 55). Nestes casos, as propriedades da madeira são alteradas por meio das mudanças nas condições de crescimento em função de diferentes tratamentos silviculturais e de características do clima e do solo. Por tal razão torna-se indispensável o conhecimento das causas dessas variações e o efeito sobre as propriedades da madeira em uso (ZOBEL & BUIJTENEN, 1989; ZOBEL & JETT, 1995, citados por MATTOS et al., 2006).



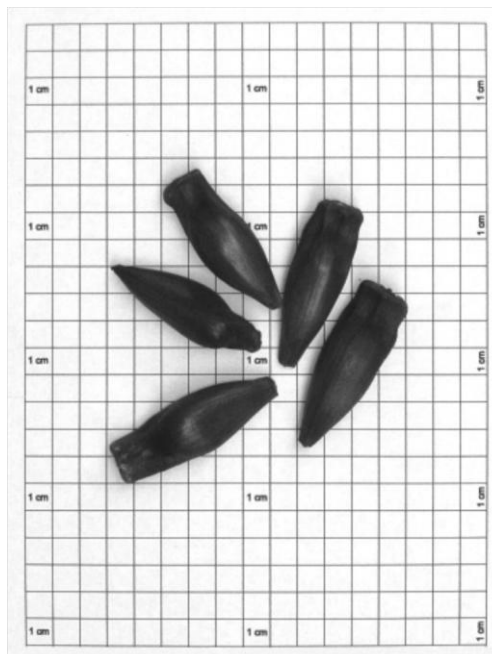
**Figura 55** - Povoamento de *Araucaria angustifolia* em Gramado-RS.  
Fonte: acervo da autora, 2010.

A produção de árvores em áreas de reflorestamento adequadas pode proporcionar ainda vários produtos não madeireiros, os chamados subprodutos.

A resina presente em sua casca é útil à indústria e à medicina. Pelo processo de destilação desta se obtém alcatrão, terebentina, breu, vernizes, acetona, ácido pirolenhoso e óleos diversos com variadas aplicações. Os galhos após descascados e polidos servem para a fabricação de cabos de ferramentas agrícolas. Há possibilidade da fabricação de papel a partir da pasta de celulose. Sua semente, o pinhão, é alimento para animais silvestres que funcionam como seus dispersores e também é apreciado na alimentação humana (ver Figura 56). Dessa maneira constitui uma espécie importante na floresta, pois oferece alimento em abundância para a fauna em uma época em que faltam frutos e sementes, pois, de acordo com Rachwal et al. (2006), um menor número de vegetais frutifica no inverno. Conforme os autores:

Os animais que se alimentam do pinhão e ao mesmo tempo funcionam como dispersores de sementes são: a gralha-azul (*Cyanocorax caeruleus* Vieillot), a gralha picaça (*Cyanocorax chrysops* Vieillot), a cotia (*Dasyprocta sp.*), o macaco-prego, a anta, o ouriço e o serelepe.

As árvores, quando plantadas isoladamente demoram entre 10 a 15 anos para produzir pinhões, e 20 anos quando plantadas em povoados (RACHWAL et al., 2006).



**Figura 56** - Pinhões de *Araucaria angustifolia*.  
Fonte: ROTTA, 2006.

Como o pinhão é bastante apreciado na alimentação humana, a geração de renda a partir da venda deste produto, auxilia o produtor rural. Além da madeira o pinhão é uma ótima opção de comercialização que entra na composição da renda familiar. Estimativas do IBGE (2009) apresentam a quantidade e o valor de produção nos estados da região sul, conforme a Tabela 4 a seguir:

**Tabela 4** – Pinhão - quantidade produzida e valor de produção em 2009.

ESTADO	QUANTIDADE PRODUZIDA (toneladas)	VALOR DA PRODUÇÃO (R\$)
PARANÁ	2.253	2.751
SANTA CATARINA	1.790	2.668
RIO GRANDE DO SUL	719	1.067
<b>TOTAL</b>	<b>4.762</b>	<b>6.486</b>

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do IBGE (2009).

Essa produção da região sul representa um preço médio de R\$ 1,36 o quilo em 2009. No entanto, valores de comercialização do pinhão em Curitiba e Região Metropolitana em 2010 indicaram variações entre R\$ 2,00 a R\$ 4,00 o quilo dependendo da localidade.

O desenvolvimento de tecnologias apropriadas para o processamento do pinhão pode auxiliar na elaboração de uma cadeia produtiva que agregue maior valor ao produto, valorizando a araucária e gerando emprego e renda. Gama et al. (2010) afirmam que o pinhão não tem sido tão amplamente consumido na gastronomia brasileira como outros produtos florestais alimentícios. Conforme Philippi (2003, citado por GAMA et al., 2010) a falta de processos tecnológicos na conservação e industrialização do pinhão, juntamente com o baixo preço para o produtor, constituem obstáculos a serem superados. Vários projetos estão sendo desenvolvidos no Paraná com o apoio da EMBRAPA, IAP, FUPEF, entre outros, para a ampliação da cadeia produtiva do pinhão, como já foi mencionado no início deste estudo.

A tradição no consumo do pinhão é evidenciada em festas regionais como a Festa do Pinhão de São José dos Pinhais e a Festa Nacional do Pinhão que ocorre em Lages/SC. A semente possui alto valor nutritivo e não depende de máquinas para sua colheita. A quantidade de produção do pinhão varia de acordo com o adensamento da população e, além disso, é sazonal. O pinhão é considerado um produto orgânico e ecológico, tem um grande potencial de aproveitamento, o que pode vir a ser melhorado com os projetos que estão em andamento, aumento os ganhos do produtor com a sua comercialização futura. Além de sua relevância comercial ele é fundamental para a manutenção da fauna, que para sobreviver se alimenta da semente, contribuindo para manter a biodiversidade da Floresta Ombrófila Mista.

A araucária apresenta também propriedades medicinais, sendo suas folhas cozidas utilizadas para combater a anemia e tumores; o pinhão eficiente contra a azia, anemia e a debilidade do organismo; a casca usada contra distensões musculares, varizes e reumatismo; entre outras aplicações. Constatou-se que índios de várias etnias do Paraná e Santa Catarina utilizam partes da árvore na medicina popular (FRANCO & FONTANA, 1997 e MARQUESINI, 1995, citados por CARVALHO et al., 2003).

#### **3.5.4 Sistemas de Cultivo e Manejo**

Constatando-se a grande variedade de usos e aplicações relacionadas anteriormente, como oportunidade de renda, geração de empregos e na direção de se oportunizar a produção sustentável de madeira para a construção civil, discute-se neste trabalho o plantio puro da *Araucaria angustifolia* como um produto que possa atender demandas do mercado local. Assim, reduz-se o uso de madeiras nobres provenientes de explorações inadequadas, muitas vezes distantes do lugar de aplicação, como é o caso do uso de espécies tropicais provenientes da Amazônia gerando uma pegada ecológica bastante preocupante. Para o alcance deste



objetivo é possível reforçar o manejo florestal a partir de sistemas agroflorestais que tragam benefícios aos produtores.

A araucária é uma das poucas espécies nativas que pode ser utilizada em plantios homogêneos de maneira satisfatória, podendo ser plantada a pleno sol principalmente em solos de boa fertilidade química e resistindo às baixas temperaturas. Segundo Carvalho et al. (2003) a semeadura direta em campo é o método mais adequado, sendo usual a superlotação inicial com 6 a 12 mil sementes/ha, com uma posterior seleção para deixar as plantas mais vigorosas. Recomenda-se o uso de sementes selecionadas da mesma zona ecológica ou das zonas mais próximas, em plantios no sul e sudeste do Brasil.

Tanto para evitar a escassez da espécie, ou até mesmo sua extinção, como para promover seu aproveitamento de forma razoável e sustentada, sendo que historicamente sua madeira e outros produtos se mostraram de alto interesse econômico, atualmente podem ser promovidos plantios dirigidos através de um manejo florestal adequado. Segundo Webb et al. (1984), citado por Carvalho et al. (2003):

O crescimento inicial do pinheiro-do-paraná é lento; mas, a partir do terceiro ano, em sítios adequados, apresenta incremento anual em altura de 1 m e, a partir do quinto ano, taxas de incremento em diâmetro de 1,5 a 2,0 cm. Os povoamentos apresentam uma grande heterogeneidade, que se manifesta, principalmente, na altura. É admissível esperar um incremento volumétrico anual de 10 a 23 m<sup>3</sup>/ha.

Além da possibilidade do plantio puro, a espécie também pode ser utilizada em sistemas agroflorestais. De acordo com Mazuchowski (2007) os sistemas agroflorestais são produções consorciadas que envolvem um componente arboreo e um outro animal ou cultivo agrícola, maximizando o aumento da produtividade e rentabilidade econômica com proteção ambiental e a melhoria da qualidade de vida das populações rurais. Como demonstrado a seguir:

Nos três primeiros anos de plantio o pinheiro-do-paraná pode ser consorciado com culturas agrícolas, o milho, algumas vezes o feijão, o arroz e a aveia (BOM et al., 1994, citado por CARVALHO et al., 2003). Estes consórcios, além de não prejudicarem o crescimento do pinheiro-do-paraná, fornecem sombreamento, condição importante para o início da implantação, e possibilitam uma renda extra que cobre os custos de manutenção da cultura florestal (HOEFLICH et al., 1990, citado por CARVALHO et al., 2003). O pinheiro-do-paraná é uma espécie bastante interessante para o sombreamento de erva-mate, sozinho ou formando um conjunto com outras espécies, formando sistemas agroflorestais bastante interessantes. (CARVALHO et al., 2003).

Há também o sistema de produção em faixas alternadas, que é a implantação de faixas arborizadas permanentes em meio ao cultivo agrícola, em geral com mais de 20 m de largura.

Os consórcios de plantios assim como outras práticas de cultivo estão ganhando ênfase no desenvolvimento da produção madeireira. No estado do Paraná, em propriedades rurais que se configuram pela existência de capoeiras e capoeirões, a introdução da araucária, assim como de outras essências florestais madeiráveis, pode ser um excelente procedimento econômico-silvicultural. Como já ocorre com outros cultivos como os de pinus, eucalipto, grevilea e bracatinga, a silvicultura tem promovido a atividade madeireira como forma de resposta à exaustão da madeira de espécies florestais nativas, promovendo a geração de recursos no meio rural (MAZUCHOWSKI, 2007). Por tais razões demonstra-se que a *Araucaria angustifolia*, adotando-se algumas atitudes, pode vir a ser uma espécie mais bem aproveitada em programas silviculturais.

Para Mazuchowski (2007) o plantio do pinheiro-do-paraná é inviabilizado por instrumentos legais estabelecidos que visam simplesmente a preservação através de medidas fiscais exacerbadas. Com isso, as pequenas propriedades rurais, que no estado do Paraná representam 85% da estrutura fundiária, buscam erradicar a espécie pelos prejuízos decorrentes. Conforme o autor, essa postura acarretará um zoneamento da espécie, que ficará limitada aos plantios desenvolvidos pelas empresas florestais e às áreas de preservação ambiental, especialmente parques estaduais e federais.

Para transformar essa realidade Mazuchowski (2007) propõe mecanismos para o manejo silvicultural dos remanescentes baseados na alteração dos normativos legais vigentes por serem impeditivos ao plantio e no incremento do fomento para o manejo, principalmente nas áreas de Reserva Legal, estabelecendo mecanismos de incentivo ao pequeno produtor rural. Neste sentido ele afirma que entidades governamentais e lideranças municipais têm empreendido ações que procuram focar a viabilização de empreendimentos em pequenas propriedades, a partir da difusão de alternativas técnicas para o manejo sustentável das Florestas com Araucária. Mazuchowski (2007) cita experiências conduzidas pela EMATER para estímulo ao manejo do pinheiro, destacando:

...as unidades metodológicas para difusão de tecnologia, a premiação de produtores de destaque municipal, a utilização de mecanismos de apoio para novos plantios, a formação de grupos de produtores para coleta, padronização e comercialização do pinhão em parceria industrial.

O Projeto de Alternativas Agroflorestais, desenvolvido dentro do Programa Paraná Rural pelo governo estadual, entre 1989 e 1997, constitui um exemplo. Neste projeto duas atividades voltadas essencialmente para a atividade florestal em pequenas propriedades merecem destaque. Foram elas as Unidades de Comprovação que eram áreas demonstrativas para a difusão tecnológica, e os Arboretos Demonstrativos que promoviam a divulgação de espécies florestais alternativas de utilização industrial e comprovavam tecnologias florestais no âmbito microrregional. Algumas Unidades de Comprovação trabalharam especificamente visando à difusão da tecnologia florestal com araucária enfocando aspectos como: definir as melhores épocas de colheita e procedência de material genético; definir consórcios com erva-mate para maximização da renda; demonstrar o efeito do sombreamento nas mudas plantadas em áreas com capoeira para transformá-las em áreas produtivas e aumentar seu valor econômico; enriquecer áreas com samambaias dominante mediante o plantio do pinheiro; entre outras (MAZUCHOWSKI, 2007).

Mattos et al. (2007) também ressalta que o estímulo ao manejo sustentável é uma forma de conservar os remanescentes das Florestas de Araucárias. Para se alcançar esse objetivo o autor observa que é fundamental a realização de estudos sobre a dinâmica das florestas para assegurar sua conservação e manejo, incluindo observações de longo prazo por serem ecossistemas complexos, heterogêneos e com processos dinâmicos lentos (ver Figura 57).



**Figura 57** - Variações da *Araucaria angustifolia* segundo estágios de crescimento.  
Fonte: ROTTA, 2006.

Hoeflich et al. (1990) também cita o sistema de plantio para agregar valor às grandes áreas cobertas por florestas secundárias ou terciárias (capoeirões e capoeira), originadas de desmatamentos indiscriminados no Paraná e em grande parte da Região Centro-Sul do país. Este sistema converte áreas florestais de baixo valor comercial em áreas de exploração economicamente rentável através de métodos de regeneração artificial com o plantio de espécies arbóreas de crescimento satisfatório, e de comprovado valor madeireiro. Recomendando para tal sistema a *Araucaria angustifolia*, o autor explica que:

Os plantios sob cobertura em vegetação matricial, de enriquecimento ou conversão, têm a grande vantagem, quando comparados ao plantio convencional, de não precisarem eliminar totalmente a vegetação existente, com os consequentes transtornos ecológicos, pois necessitam somente da abertura de pequenas faixas, que se alternam com faixas mais largas, nas quais se mantém a vegetação existente. Desta maneira, consegue-se reincorporar áreas abandonadas a uma atividade produtiva e sem perda de solo (HOEFLICH et al., 1990).

O autor ressalta que o plantio de espécies nativas permitirá o abastecimento dos mercados interno e externo com madeira de lei, consolidando o setor florestal no contexto da economia nacional. O sistema de manejo demonstrado por ele configura uma alternativa ecologicamente importante, uma vez que o plantio é executado sem causar tantos distúrbios na flora e na fauna, e ainda reduz a perda de matéria orgânica e a lixiviação dos nutrientes do solo (HOEFLICH et al., 1990).

Implantar novos plantios do pinheiro-do-paraná que utilizem técnicas de manejo silvicultural, segundo Mazuchowski (2007), pode garantir o mecanismo de corte dessas árvores, viabilizando uma renda efetiva para as propriedades rurais, excluindo-se as restrições de utilização e dando continuidade à biodiversidade ambiental. A proibição da extração de madeira em pequenas propriedades rurais inviabiliza o agronegócio e o interesse pela existência dessa espécie florestal. Portanto são necessários parâmetros técnicos objetivos e viáveis economicamente, unindo-se a isso a conformidade da autoridade florestal através da modificação dos normativos legais vigentes atualmente, que desestimulam o cultivo e manejo da espécie, a viabilização do fomento ao plantio e manejo do pinheiro em pequena escala nas propriedades de agricultura familiar e o desenvolvimento de uma sistemática de controle das árvores por idade e incremento anual proporcionando cortes seletivos.

O incentivo à prática do cultivo florestal do pinheiro-do-paraná pode contar ainda com a criação de mecanismos de apoio à viabilização comercial de seus subprodutos, especialmente o pinhão, e principalmente dos produtos madeireiros que atinjam o comércio com foco em construções e projetos arquitetônicos sustentáveis, divulgando essa matéria prima como um material renovável.

### 3.6 SEQUESTRO E ESTOQUE DE CARBONO

Estudos sobre as emissões de gases de efeito estufa são essenciais para a contribuição no desenvolvimento de novas tecnologias e processos industriais menos contaminantes e mais eficazes, contribuintes ao Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), proposto para diminuir os índices de emissão de gases do efeito estufa (GEEs) nas atividades antrópicas. Este mecanismo faz parte de um acordo presente dentro do cronograma de regulamentação do Protocolo de Quioto (ESPARTA, 2008).

A proposta do MDL, segundo Rocha (2003), é criar um mercado mundial para negociação de créditos de carbono. Assim países que possuem metas de reduções de emissões de GEEs podem tanto reduzir suas emissões quanto comprar Certificados de Emissões Reduzidas (CER) em outros países para cumprir com seu compromisso. Os projetos MDL podem ser de diferentes modalidades: fontes renováveis e alternativas de energia, eficiência e/ou conservação de energia e reflorestamento e estabelecimento de novas florestas. Para que se possa avaliar a emissão de todos os gases que provocam o efeito estufa, além do CO<sub>2</sub>, criou-se a unidade conhecida como carbono equivalente. Por convenção, uma tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente corresponde a um crédito de carbono (ROCHA, 2003). Assim todos os GEEs podem ser convertidos em créditos de carbono.

Conforme Marcolin (2006) as florestas possuem a capacidade de capturar e fixar carbono por décadas e armazená-lo na forma de madeira. O estoque de carbono feito pelas árvores em crescimento colabora para a manutenção da temperatura terrestre. Há uma estimativa que a madeira fixa cerca de 250 kg/m<sup>3</sup> de dióxido de carbono absorvido durante a fase de crescimento da árvore (FERREIRA et al., 2003).

Em 2006 realizou-se no Brasil o primeiro inventário local sobre as emissões antrópicas de GEEs. Neste documento apresenta-se um relatório com as estimativas médias de CO<sub>2</sub> fixado pelas florestas plantadas de uso industrial, para o período de 1990 a 1994. Para tanto foram obtidos dados aproximados sobre a área de florestas plantadas, por gênero florestal, entre os anos de 1969 a 1994. Até então o total de área plantada com interesse econômico-comercial registrado para o período foi de 6,9 milhões de hectares, correspondendo 93% desta quantia ao plantio de eucalipto e 7% de pinus (MARCOLIN, 2006). As espécies do gênero pinus mais plantadas no Brasil são o *Pinus taeda* (maioria), *Pinus elliotti*, *Pinus caribaea* e *Pinus ocarpa*, sendo que mais de 60% dessas plantações situa-se na região sul do país. Considerando os diferentes regimes de manejo e o período de rotação destas culturas, sendo em média de 20 a 25 anos, e adotando-se o teor de carbono existente

como de 0,5 toneladas de carbono para cada tonelada de matéria seca de madeira ou biomassa, concluiu-se que a mudança total de estoque no período de estudo foi positiva em 43,74 milhões de toneladas. Deste total o tronco das árvores corresponde a 65%, a contribuição das raízes cerca de 22% e a contribuição da copa em torno de 13% (MARCOLIN, 2006).

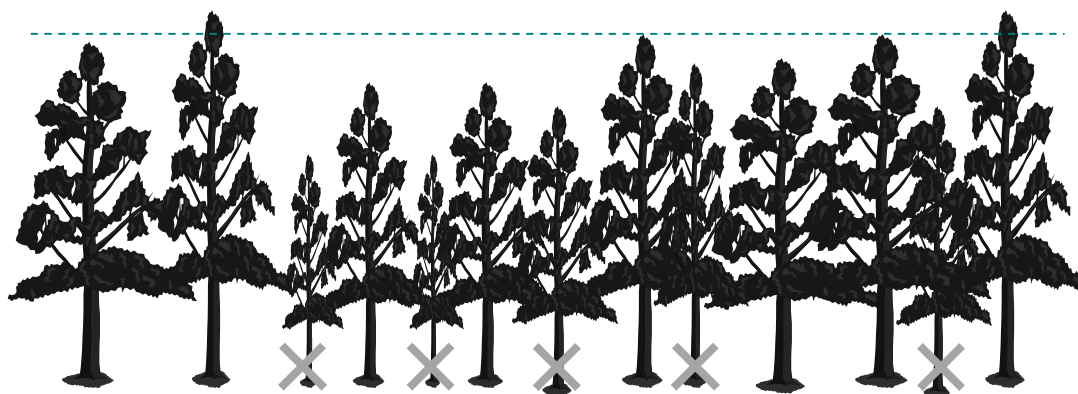
Vale lembrar que há diferenças na quantidade de carbono estocada por diferentes espécies, dependendo do volume de galhos, raízes, e crescimento anual das árvores. Essa diferença será demonstrada posteriormente na comparação estabelecida nos cenários propostos para pinus e araucária.

## 4 CENÁRIOS PARA PLANTIO DE ARAUCÁRIA

### 4.1 METODOLOGIAS DE APLICAÇÃO

Através da utilização de dois *softwares* foi feita a análise dos dados para a produção de toras de *Araucaria angustifolia*, visando o abastecimento de madeira para construção civil. Devido ao longo ciclo de crescimento apresentado pela espécie, determinou-se a previsão de quatro cenários distintos com idades de corte final variadas, prevendo desbastes periódicos para obtenção de renda.

Os desbastes têm a função de diminuir a densidade da população na medida em que as árvores crescem, diminuindo a competição entre elas por nutrientes, espaço físico e luz solar. Eles permitem aumentar o vigor de crescimento da população remanescente, diminuindo o número de árvores e evitando a morte da floresta e o ataque de pragas, pois árvores com crescimento estagnado tendem a prejudicar o crescimento das demais. De acordo com Oliveira (2008) os desbastes podem ser sistemáticos, seletivos ou mistos. Nos desbastes sistemáticos são retiradas as árvores através de um esquema fixo de escolha, em função da disposição no povoamento; nos seletivos se removem as menores árvores (ver Figura 58), tanto em diâmetro quanto em altura; e nos mistos acontece primeiro um desbaste sistemático seguido pelo seletivo. Para determinar o tipo e intensidade do desbaste a ser aplicado deve-se considerar os objetivos da produção e a maximização da rentabilidade econômica.



**Figura 58** - Exemplo de árvores a serem removidas em um desbaste seletivo.  
A linha pontilhada representa a altura dominante.  
Fonte: OLIVEIRA, 2008.

Como produtos a serem obtidos das produções, foram estimados, além do volume de madeira produzido para serraria a utilização de matéria-prima para obtenção de energia e celulose. Apresenta-se também a expectativa de volume de carbono fixado durante o

crescimento da floresta plantada, valores que podem ajudar a estabelecer projetos que tragam renda ao produtor por meio do mercado de carbono e projetos MDL, através da prestação de serviços ambientais pela floresta.

Os *softwares* utilizados foram respectivamente o SisAraucaria, SisPinus e o Planin, todos desenvolvidos por Edilson Batista de Oliveira, doutor em Engenharia Florestal e pesquisador da Embrapa Florestas, em Colombo no estado do Paraná. Como assegura Oliveira (2008), com estes *softwares* os produtores podem testar no computador as opções de manejo da floresta para cada condição de clima e solo, efetuar análises econômicas, fazer prognoses de produções presentes e futuras, verificando a alternativa mais razoável.

Com o objetivo de se estabelecer um comparativo entre a produção de araucária e a de pinus, foram determinados cenários semelhantes para as duas espécies, utilizando referências de recomendações de plantio da própria Embrapa, com sistemas de produção preconizando rotações a partir dos 25 anos (OLIVEIRA et al., 2003). Elegeu-se comparar estas duas espécies por ser o pinus uma das principais produções florestais no estado do Paraná e no sul do Brasil, possuindo uma área estimada de 1,4 milhões de hectares plantados em 2009 (ABRAF, 2010).

#### **4.1.1 SisAraucaria e SisPinus**

Estes *softwares* permitem a simulação de plantios silviculturais da araucária e do pinus, respectivamente (ver Figura 59). Eles foram desenvolvidos para auxiliar os produtores florestais no Brasil, sendo amplamente difundidos e utilizados para o planejamento estratégico da produção, permitindo definir regimes de manejo, cálculo da produção florestal, sortimento de madeira, e inclusive cálculos de captura de carbono. Para realizar uma simulação o usuário deve fornecer dados ao sistema, estimando a idade final de corte e os desbastes que deseja efetuar. Assim o *software* pode indicar a quantidade de madeira que o povoamento pode produzir em qualquer idade, até a idade indicada para a colheita final (OLIVEIRA, 2008).





**Figura 59** - Tela inicial do SisAraucaria – Sistema para Prognose do Crescimento e Produção de Plantações de Araucária.

Fonte: SisAraucaria, 2010.

Conforme Oliveira (2008) as tabelas de crescimento geradas pelo SisAraucaria e SisPinus apresentam resultados anuais de alturas dominantes e média das árvores, diâmetro médio, número de árvores por hectare, volume total e incrementos médio e corrente anual. Para cada colheita, inclusive as de desbastes, são geradas tabelas de produção por classe de DAP (diâmetro à altura do peito = 1,3 m), com sortimento por tipo de utilização industrial.

Para a confecção de quatro cenários distintos, para ambas as espécies, tomaram-se em conta os seguintes dados de referência: área de plantio igual a um hectare, espaçamento 3x2 m entre as árvores representando uma densidade de 1.667 árvores/ha, 95% de taxa de sobrevivência das mesmas no primeiro ano (ver Figura 60).

**Figura 60** - Tabela do SisAraucaria demonstrando a entrada de dados no inventário.  
Fonte: SisAraucaria, 2010.

Outro dado que o usuário deve informar ao sistema é o Índice de Sítio (IS). Esse índice é um indicativo de crescimento da produção florestal e varia de acordo com o local onde vai ser implantada a população. Ele se refere à altura dominante em uma idade de referência, no caso aos 15 anos. Para os cenários aqui apresentados foram empregados valores pré-existentes correspondentes à região sul do Brasil, mais especificamente valores encontrados em regiões metropolitanas à cidade de Curitiba (OLIVEIRA, 2008). O Índice de Sítio utilizado para a araucária foi de 15 (ver Tabela 5), e 20 para o pinus (ver Tabela 6).

**Tabela 5 - Classificação de sítio para *Araucária* na região Sul do Brasil –  
 $S*EXP((-4,2327*((1/A)^{0,48})-((1/15)^{0,48})))$ .**

Fonte: OLIVEIRA, 2008

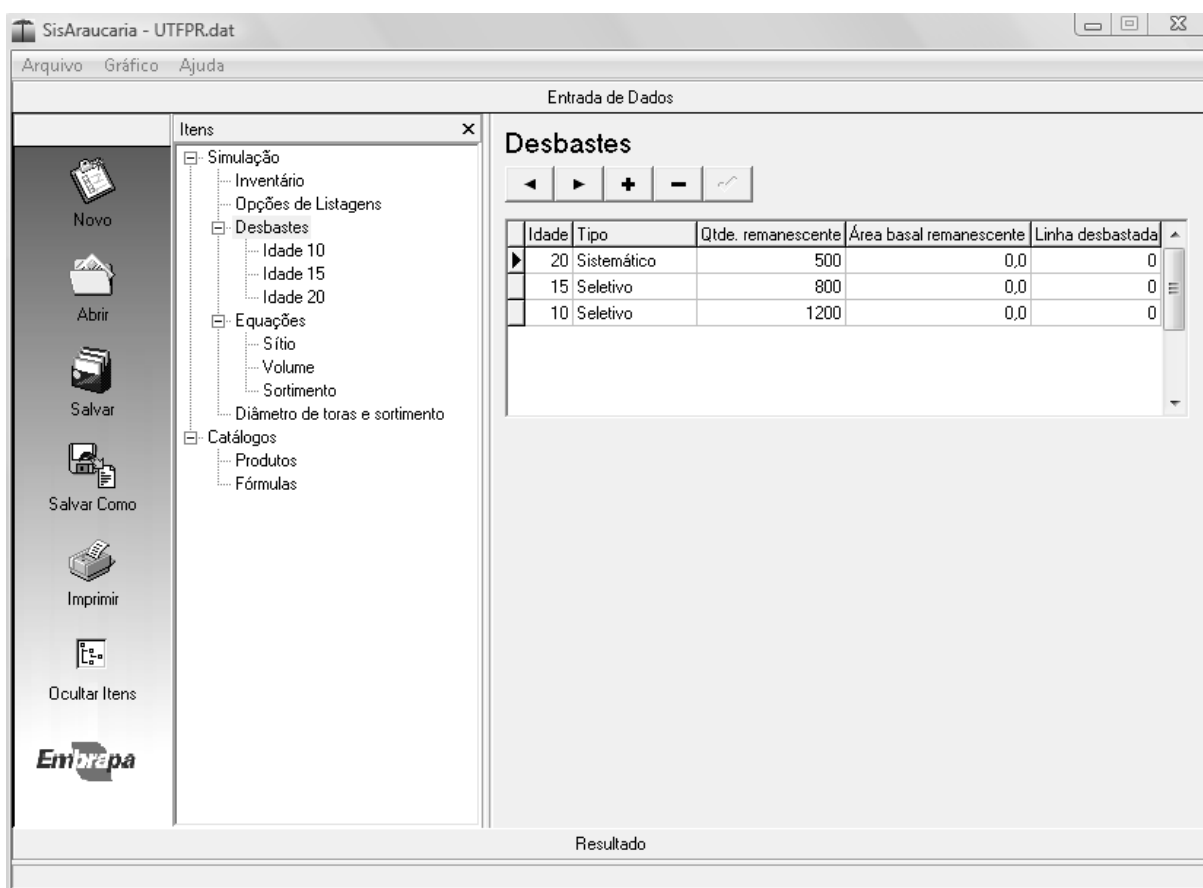
Idade (anos)	ÍNDICE DE SÍTIO (m)																						
	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0
4	3,6	3,8	4,0	4,1	4,3	4,5	4,7	4,9	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	5,9	6,1	6,3	6,5	6,7	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6
5	4,5	4,7	4,9	5,2	5,4	5,6	5,8	6,1	6,3	6,5	6,7	7,0	7,2	7,4	7,6	7,9	8,1	8,3	8,5	8,8	9,0	9,2	9,4
6	5,3	5,6	5,8	6,1	6,3	6,6	6,9	7,1	7,4	7,7	7,9	8,2	8,5	8,7	9,0	9,3	9,5	9,8	10,0	10,3	10,6	10,8	11,1
7	6,0	6,3	6,6	6,9	7,2	7,5	7,8	8,1	8,4	8,7	9,0	9,3	9,6	9,9	10,2	10,5	10,8	11,1	11,4	11,7	12,0	12,3	12,6
8	6,7	7,0	7,3	7,7	8,0	8,3	8,7	9,0	9,3	9,7	10,0	10,3	10,7	11,0	11,3	11,7	12,0	12,3	12,7	13,0	13,3	13,7	14,0
9	7,3	7,6	8,0	8,3	8,7	9,1	9,4	9,8	10,2	10,5	10,9	11,2	11,6	12,0	12,3	12,7	13,1	13,4	13,8	14,2	14,5	14,9	15,2
10	7,8	8,2	8,6	9,0	9,4	9,8	10,1	10,5	10,9	11,3	11,7	12,1	12,5	12,9	13,3	13,7	14,0	14,4	14,8	15,2	15,6	16,0	16,4
11	8,3	8,7	9,1	9,6	10,0	10,4	10,8	11,2	11,6	12,0	12,5	12,9	13,3	13,7	14,1	14,5	15,0	15,4	15,8	16,2	16,6	17,0	17,4
12	8,8	9,2	9,7	10,1	10,5	11,0	11,4	11,8	12,3	12,7	13,2	13,6	14,0	14,5	14,9	15,4	15,8	16,2	16,7	17,1	17,6	18,0	18,4
13	9,2	9,7	10,1	10,6	11,1	11,5	12,0	12,4	12,9	13,4	13,8	14,3	14,7	15,2	15,7	16,1	16,6	17,0	17,5	18,0	18,4	18,9	19,3
14	9,6	10,1	10,6	11,1	11,5	12,0	12,5	13,0	13,5	13,9	14,4	14,9	15,4	15,9	16,4	16,8	17,3	17,8	18,3	18,8	19,2	19,7	20,2
15	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0
16	10,4	10,9	11,4	11,9	12,4	12,9	13,5	14,0	14,5	15,0	15,5	16,1	16,6	17,1	17,6	18,1	18,6	19,2	19,7	20,2	20,7	21,2	21,8
17	10,7	11,2	11,8	12,3	12,8	13,4	13,9	14,4	15,0	15,5	16,0	16,6	17,1	17,6	18,2	18,7	19,3	19,8	20,3	20,9	21,4	21,9	22,5
18	11,0	11,6	12,1	12,7	13,2	13,8	14,3	14,9	15,4	16,0	16,5	17,1	17,6	18,2	18,7	19,3	19,8	20,4	20,9	21,5	22,0	22,6	23,1
19	11,3	11,9	12,4	13,0	13,6	14,1	14,7	15,3	15,8	16,4	17,0	17,5	18,1	18,7	19,2	19,8	20,4	20,9	21,5	22,1	22,6	23,2	23,8
20	11,6	12,2	12,8	13,3	13,9	14,5	15,1	15,7	16,2	16,8	17,4	18,0	18,6	19,1	19,7	20,3	20,9	21,5	22,0	22,6	23,2	23,8	24,4
21	11,9	12,5	13,1	13,7	14,3	14,8	15,4	16,0	16,6	17,2	17,8	18,4	19,0	19,6	20,2	20,8	21,4	22,0	22,6	23,2	23,8	24,3	24,9
22	12,1	12,7	13,4	14,0	14,6	15,2	15,8	16,4	17,0	17,6	18,2	18,8	19,4	20,0	20,6	21,2	21,8	22,5	23,1	23,7	24,3	24,9	25,5
23	12,4	13,0	13,6	14,2	14,9	15,5	16,1	16,7	17,3	18,0	18,6	19,2	19,8	20,4	21,1	21,7	22,3	22,9	23,5	24,2	24,8	25,4	26,0
24	12,6	13,3	13,9	14,5	15,1	15,8	16,4	17,0	17,7	18,3	18,9	19,6	20,2	20,8	21,5	22,1	22,7	23,4	24,0	24,6	25,2	25,9	26,5
25	12,9	13,5	14,1	14,8	15,4	16,1	16,7	17,3	18,0	18,6	19,3	19,9	20,6	21,2	21,8	22,5	23,1	23,8	24,4	25,1	25,7	26,3	27,0
26	13,1	13,7	14,4	15,0	15,7	16,3	17,0	17,6	18,3	19,0	19,6	20,3	20,9	21,6	22,2	22,9	23,5	24,2	24,8	25,5	26,1	26,8	27,4
27	13,3	13,9	14,6	15,3	15,9	16,6	17,3	17,9	18,6	19,3	19,9	20,6	21,2	21,9	22,6	23,2	23,9	24,6	25,2	25,9	26,6	27,2	27,9
28	13,5	14,2	14,8	15,5	16,2	16,9	17,5	18,2	18,9	19,5	20,2	20,9	21,6	22,2	22,9	23,6	24,3	24,9	25,6	26,3	27,0	27,6	28,3
29	13,7	14,4	15,0	15,7	16,4	17,1	17,8	18,5	19,1	19,8	20,5	21,2	21,9	22,6	23,2	23,9	24,6	25,3	26,0	26,7	27,3	28,0	28,7
30	13,9	14,6	15,2	15,9	16,6	17,3	18,0	18,7	19,4	20,1	20,8	21,5	22,2	22,9	23,6	24,3	25,0	25,6	26,3	27,0	27,7	28,4	29,1

**Tabela 6 - Classificação de sítio para *Pinus taeda* na região Sul do Brasil –  
 $S * \text{EXP}((-4,6433 * ((1/A)^{0,56}) - ((1/15)^{0,56})))$ .  
 Fonte: OLIVEIRA, 2008**

Idade (anos)	ÍNDICE DE SÍTIO (m)																						
	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0	22,5	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0	25,5	26,0
4	4,9	5,1	5,2	5,4	5,6	5,7	5,9	6,1	6,2	6,4	6,5	6,7	6,9	7,0	7,2	7,4	7,5	7,7	7,9	8,0	8,2	8,3	8,5
5	6,3	6,5	6,7	6,9	7,1	7,4	7,6	7,8	8,0	8,2	8,4	8,6	8,8	9,0	9,3	9,5	9,7	9,9	10,1	10,3	10,5	10,7	10,9
6	7,6	7,8	8,1	8,3	8,6	8,8	9,1	9,3	9,6	9,8	10,1	10,4	10,6	10,9	11,1	11,4	11,6	11,9	12,1	12,4	12,6	12,9	13,1
7	8,7	9,0	9,3	9,6	9,9	10,2	10,5	10,8	11,0	11,3	11,6	11,9	12,2	12,5	12,8	13,1	13,4	13,7	14,0	14,2	14,5	14,8	15,1
8	9,8	10,1	10,4	10,7	11,1	11,4	11,7	12,0	12,4	12,7	13,0	13,3	13,7	14,0	14,3	14,6	15,0	15,3	15,6	15,9	16,3	16,6	16,9
9	10,7	11,1	11,4	11,8	12,1	12,5	12,8	13,2	13,6	13,9	14,3	14,6	15,0	15,3	15,7	16,1	16,4	16,8	17,1	17,5	17,8	18,2	18,6
10	11,6	12,0	12,3	12,7	13,1	13,5	13,9	14,3	14,7	15,0	15,4	15,8	16,2	16,6	17,0	17,4	17,7	18,1	18,5	18,9	19,3	19,7	20,1
11	12,4	12,8	13,2	13,6	14,0	14,4	14,8	15,2	15,7	16,1	16,5	16,9	17,3	17,7	18,1	18,5	19,0	19,4	19,8	20,2	20,6	21,0	21,4
12	13,1	13,5	14,0	14,4	14,8	15,3	15,7	16,2	16,6	17,0	17,5	17,9	18,3	18,8	19,2	19,6	20,1	20,5	21,0	21,4	21,8	22,3	22,7
13	13,8	14,2	14,7	15,2	15,6	16,1	16,5	17,0	17,5	17,9	18,4	18,8	19,3	19,7	20,2	20,7	21,1	21,6	22,0	22,5	23,0	23,4	23,9
14	14,4	14,9	15,4	15,9	16,3	16,8	17,3	17,8	18,3	18,7	19,2	19,7	20,2	20,7	21,1	21,6	22,1	22,6	23,1	23,5	24,0	24,5	25,0
15	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0	22,5	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0	25,5	26,0
16	15,6	16,1	16,6	17,1	17,6	18,1	18,7	19,2	19,7	20,2	20,7	21,3	21,8	22,3	22,8	23,3	23,8	24,4	24,9	25,4	25,9	26,4	27,0
17	16,1	16,6	17,1	17,7	18,2	18,7	19,3	19,8	20,4	20,9	21,4	22,0	22,5	23,0	23,6	24,1	24,6	25,2	25,7	26,2	26,8	27,3	27,9
18	16,6	17,1	17,7	18,2	18,8	19,3	19,9	20,4	21,0	21,5	22,1	22,6	23,2	23,7	24,3	24,8	25,4	25,9	26,5	27,0	27,6	28,2	28,7
19	17,0	17,6	18,2	18,7	19,3	19,9	20,4	21,0	21,6	22,1	22,7	23,3	23,8	24,4	25,0	25,5	26,1	26,7	27,2	27,8	28,4	28,9	29,5
20	17,5	18,0	18,6	19,2	19,8	20,4	20,9	21,5	22,1	22,7	23,3	23,9	24,4	25,0	25,6	26,2	26,8	27,3	27,9	28,5	29,1	29,7	30,3
21	17,9	18,5	19,1	19,7	20,3	20,8	21,4	22,0	22,6	23,2	23,8	24,4	25,0	25,6	26,2	26,8	27,4	28,0	28,6	29,2	29,8	30,4	31,0
22	18,3	18,9	19,5	20,1	20,7	21,3	21,9	22,5	23,1	23,7	24,3	25,0	25,6	26,2	26,8	27,4	28,0	28,6	29,2	29,8	30,4	31,0	31,7
23	18,6	19,3	19,9	20,5	21,1	21,7	22,4	23,0	23,6	24,2	24,8	25,5	26,1	26,7	27,3	28,0	28,6	29,2	29,8	30,4	31,1	31,7	32,3
24	19,0	19,6	20,3	20,9	21,5	22,2	22,8	23,4	24,1	24,7	25,3	26,0	26,6	27,2	27,9	28,5	29,1	29,8	30,4	31,0	31,6	32,3	32,9
25	19,3	20,0	20,6	21,3	21,9	22,6	23,2	23,8	24,5	25,1	25,8	26,4	27,1	27,7	28,3	29,0	29,6	30,3	30,9	31,6	32,2	32,9	33,5
26	19,7	20,3	21,0	21,6	22,3	22,9	23,6	24,2	24,9	25,5	26,2	26,9	27,5	28,2	28,8	29,5	30,1	30,8	31,4	32,1	32,8	33,4	34,1
27	20,0	20,6	21,3	22,0	22,6	23,3	24,0	24,6	25,3	26,0	26,6	27,3	27,9	28,6	29,3	29,9	30,6	31,3	31,9	32,6	33,3	33,9	34,6
28	20,3	20,9	21,6	22,3	23,0	23,6	24,3	25,0	25,7	26,3	27,0	27,7	28,4	29,0	29,7	30,4	31,1	31,7	32,4	33,1	33,8	34,4	35,1
29	20,5	21,2	21,9	22,6	23,3	24,0	24,7	25,3	26,0	26,7	27,4	28,1	28,8	29,4	30,1	30,8	31,5	32,2	32,9	33,6	34,2	34,9	35,6
30	20,8	21,5	22,2	22,9	23,6	24,3	25,0	25,7	26,4	27,1	27,8	28,5	29,1	29,8	30,5	31,2	31,9	32,6	33,3	34,0	34,7	35,4	36,1

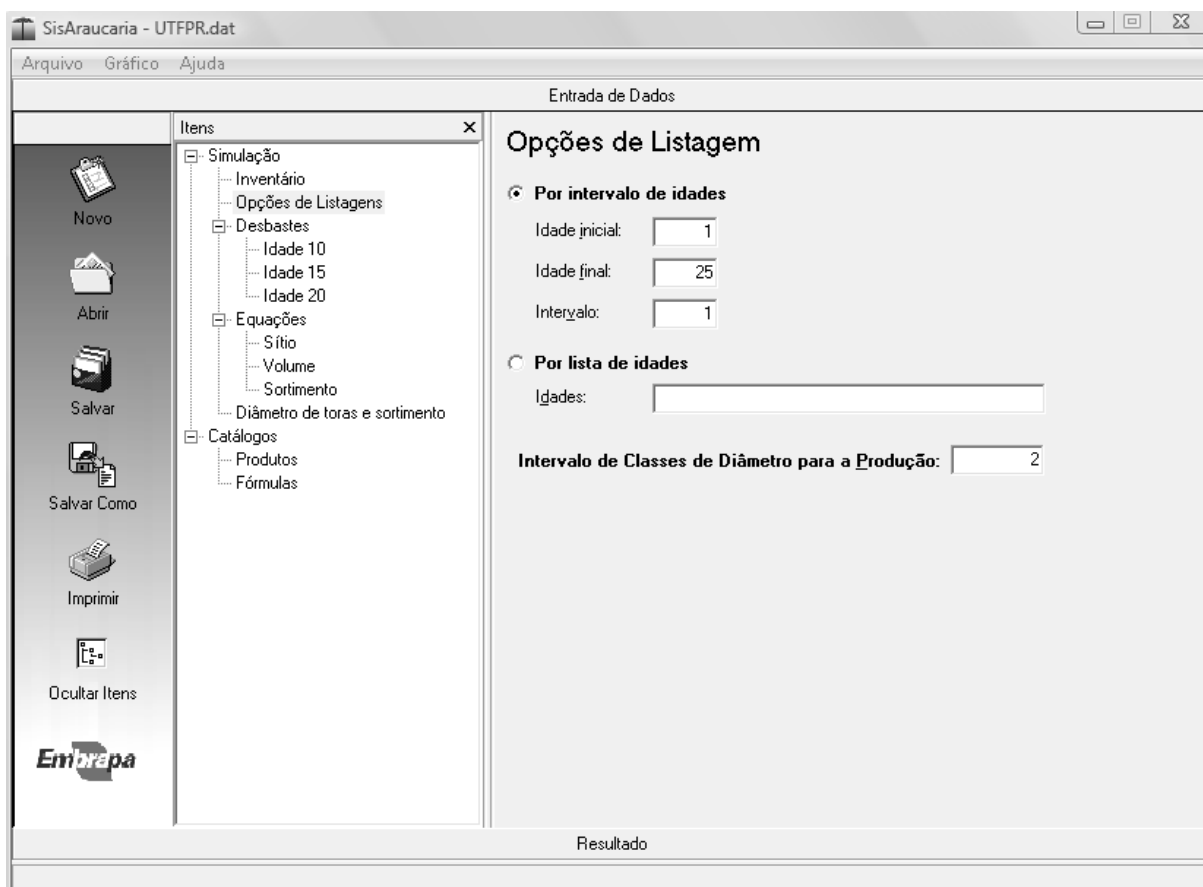
Foi prevista também a mesma quantidade de desbastes aos 10, 15 e 20 anos (ver Figura 61), e as idades de corte final para 25 anos – Cenário I, 30 anos – Cenário II, 35 anos – Cenário III e 40 anos – Cenário IV (ver Figura 62). Os desbastes foram determinados da seguinte maneira:

- Desbaste seletivo aos 10 anos de idade deixando 1.200 árvores;
- Desbaste seletivo aos 15 anos de idade deixando 800 árvores;
- Desbaste sistemático aos 20 anos de idade deixando 500 árvores.



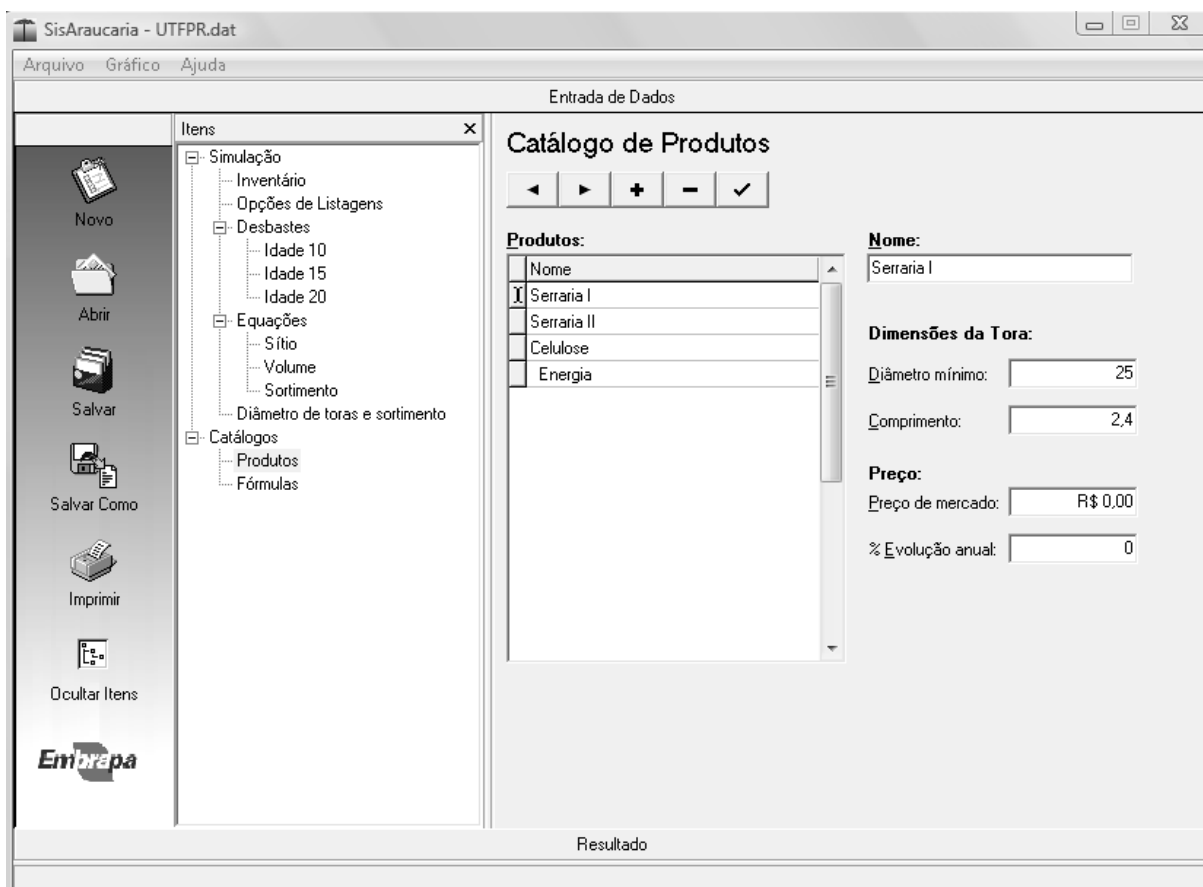
**Figura 61** - Tabela do SisAraucaria demonstrando a entrada de dados dos desbastes.

Fonte: SisAraucaria, 2010.



**Figura 62** - Tabela do SisAraucaria demonstrando a entrada de dados nas opções de listagem.  
Fonte: SisAraucaria, 2010.

Como produtos foram escolhidas 4 categorias de matéria prima, as categorias principais são: Serraria I, com toras de diâmetro mínimo igual a 25 cm e comprimento 2,4 m e Serraria II, com toras de diâmetro mínimo igual a 15 cm e comprimento 2,4 m; como produtos secundários estão as categorias: Celulose, com diâmetro mínimo igual a 8 cm e Energia, sem restrição de diâmetro (ver Figura 63). Os diâmetros definidos para Serraria I e II foram definidos de acordo com as dimensões mais comuns encontradas comercialmente na região de Curitiba.



**Figura 63** - Tabela do SisAraucaria demonstrando a entrada de dados no catálogo de produtos.  
Fonte: SisAraucaria, 2010.

Os resultados obtidos para cada um dos quatro cenários para ambas as espécies se encontram na seção de anexos, somando um número de oito possibilidades ao total.

#### 4.1.2 Planin

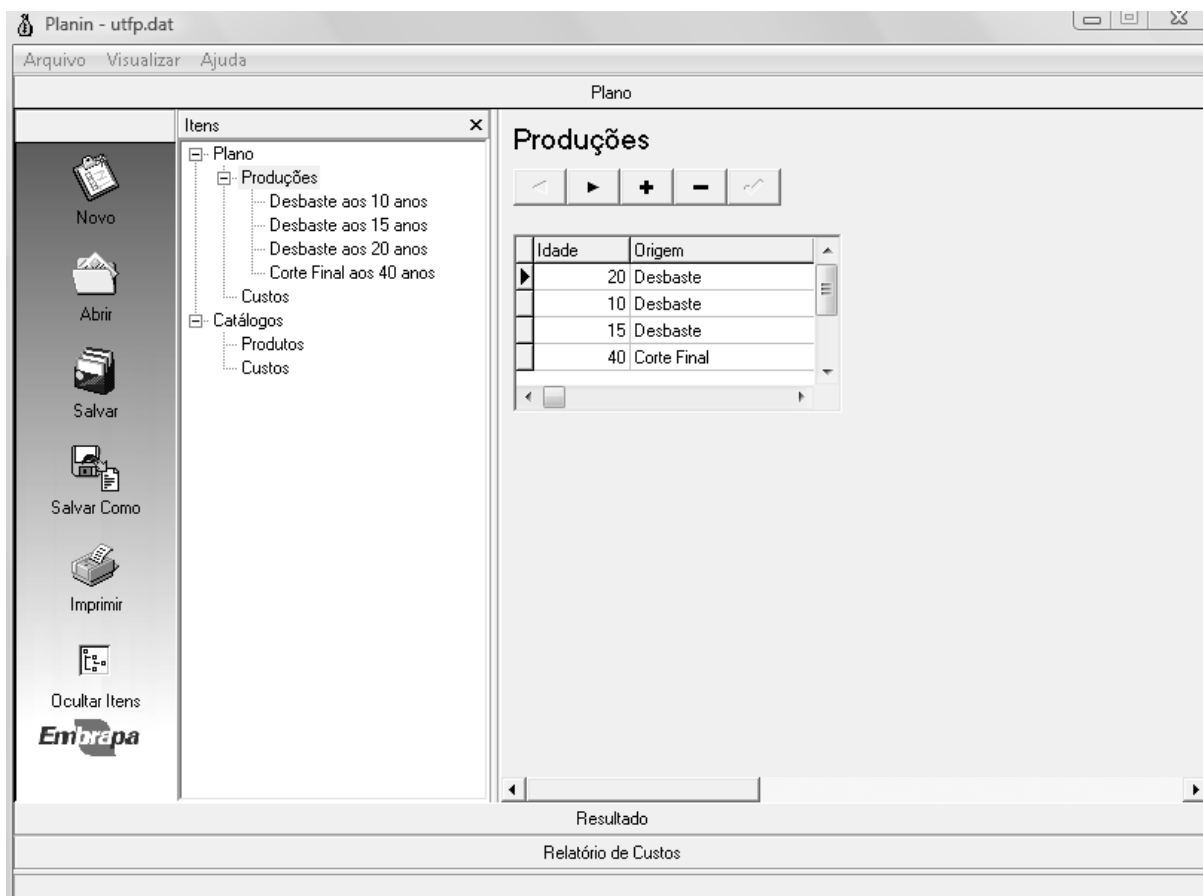
O *software*, denominado PLANIN – Planejamento Florestal Integrado foi desenvolvido para dar suporte às análises econômico-financeiras de regimes de manejo florestal. Ele está estruturado para cobrir todos os segmentos de custos operacionais das atividades de implantação, manutenção e exploração da floresta, proporcionando recursos operacionais modulares para a entrada de dados e gerenciamento de arquivos (OLIVEIRA et al., 1998).

Os resultados fornecidos pelo programa estão compostos pelo fluxo de caixa, a análise de sensibilidade e os critérios de análise econômica-financeira mais utilizadas pelas empresas brasileiras, além de possibilitar ao usuário o acompanhamento de seus custos através da emissão de relatórios com gastos anuais (OLIVEIRA, 2008).

Para executar a análise econômica dos cenários previstos anteriormente foram considerados os seguintes valores fornecidos pela Embrapa: custo de implantação para uma floresta de *araucaria angustifolia* e de pinus igual a R\$ 1.500,00/ha; custo de manutenção da floresta no primeiro e segundo ano = R\$ 200,00/ha; custo de manutenção da floresta do terceiro ao sexto ano = R\$ 150,00/ha.

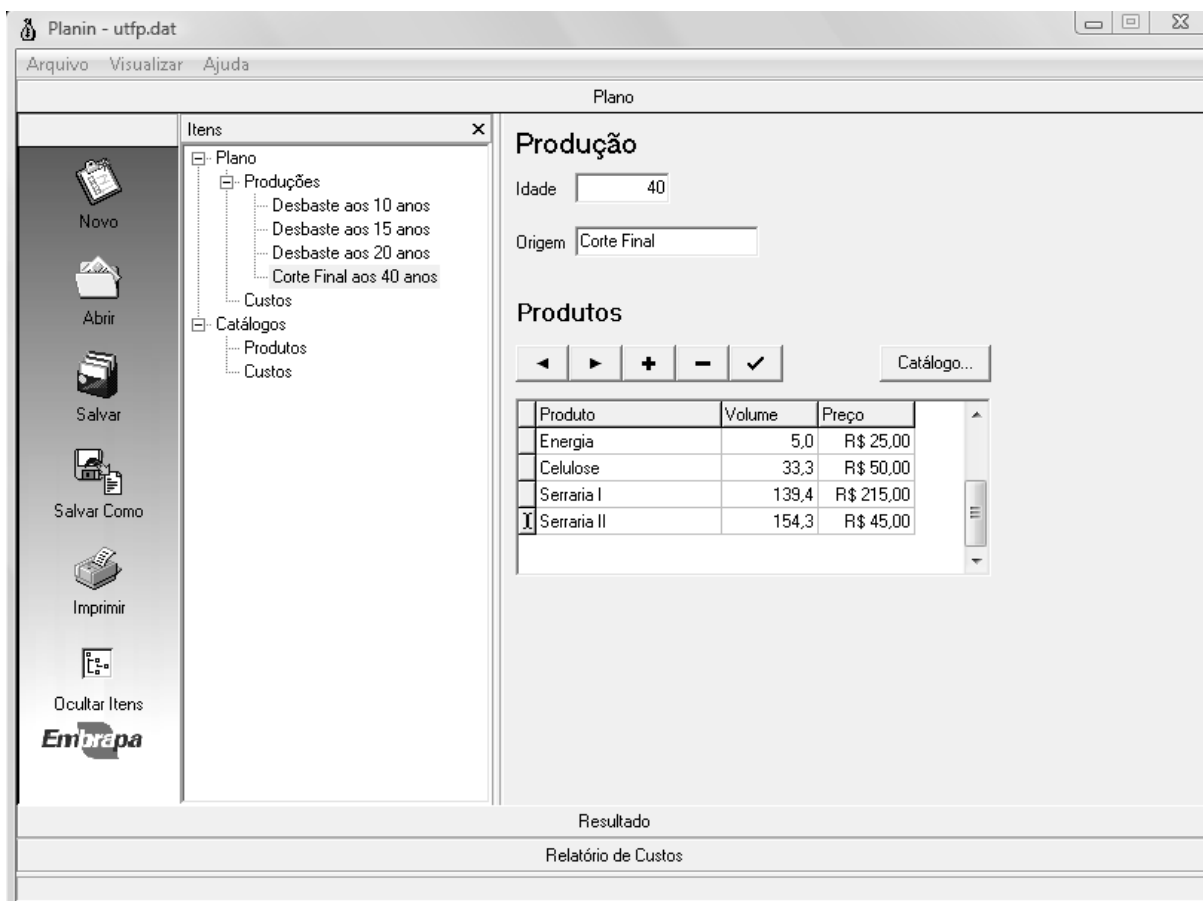
Considerou-se para análise econômica o valor de mercado da tora em pé no produtor, sem estimar gastos com transporte, pois as áreas de plantio não foram definidas quanto à sua localização e distância das indústrias de beneficiamento. Estes valores de mercado foram obtidos na Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná (SEAB, 2010) e correspondem aos preços de produtos florestais válidos para Curitiba, relativos a abril de 2010, os quais correspondem a R\$ 215,00/m<sup>3</sup> para toras de araucária com diâmetro entre 20 a 30 cm (Serraria I = 25 cm); R\$ 75,00/m<sup>3</sup> para as toras de pinus com diâmetro entre 20 a 30 cm (Serraria I = 25 cm); R\$ 45,00/m<sup>3</sup> para toras de pinus com diâmetro entre 10 a 20 cm (Serraria II = 15 cm); e o mesmo valor de R\$ 45,00/m<sup>3</sup> para toras de araucária com diâmetro igual a 15 cm (Serraria II). Considerou-se o mesmo valor de mercado para valores de Serraria I da araucária e do pinus, porque além de não constar na tabela da SEAB o preço da araucária com este diâmetro, na prática essas toras não alcançam o mesmo valor considerado para as toras de 25 cm, o qual seria de R\$ 215,0/m<sup>3</sup>. O sistema considera tanto os volumes obtidos nos desbastes quanto no corte final (ver Figura 64) para compor a receita. Os valores utilizados para cálculo de energia e celulose foi o mesmo para as duas espécies e correspondem respectivamente a R\$ 25,00/m<sup>3</sup> e R\$ 50,00/m<sup>3</sup>.





**Figura 64** - Tabela do Planin demonstrando a entrada de dados no plano de produção de araucária aos 40 anos.  
Fonte: Planin, 2010.

Os dados de volume de madeira obtido para cada categoria de produtos, utilizados para alimentar esse sistema, foram retirados dos cenários gerados pelo SisAraucaria e SisPinus (ver Figura 65).



**Figura 65** - Tabela do Planin demonstrando a entrada de dados na produção de araucária aos 40 anos.  
Fonte: Planin, 2010.

Os resultados obtidos com o Planin se encontram nos anexos deste estudo, totalizando oito cenários distintos, quatro para araucária e quatro para pinus.

A seguir apresentam-se os resultados obtidos para cada um dos cenários propostos, mostrando inicialmente os dados específicos de volume de produção; depois receita de produção e finalmente a fixação de carbono dos povoamentos. Na seção que trata da análise dos resultados os dados referentes ao volume e receita são cruzados e é feita a comparação entre as espécies.

## 4.2 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 4.2.1 Cenários I, II, III e IV: Volume de Produção

Como a finalidade principal a que se destina o objetivo deste estudo é a produção de madeira para construção civil, a apresentação dos resultados se concentrará neste aspecto.

Estabelecendo os cenários I, II, III e IV com as idades finais de corte respectivamente em 25, 30, 35 e 40 anos para os povoamentos tanto de araucária quanto de pinus, e determinando os mesmos planos de manejo, apresentam-se os seguintes resultados de acordo com a Tabela 7:

**Tabela 7** – Volume de produção para araucária e pinus.

<i>PRODUÇÃO (m<sup>3</sup>)</i>	<i>ARAUCÁRIA</i>	<i>PINUS</i>
<b>Desbaste I</b> <b>Aos 10 anos</b>	Serraria I _____ 0,00	Serraria I _____ 0,00
	Serraria II _____ 0,00	Serraria II _____ 2,90
	Celulose _____ 14,40	Celulose _____ 25,60
	Energia _____ 5,20	Energia _____ 4,50
<b>Desbaste II</b> <b>Aos 15 anos</b>	Serraria I _____ 0,00	Serraria I _____ 0,00
	Serraria II _____ 11,70	Serraria II _____ 58,90
	Celulose _____ 39,40	Celulose _____ 26,90
	Energia _____ 5,50	Energia _____ 5,30
<b>Desbaste III</b> <b>Aos 20 anos</b>	Serraria I _____ 5,30	Serraria I _____ 34,00
	Serraria II _____ 83,20	Serraria II _____ 94,60
	Celulose _____ 19,80	Celulose _____ 21,30
	Energia _____ 3,10	Energia _____ 3,70
<b>Corte final</b> <b>Aos 25 anos</b>	Serraria I _____ <b>40,00</b>	Serraria I _____ <b>161,50</b>
	Serraria II _____ <b>158,50</b>	Serraria II _____ <b>195,10</b>
	Celulose _____ 38,50	Celulose _____ 38,40
	Energia _____ 5,80	Energia _____ 6,50
<b>Corte final</b> <b>Aos 30 anos</b>	Serraria I _____ <b>70,70</b>	Serraria I _____ <b>273,80</b>
	Serraria II _____ <b>179,60</b>	Serraria II _____ <b>174,90</b>
	Celulose _____ 29,70	Celulose _____ 35,60
	Energia _____ 6,40	Energia _____ 6,80
<b>Corte final</b> <b>Aos 35 anos</b>	Serraria I _____ <b>98,70</b>	Serraria I _____ <b>365,80</b>
	Serraria II _____ <b>179,70</b>	Serraria II _____ <b>163,50</b>
	Celulose _____ 31,50	Celulose _____ 33,60
	Energia _____ 5,60	Energia _____ 6,10
<b>Corte final</b> <b>Aos 40 anos</b>	Serraria I _____ <b>139,40</b>	Serraria I _____ <b>432,50</b>
	Serraria II _____ <b>154,30</b>	Serraria II _____ <b>161,30</b>
	Celulose _____ 33,30	Celulose _____ 33,60
	Energia _____ 5,00	Energia _____ 6,50

Fonte: Elaborado pela autora.

Percebe-se em termos gerais, analisando a tabela acima, que a produção de pinus é superior à da araucária, ficando evidenciada essa diferença para o volume de madeira com a finalidade de aproveitamento na construção civil (Serraria I e II). Já o volume de produção a ser utilizado para as finalidades de obtenção de celulose e energia varia muito pouco entre as duas espécies. Nas Tabelas 8 e 9 pode-se observar mais diretamente o volume de produção estimado em cada um dos cenários para as duas espécies.

**Tabela 8** - Araucária - Produção nos anos de corte finais.

<i><b>Volume (m<sup>3</sup>)</b></i>	<i><b>25 anos</b></i>	<i><b>30 anos</b></i>	<i><b>35 anos</b></i>	<i><b>40 anos</b></i>
Serraria I	40 m <sup>3</sup>	70,7 m <sup>3</sup>	98,7 m <sup>3</sup>	139,4 m <sup>3</sup>
Serraria II	158,5 m <sup>3</sup>	179,6 m <sup>3</sup>	179,7 m <sup>3</sup>	154,3 m <sup>3</sup>
<b>Total</b>	<b>198,50 m<sup>3</sup></b>	<b>250,30 m<sup>3</sup></b>	<b>278,40 m<sup>3</sup></b>	<b>293,70 m<sup>3</sup></b>
Celulose	38,5 m <sup>3</sup>	29,7 m <sup>3</sup>	31,5 m <sup>3</sup>	33,3 m <sup>3</sup>
Energia	5,8 m <sup>3</sup>	6,4 m <sup>3</sup>	5,6 m <sup>3</sup>	5,0 m <sup>3</sup>
<b>Total</b>	<b>44,30 m<sup>3</sup></b>	<b>36,10 m<sup>3</sup></b>	<b>37,10 m<sup>3</sup></b>	<b>38,30 m<sup>3</sup></b>

Fonte: Elaborado pela autora.

**Tabela 9** - Pinus - Produção nos anos de corte finais.

<i><b>Volume (m<sup>3</sup>)</b></i>	<i><b>25 anos</b></i>	<i><b>30 anos</b></i>	<i><b>35 anos</b></i>	<i><b>40 anos</b></i>
Serraria I	161,5 m <sup>3</sup>	273,8 m <sup>3</sup>	365,8 m <sup>3</sup>	432,5 m <sup>3</sup>
Serraria II	195,1 m <sup>3</sup>	174,9 m <sup>3</sup>	163,5 m <sup>3</sup>	161,3 m <sup>3</sup>
<b>Total</b>	<b>356,60 m<sup>3</sup></b>	<b>448,70 m<sup>3</sup></b>	<b>529,3 m<sup>3</sup></b>	<b>593,8 m<sup>3</sup></b>
Celulose	38,4 m <sup>3</sup>	35,6 m <sup>3</sup>	33,6 m <sup>3</sup>	33,6 m <sup>3</sup>
Energia	6,5 m <sup>3</sup>	6,8 m <sup>3</sup>	6,1 m <sup>3</sup>	6,5 m <sup>3</sup>
<b>Total</b>	<b>44,90 m<sup>3</sup></b>	<b>42,40 m<sup>3</sup></b>	<b>39,70 m<sup>3</sup></b>	<b>40,10 m<sup>3</sup></b>

Fonte: Elaborado pela autora.

Observando-se as tabelas acima nota-se que a principal diferença em volume de produção se dá para as toras ocupadas na Serraria I, que seriam aquelas de maior diâmetro, ou seja, as de 25 cm.

Considerando a produção inicial dos desbastes I e II, aos 10 e 15 anos respectivamente, observa-se que o volume de produção com os fins para serraria, ainda são baixos nas duas espécies. No terceiro desbaste, efetuado aos 20 anos, há um aumento considerável no volume de produção das duas espécies para o aproveitamento na Serraria II, ou seja, aquela em que foi determinado o uso de toras com diâmetro mínimo de 15 cm e comprimento igual a 2,40 m. Observa-se que o volume total deste item para a araucária é de

83,20 m<sup>3</sup>/ha e para o pinus a produção é de 94,60 m<sup>3</sup>/ha. Para aproveitamento na Serraria I, que determina a utilização de toras com diâmetro mínimo de 25 cm e comprimento 2,40 m, o volume de produção de ambas as espécies ainda é pequeno, correspondendo a 5,30 m<sup>3</sup> para araucária e 34,00 m<sup>3</sup> para pinus. A seguir apresenta-se uma tabela com os volumes totais de araucária obtidos durante os desbastes (Tabela 10):

**Tabela 10** - Produção de Araucária nos desbastes de 10, 15 e 20 anos.

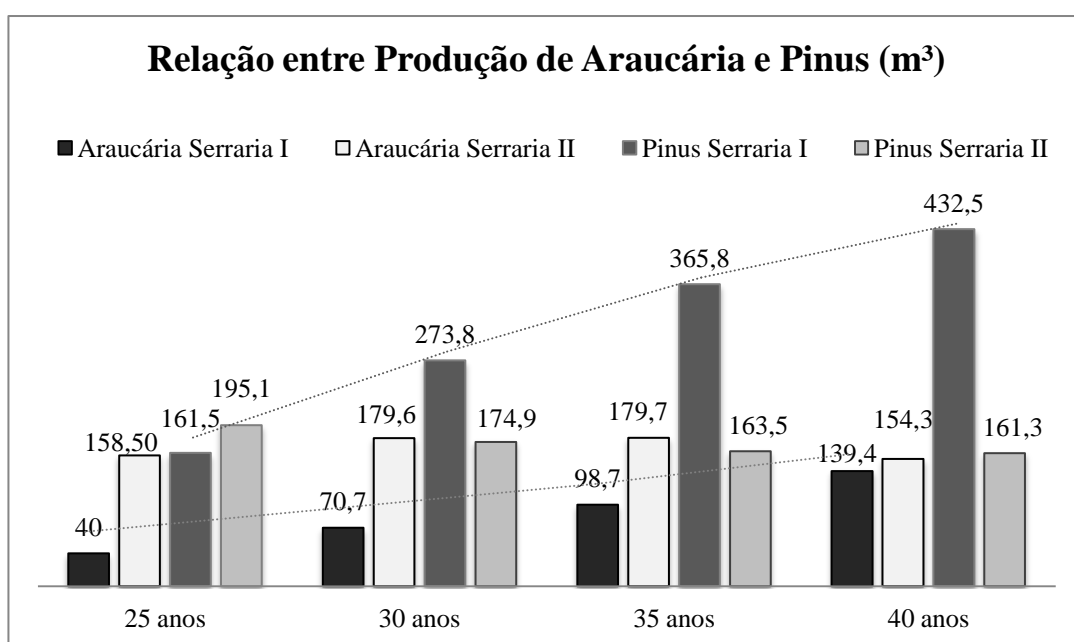
<i>Volume (m<sup>3</sup>)</i>	<i>10 anos</i>	<i>15 anos</i>	<i>20 anos</i>
Serraria I	0,0 m <sup>3</sup>	0,0 m <sup>3</sup>	5,3 m <sup>3</sup>
Serraria II	0,0 m <sup>3</sup>	11,7 m <sup>3</sup>	83,2 m <sup>3</sup>
<b>Total</b>	<b>0,0 m<sup>3</sup></b>	<b>11,7 m<sup>3</sup></b>	<b>88,5 m<sup>3</sup></b>
Celulose	14,4 m <sup>3</sup>	39,4 m <sup>3</sup>	19,8 m <sup>3</sup>
Energia	5,2 m <sup>3</sup>	5,5 m <sup>3</sup>	3,1 m <sup>3</sup>
<b>Total</b>	<b>19,6 m<sup>3</sup></b>	<b>44,9 m<sup>3</sup></b>	<b>22,9 m<sup>3</sup></b>

Fonte: Elaborado pela autora.

Já nas idades de corte final a produção de madeira se acentua. Aos 25 anos o volume de pinus a ser utilizado na Serraria I é 4 vezes maior que o volume de araucária, 161,50 m<sup>3</sup> e 40,00 m<sup>3</sup> respectivamente, porém, a diferença para Serraria II é menor, sendo a produção do pinus aproximadamente 23% superior à de araucária (195,10 m<sup>3</sup> e 158,50 m<sup>3</sup> respectivamente). Com a projeção de corte aos 30 anos, a produção para Serraria I ainda é bem maior para pinus do que para araucária, sendo estes valores respectivamente 273,80 m<sup>3</sup> e 70,70 m<sup>3</sup>. Entretanto a produção de araucária (179,60 m<sup>3</sup>) para Serraria II supera a de pinus (174,90 m<sup>3</sup>) em cerca de 2,7%. Efetuando-se o corte final aos 35 anos ainda se mantém uma alta diferença na produção de pinus (365,80 m<sup>3</sup>) e araucária (98,70 m<sup>3</sup>) para Serraria I, sendo esta de 270,6%. Porém, na Serraria II, a araucária (179,70 m<sup>3</sup>) ainda supera a produção de pinus (163,50 m<sup>3</sup>), aumentando essa diferença de 2,7% para quase 10%. Já no último cenário estabelecido, com idade de corte final aos 40 anos, observa-se uma diminuição no volume de toras com diâmetro mínimo de 15 cm (Serraria II) e consequente aumento no volume de toras com diâmetro mínimo de 25 cm (Serraria I) em relação aos outros cenários propostos. Isso se deve ao fator de que o diâmetro aumenta na proporção em que o povoamento fica mais velho. Neste cenário prevalece o volume de produção do pinus sobre o volume de produção da araucária, tanto na Serraria I quanto na Serraria II. O volume de madeira de pinus (432,50 m<sup>3</sup>) a ser utilizado na Serraria I é pouco mais de 3 vezes o volume de araucária (139,40 m<sup>3</sup>), mas a

diferença na Serraria II é de apenas 4,5 % do pinus (161,30 m<sup>3</sup>) em relação à araucária (154,30 m<sup>3</sup>).

Considerando-se o volume de produção da mesma espécie ao longo dos anos observa-se que o pinus apresenta uma produção crescente para Serraria I (diâmetro mínimo = 25 cm) e decrescente para Serraria II (diâmetro mínimo = 15 cm), enquanto a Araucária apresenta uma produção crescente para ambas as Serrarias, excetuando-se a produção de madeira do Cenário IV para Serraria II. Nota-se também que a diferença no volume de produção entre as duas espécies varia bastante para Serraria I, mas mantém-se equilibrado para Serraria II (ver Gráfico 7). Somando-se as duas produções, Serraria I e Serraria II, percebe-se que o pinus se sobressai em relação à araucária (ver Tabela 11).



**Gráfico 7** – Relação entre as produções de araucária e pinus  
Fonte: Elaborado pela autora.

**Tabela 11** - Diferença no Volume Total de Produção de pinus e araucária para uso em Serraria.

<i>Volume (m<sup>3</sup>)</i>	<i>25 anos</i>	<i>30 anos</i>	<i>35 anos</i>	<i>40 anos</i>
Araucária	198,5 m <sup>3</sup>	250,3 m <sup>3</sup>	278,4 m <sup>3</sup>	293,7 m <sup>3</sup>
Pinus	356,6 m <sup>3</sup>	448,7 m <sup>3</sup>	529,3 m <sup>3</sup>	593,8 m <sup>3</sup>

Fonte: Elaborado pela autora.

Até agora foram apresentados apenas os dados obtidos nos softwares SisAraucaria e SisPinus. Analisando estes dados considera-se que, em todos os cenários, a produção no volume total da madeira de pinus é superior ao volume total de madeira de Araucária.

Como a principal variação de volume ocorre justamente para as toras de maior diâmetro (Serraria I) e de maior valor comercial; e os volumes de produção para as de menor diâmetro se mantêm (Serraria II), e este valor foi considerado igual por não haver referência de valores de toras de araucária com pequeno diâmetro no mercado local, conseqüentemente haverá também uma vantagem econômica do pinus sobre a araucária. Porém, esta diferença, que será ilustrada a seguir, pode ser diminuída ou até mesmo extinta se entrarem na composição das receitas o valor e estimativa dos produtos não madeireiros da araucária, como o pinhão por exemplo. Estes valores não foram avaliados com precisão nesta pesquisa, por não se tratarem do objetivo específico deste estudo, mas foi estabelecido um cálculo aproximado que será demonstrado posteriormente. A partir do 20º ano do plantio o pinhão pode entrar como uma renda suplementar a ser acrescentada na receita final de produção.

O cultivo da araucária com a finalidade única de produzir pinhão deve ser diferenciado quanto ao espaçamento e o manejo adotados, porém, em cultivos que estabelecem a produção madeireira em solo adequado não se sabe exatamente com que intensidade e regularidade ocorrem as safras de pinhão (AQUINO, 2005).

Com base em um trabalho apresentado por Aquino (2005), tomaram-se em conta algumas referências para tentar estimar o volume de produção anual de pinhão a partir da primeira safra para os cenários aqui propostos. Segundo o autor a primeira colheita do pinhão, em plantios florestais, ocorre no 20º ano de idade, apresentando uma produtividade média inicial de 1 kg de pinhões selecionados por árvore fêmea, ocorrendo o incremento da produção até o 40º ano. Aquino (2005) adverte que existem oscilações cíclicas de produção, típicas da espécie. Todos os valores de produtividade média por árvore, a cada ano, foram referenciados na pesquisa apresentada pelo autor. Como o plantio produz pinhões somente após o 20º ano de idade, há que se considerar o número de árvores remanescentes após os desbastes previstos nos cenários aqui propostos, esse número total de árvores é de 500 indivíduos. A porcentagem de árvores fêmeas remanescentes no plantio após os desbastes foi considerada como sendo 60%, ou seja, 300 indivíduos (AQUINO, 2005). Com base nestes dados a Tabela 12 a seguir apresenta o volume estimado de produção de pinhões do plantio florestal ano a ano:

**Tabela 12** – Estimativa do Volume de Produção de pinhão ano a ano.

<i>Ano</i>	<i>Árvores remanescentes</i>	<i>Árvores fêmeas</i>	<i>Produtividade kg/árvore</i>	<i>Produção kg/ano</i>
20	500	300	1,0	300
21	500	300	1,5	450
22	500	300	1,5	450
23	500	300	1,0	300
24	500	300	2,0	600
25	500	300	2,5	750
26	500	300	2,5	750
27	500	300	2,0	600
28	500	300	3,0	900
29	500	300	3,5	1050
30	500	300	3,5	1050
31	500	300	3,0	900
32	500	300	4,0	1200
33	500	300	4,5	1350
34	500	300	4,5	1350
35	500	300	4,0	1200
36	500	300	5,0	1500
37	500	300	5,5	1650
38	500	300	5,5	1650
39	500	300	5,0	1500
40	500	300	6,0	1800

Fonte: Elaborado pela autora com base em Aquino (2005).

Estabelecendo a soma da produção de pinhão a cada ano para determinar a estimativa final do volume de produção para os cenários com diferentes idades de corte final dos plantios, tem-se a conseqüente estimativa ilustrada na Tabela 13:

**Tabela 13** - Volume de Produção de pinhão para cada idade final de corte do plantio.

<i>Idade de corte final</i>	<i>Produção total kg</i>
25	2.850
30	7.200
35	13.200
40	21.300

Fonte: Elaborado pela autora.

A seguir estão relacionados os resultados obtidos no *software* Planin.



#### 4.2.2 Cenários I, II, III e IV: Receita de Produção

Com base nos volumes de produção mostrados acima se realizou uma análise financeira comparativa entre as duas espécies, focando apenas os produtos madeireiros. A análise financeira ajuda a perceber se a implantação do plantio é viável ou não, relacionando fluxos de custos e rentabilidade.

Na análise financeira alguns indicadores auxiliam no processo de tomada de decisão por parte do investidor. Para o estudo presente, tais decisões envolvem custos e benefícios em longo prazo, devido ao ciclo da madeira. Portanto torna-se necessária a análise do valor financeiro no tempo, permitindo a comparação de fluxos de caixa em diferentes momentos. Alguns dos indicadores, aqui utilizados, consideram a valorização do dinheiro no tempo. De acordo com Dossa (et al., 2000) estes indicadores são assim definidos:

Valor Presente Líquido (VPL) – estima o valor atual de um fluxo de caixa utilizando uma taxa mínima de atratividade do capital. Quanto maior o VPL mais rentável é o projeto. A taxa mínima de atratividade corresponde à remuneração média que está sendo paga na economia para cada unidade monetária nela aplicada, acrescentando-se um ganho adicional que acompanha a capacidade e o risco empresarial (DOSSA et al., 2000). A taxa utilizada para este estudo foi de 6%.

Valor Presente Líquido Anualizado (VPLA) – critério que transforma o VPL em uma série anual uniforme. O resultado indica que, no final de cada período de investimento, a somatória dos valores descontados representa o VPL do fluxo financeiro da atividade.

Taxa Interna de Retorno (TIR) – representa a taxa de juros que anula o empreendimento, no qual o VPL dos benefícios é igual ao dos custos. Corresponde à taxa de lucratividade esperada no projeto de investimento. Quanto maior a TIR mais desejável é o investimento.

Relação Benefício-Custo ( $R \frac{B}{C}$ ) – fornece a relação proporcional entre benefícios e custos do empreendimento, ou seja, indica quantas unidades de capital recebidas como benefício (B) são obtidas para cada unidade investida (C). Caso  $R \frac{B}{C}$  seja maior do que 1, serão maiores os benefícios do que os custos, sendo  $R \frac{B}{C}$  igual a 1 haverá igualdade entre benefícios e custos, e quando for menor do que 1 os custos superarão os benefícios.

A Tabela 14 a seguir ilustra mais facilmente a relação entre os indicadores acima mencionados e a viabilidade do empreendimento.

**Tabela 14** – Correspondência entre os métodos e indicações de decisão para as atividades.

<b>VPL</b>	<b>VPLA</b>	<b>TIR</b>	<b><math>R \frac{B}{C}</math></b>	<b>Decisão</b>
= 0	= 0	= 0	= 1	Indiferença
> 0	> 0	> 0	> 1	Atividade viável
< 0	< 0	< 0	< 1	Atividade inviável

Fonte: Dossa et al., 2000, p.15.

Entretanto existem também indicadores que não consideram a variação do valor da moeda no tempo. Tais indicadores são: Receita Total (RT), Receita Total Líquida (RTL), Receita Total Média (RTM), Custo Total (CT) e Receita Líquida Média (RLM).

Para estimar estes indicadores nos quatro cenários aqui propostos, utilizou-se como ferramenta o *software* Planin, a uma taxa de atratividade considerada 6%. Os resultados obtidos estão demonstrados na Tabela 15 a seguir:

**Tabela 15** – Análise econômica da araucária e do pinus para os diferentes cenários.

<i>ANÁLISE ECONÔMICA (R\$/ha)</i>	<i>ARAUCÁRIA</i>	<i>PINUS</i>
<b>Cenário I - corte final aos 25 anos</b>	RT _____ 27.237,50	RT _____ 36.590,00
	RTL _____ 24.737,50	RTL _____ 34.090,00
	RTM _____ 1.047,60	RTM _____ 1.407,31
	CT _____ 2.500,00	CT _____ 2.500,00
	RLM _____ 951,44	RLM _____ 1.311,15
	VPL _____ 5.247,95	VPL _____ 8.080,03
	VPLA _____ 403,59	VPLA _____ 621,39
	RB/C _____ 3,25	RB/C _____ 4,47
	TIR _____ 12,56	TIR _____ 14,75
<b>Cenário II - corte final aos 30 anos</b>	RT _____ 34.362,50	RT _____ 43.971,00
	RTL _____ 31.862,50	RTL _____ 41.471,00
	RTM _____ 1.108,47	RTM _____ 1.418,42
	CT _____ 2.500,00	CT _____ 2.500,00
	RLM _____ 1.027,82	RLM _____ 1.337,77
	VPL _____ 5.440,12	VPL _____ 8.012,21
	VPLA _____ 390,56	VPLA _____ 575,21
	RB/C _____ 3,34	RB/C _____ 4,44
	TIR _____ 12,01	TIR _____ 14,00
<b>Cenário III - corte final aos 35 anos</b>	RT _____ 40.457,00	RT _____ 50.240,50
	RTL _____ 37.957,00	RTL _____ 47.740,50
	RTM _____ 1.123,81	RTM _____ 1.395,57
	CT _____ 2.500,00	CT _____ 2.500,00
	RLM _____ 1.054,36	RLM _____ 1.326,13
	VPL _____ 5.136,12	VPL _____ 7.492,11
	VPLA _____ 351,28	VPLA _____ 512,42
	RB/C _____ 3,21	RB/C _____ 4,22
	TIR _____ 11,39	TIR _____ 13,33
<b>Cenário IV - corte final aos 40 anos</b>	RT _____ 48.139,50	RT _____ 55.154,00
	RTL _____ 45.639,50	RTL _____ 52.654,00
	RTM _____ 1.174,13	RTM _____ 1.345,22
	CT _____ 2.500,00	CT _____ 2.500,00
	RLM _____ 1.113,16	RLM _____ 1.284,24
	VPL _____ 4.862,93	VPL _____ 6.765,47
	VPLA _____ 321,24	VPLA _____ 446,92
	RB/C _____ 3,09	RB/C _____ 3,90
	TIR _____ 10,92	TIR _____ 12,80

Fonte: Elaborado pela autora.

Na tabela acima se percebe que o custo total de produção se mantém, tomando-se em conta que a área é a mesma para a implantação dos povoamentos (1 ha), mantendo-se também

a densidade deste e o plano de manejo. Nota-se também que enquanto há um crescimento na Receita Total Líquida de ambas as produções, no entanto há uma queda na Receita Líquida Média do pinus, enquanto a RLM da araucária segue em crescimento.

Segundo Oliveira et al. (1998) os índices utilizados pelas maiores empresas brasileiras quanto às técnicas analíticas para avaliação e seleção de investimento de capital são, principalmente, a Taxa Interna de Retorno (TIR), o Valor Presente Líquido (VPL) e o Valor Presente Líquido Anualizado (VPLA). O método do VPL tem como finalidade determinar um valor no instante considerado inicial, a partir de um fluxo de caixa formado por uma série de receitas e despesas. O VPLA representa a expectativa de ganho do projeto distribuído em valores equivalentes anuais, ele permite a comparação mesmo para projetos com horizontes de planejamento distintos. (OLIVEIRA et al., 1998).

Também se costuma levar em consideração a análise de sensibilidade do VPL e do VPLA a diferentes taxas de juros. Oliveira et al. (1998) confirmam que a análise financeira serve para estudar os efeitos que as possíveis variações de um fluxo de caixa provocam nos valores finais das avaliações representativas deste fluxo. Esta análise permite encontrar diferentes resultados para uma gama de valores possíveis, permitindo verificar o que aconteceria à rentabilidade do empreendimento caso houvesse mudanças nas variáveis que influem nas decisões a serem tomadas. Aqui, optou-se pela variação na taxa de juros do empreendimento para estabelecer a análise de sensibilidade. Foram consideradas três taxas de juros distintas, sendo elas 2% para um cenário otimista; 6% para um cenário conservador e 10% para um cenário pessimista (ver Tabela 16).

**Tabela 16** – Análise de sensibilidade para pinus e araucária nos diferentes cenários.

<i>ANÁLISE DE SENSIBILIDADE (R\$)</i>	<i>ARAUCÁRIA</i>	<i>PINUS</i>
<b>Cenário I - corte final aos 25 anos</b>	VPL 2% _____ 15.073,13	VPL 2% _____ 21.242,81
	VPL 6% _____ 5.247,95	VPL 6% _____ 8.080,03
	VPL 10% _____ 1.245,88	VPL 10% _____ 2.639,65
	VPLA 2% _____ 1.159,19	VPLA 2% _____ 1.633,66
	VPLA 6% _____ 403,59	VPLA 6% _____ 621,39
	VPLA 10% _____ 95,81	VPLA 10% _____ 203,00
<b>Cenário II - corte final aos 30 anos</b>	VPL 2% _____ 17.983,70	VPL 2% _____ 23.997,53
	VPL 6% _____ 5.440,12	VPL 6% _____ 8.012,21
	VPL 10% _____ 1.031,34	VPL 10% _____ 2.258,83
	VPLA 2% _____ 1.291,09	VPLA 2% _____ 1.722,84
	VPLA 6% _____ 390,56	VPLA 6% _____ 575,21
	VPLA 10% _____ 74,04	VPLA 10% _____ 162,17
<b>Cenário III - corte final aos 35 anos</b>	VPL 2% _____ 19.733,81	VPL 2% _____ 25.552,65
	VPL 6% _____ 5.136,12	VPL 6% _____ 7.492,11
	VPL 10% _____ 706,67	VPL 10% _____ 1.822,47
	VPLA 2% _____ 1.349,69	VPLA 2% _____ 1.747,67
	VPLA 6% _____ 351,28	VPLA 6% _____ 512,42
	VPLA 10% _____ 48,33	VPLA 10% _____ 124,65
<b>Cenário IV - corte final aos 40 anos</b>	VPL 2% _____ 21.750,85	VPL 2% _____ 26.051,53
	VPL 6% _____ 4.862,93	VPL 6% _____ 6.765,47
	VPL 10% _____ 457,96	VPL 10% _____ 1.436,99
	VPLA 2% _____ 1.436,84	VPLA 2% _____ 1.720,93
	VPLA 6% _____ 321,24	VPLA 6% _____ 446,92
	VPLA 10% _____ 30,25	VPLA 10% _____ 94,93

Fonte: Elaborado pela autora.

Considerando, para comparação entre as espécies, o valor encontrado para VPLA, em cada cenário isoladamente, nota-se que no primeiro corte aos 25 anos, a araucária apresenta uma desvantagem de aproximadamente 35% em relação ao pinus. Para os outros cenários essa diferença diminui gradativamente, correspondendo aos 30 anos a uma desvantagem de 32%; aos 35 anos de 31,4% e aos 40 anos de 28,1%. Esta desvantagem econômica da araucária em relação ao pinus diminui enquanto a idade do corte final avança. No entanto, a comparação entre os cenários com idades de corte diferentes, indica que o VPLA mais vantajoso ocorre para os plantios com menor idade. Percebe-se a vantagem dos

plantios que estabelecem o corte final aos 25 anos, em relação aos plantios com idade mais avançada. Isto significa que o maior ganho está presente no Cenário I para o plantio de pinus.

Porém, outra característica que pode ser observada é que quanto maior a idade de corte final estabelecida para o pinus, maior é a diferença no VPLA em relação ao cenário anterior, chegando ao total de R\$ 174,47 do Cenário I para o Cenário IV. Já a variação de VPLA para os distintos cenários no plantio da araucária não é tão grande, chegando ao total de R\$ 82,35 entre o primeiro e o último cenário. Tal observação pode ser um indicativo de que para aumentar a rentabilidade o produtor tenha que estabelecer rotações mais curtas em sua propriedade, principalmente no caso do pinus. Como o melhor VPLA obtido é no plantio de 25 anos, após o corte raso, espera-se que se estabeleça uma nova plantação e isso sucessivamente a cada ciclo de corte. Essa alta rotatividade do pinus pode provocar o esgotamento do solo. Enquanto que no plantio da araucária a diferença do VPLA para cada cenário pode ser amenizada com a soma da renda oferecida pelo pinhão. Como a árvore aumenta sua capacidade de produção de pinhão a cada ano, quanto mais velho for plantio maior o ganho econômico com a semente.

Com base no volume de produção de pinhão para os cenários aqui estabelecidos, fez-se uma estimativa do valor da receita obtida pelo produtor ano a ano com a venda da semente das árvores fêmeas remanescentes em um hectare, no sistema de manejo aqui proposto. Tal estimativa levou em consideração que a catação do pinhão na propriedade rural seria uma atividade complementar da agricultura familiar, portanto não foram estabelecidos custos de mão de obra, sendo que esta seria desenvolvida pela própria família do produtor rural nos tempos disponíveis entre as atividades rotineiras da propriedade. Como existe uma variação muito grande nos valores do pinhão encontrados no mercado e por não haver dados de referência de valores praticados em documentos da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Paraná - SEAB, ou das Centrais de Abastecimento do Paraná - CEASA que comprovem valores atualizados da safra do pinhão, o cálculo foi feito com valores variáveis de R\$ 2,00, R\$ 3,00 e R\$ 4,00, estabelecendo três hipóteses possíveis de renda ao produtor (ver Tabela 17). Estes valores foram observados na comercialização da safra de 2010 em Curitiba e Região Metropolitana. O cálculo foi efetuado sem projeções de preços futuros, ou taxas de juros, pela dificuldade em se estabelecer valores do pinhão para daqui a 20 anos ou mais.

**Tabela 17** – Estimativa da Receita de Produção de pinhão ano a ano com valores variáveis por kg.

<i>Ano</i>	<i>Árvores fêmeas remanescentes</i>	<i>Produtividade kg/árvore</i>	<i>Produção kg/ano</i>	<i>R\$ 2,00/kg</i>	<i>R\$ 3,00/kg</i>	<i>R\$ 4,00/kg</i>
20	300	1,0	300	600,00	900,00	1.200,00
21	300	1,5	450	900,00	1.350,00	1.800,00
22	300	1,5	450	900,00	1.350,00	1.800,00
23	300	1,0	300	600,00	900,00	1.200,00
24	300	2,0	600	1.200,00	1.800,00	2.400,00
25	300	2,5	750	1.500,00	2.250,00	3.000,00
26	300	2,5	750	1.500,00	2.250,00	3.000,00
27	300	2,0	600	1.200,00	1.800,00	2.400,00
28	300	3,0	900	1.800,00	2.700,00	3.600,00
29	300	3,5	1050	2.100,00	3.150,00	4.200,00
30	300	3,5	1050	2.100,00	3.150,00	4.200,00
31	300	3,0	900	1.800,00	2.700,00	3.600,00
32	300	4,0	1200	2.400,00	3.600,00	4.800,00
33	300	4,5	1350	2.700,00	4.050,00	5.400,00
34	300	4,5	1350	2.700,00	4.050,00	5.400,00
35	300	4,0	1200	2.400,00	3.600,00	4.800,00
36	300	5,0	1500	3.000,00	4.500,00	6.000,00
37	300	5,5	1650	3.300,00	4.950,00	6.600,00
38	300	5,5	1650	3.300,00	4.950,00	6.600,00
39	300	5,0	1500	3.000,00	4.500,00	6.000,00
40	300	6,0	1800	3.600,00	5.400,00	7.200,00

Fonte: Elaborado pela autora.

Caso o valor anual seja somado e contabilizado ao final de cada período estabelecido em cada um dos cenários, são obtidos os seguintes valores de receita para o pinhão:

**Tabela 18** – Estimativa da Receita Total do pinhão ao final de cada cenário estabelecido.

<i>Idade de corte final</i>	<i>Produção total kg</i>	<i>R\$ 2,00/kg</i>	<i>R\$ 3,00/kg</i>	<i>R\$ 4,00/kg</i>
25	2.850	5.700,00	8.550,00	11.400,00
30	7.200	14.400,00	21.600,00	28.800,00
35	13.200	26.400,00	39.600,00	52.800,00
40	21.300	42.600,00	63.900,00	85.200,00

Fonte: Elaborado pela autora.

Fazendo uma comparação aproximada entre pinus e araucária que efetue a somatória da RTL obtida para os produtos madeireiros e da receita do pinhão, observando-se a variação dos preços estabelecidos para este, percebe-se a possível vantagem da araucária (ver Tabela 19). Para ilustrar as diferentes receitas de acordo com o valor estimado do pinhão

estabeleceram as seguintes siglas: P2 que considera a receita total do pinhão a R\$ 2,00/kg, P3 a R\$ 3,00/kg, e P4 para receita total do pinhão a R\$ 4,00/kg.

**Tabela 19** – Comparação entre pinus e araucária considerando a receita total líquida dos produtos madeireiros e a receita total do pinhão.

<i>Idade de corte final</i>	<i>RTL de produtos madeireiros*</i>	<i>Receita total aproximada somando-se o pinhão</i>
<b>25</b>	A = 24.737,50	P2 – R\$ 30.437,50
	P = 34.090,00	P3 – R\$ 33.287,50
		P4 – R\$ 36.137,50
<b>30</b>	A = 31.862,50	P2 – R\$ 46.262,50
	P = 41.471,00	P3 – R\$ 53.462,50
		P4 – R\$ 60.662,50
<b>35</b>	A = 37.957,00	P2 – R\$ 64.357,00
	P = 47.740,50	P3 – R\$ 77.557,00
		P4 – R\$ 90.757,00
<b>40</b>	A = 45.639,50	P2 – R\$ 88.239,50
	P = 52.654,00	P3 – R\$ 109.539,50
		P4 – R\$ 130.839,50

\* Os valores de (A) se referem à araucária e os valores de (P) correspondem ao pinus.  
Fonte: Elaborado pela autora.

Nota-se que no Cenário I a receita da araucária apenas se sobressai caso a safra do pinhão seja vendida a R\$ 4,00/kg. Nos demais cenários a receita da araucária é sempre superior à do pinus, mesmo que se considere o menor valor para a safra do pinhão.

Se o valor do pinhão complementar o valor obtido com a madeira é possível estabelecer uma rotação mais prolongada, o que pode auxiliar no desenvolvimento do sub-bosque e de outras espécies. Neste caso, mesmo que o plantio esteja com uma idade avançada, é possível fazer o consórcio com espécies de ciclo mais curto de crescimento. Estas espécies podem até mesmo ser florestais, desde que se observe a necessidade de sombreamento do



novo plantio, pois haverá árvores adultas de araucária no local. A erva-mate é uma variedade indicada neste caso, apresentando algumas vantagens como a necessidade de sombra para seu cultivo e a menor incidência de pragas em relação aos cultivos não sombreados. Essa possibilidade pode também promover ao produtor a venda da madeira de araucária no mercado quando esta apresenta um valor mais favorável, pois ele diversifica suas alternativas de renda. Portanto, a aparente desvantagem comercial da araucária nos valores de VPLA pode ser reduzida, principalmente com a ajuda da venda do pinhão.

Apesar da verificação da desvantagem econômica inicial, em produtos madeireiros apenas, de acordo com os cenários estabelecidos comparando a araucária ao pinus, percebe-se que os valores de TIR e de  $R \frac{B}{C}$  são sempre positivos, confirmando a rentabilidade no plantio da araucária. Neste caso, é importante ressaltar que a araucária apresenta vantagens em relação à obtenção de renda a partir da venda de subprodutos; não requer tantos produtos químicos para seu tratamento quanto o pinus, por ser uma madeira mais densa; e ainda no caso de se considerar cenários com gastos em transporte será mais econômica em função do menor volume; além de ser permitido seu plantio em áreas de Reserva Legal, e do pinus restrito. Porém, estes valores não estão contabilizados nestes resultados, sendo apresentados essencialmente os valores da madeira obtida.

Há ainda outras vantagens, não necessariamente econômicas, que se referem à manutenção e preservação da fauna oportunizando alimento para os animais que dependem do pinhão, o resgate da paisagem das matas de araucária, o valor cultural deste patrimônio no que se refere à identidade regional, entre outros.

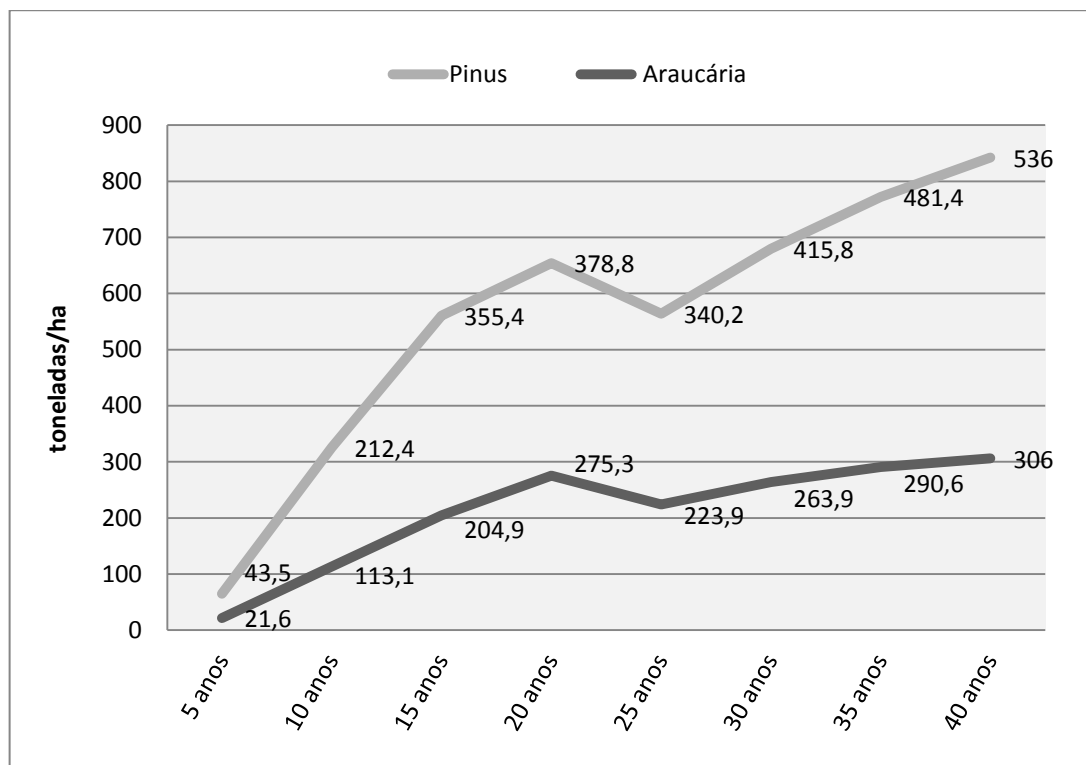
#### **4.2.3 Cenários I, II, III e IV: Fixação de Carbono**

Além do volume de madeira e da análise econômica estabelecidos com o uso dos *softwares* e apresentados anteriormente, é possível prever também a quantidade de carbono que foi fixada durante o período de crescimento das populações.

Segundo Balbinot et al. (2003) o conceito de fixação de carbono se relaciona com a idéia de armazenar reservas de carbono em solos, florestas e outros tipos de vegetação. Para os autores, em teoria, o efeito da captura por processos de reflorestamento e florestamento pode ser quantificado estimando-se o armazenamento de carbono atmosférico na biomassa e no solo da floresta.

A equação que calcula a estimativa de CO<sub>2</sub> estocado está inserida nos *softwares* SisPinus e SisAraucaria. As referências para tais equações se encontram nestes programas e são diferentes para as duas espécies, pois levam em consideração o volume de galhos, raízes, taxa de crescimento, entre outros aspectos (CORTE e SANQUETTA, 2007 para a araucária e WATZLAWICK et al., 2003 para o pinus).

O Gráfico 8, demonstrado a seguir, apresenta as quantidades fixadas de CO<sub>2</sub> estimadas para os povoamentos de pinus e de araucária.

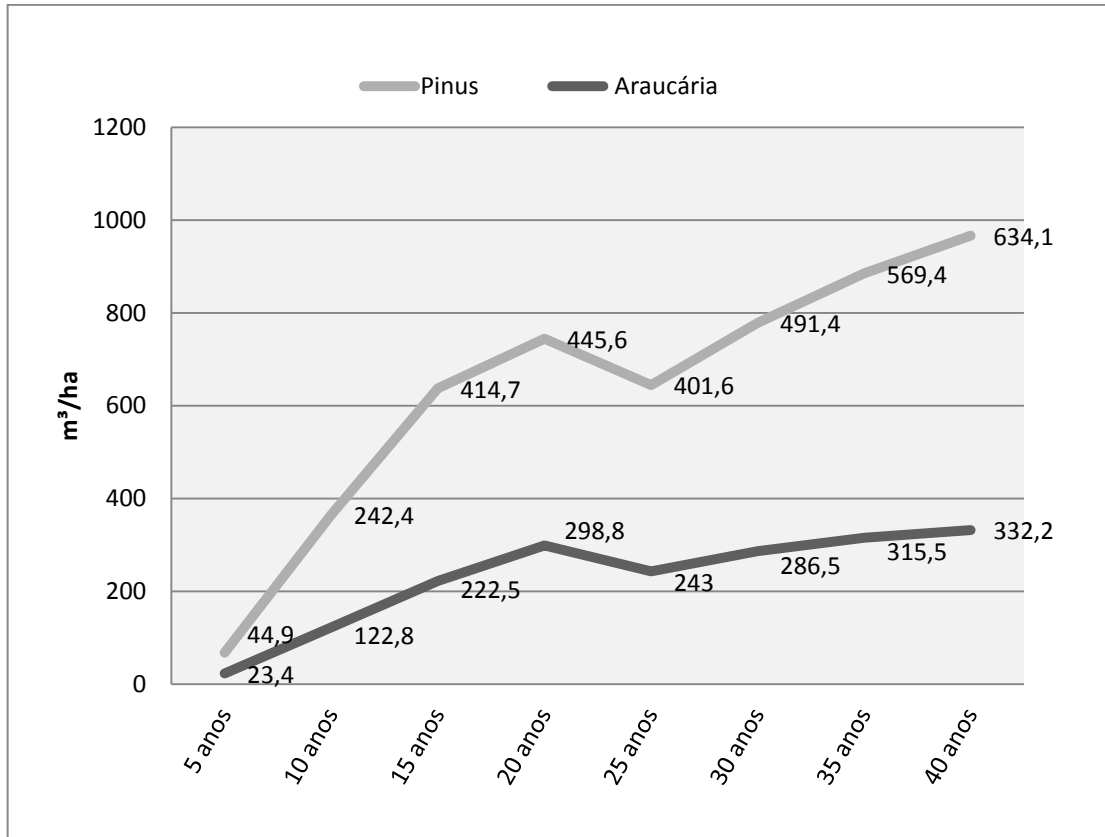


**Gráfico 8** – Volume de CO<sub>2</sub> fixado nos povoamentos de Pinus e de Araucária apresentado em toneladas por hectare.

Fonte: Elaborado pela autora com base nos resultados do SisPinus e SisAraucaria.

Apesar da diminuição da densidade dos povoamentos pela retirada de árvores nos desbastes programados, nota-se que nos anos iniciais de crescimento das duas espécies a curva é mais acentuada, isso representa uma maior absorção de carbono no período. Já em uma idade mais avançada dos povoamentos essa curva, apesar de ainda apresentar aumento, não está mais tão acentuada quanto nos anos iniciais. Isso pode significar ao produtor uma chance de obtenção de renda nos primeiros anos, compensando a falta de renda pela obtenção de produtos madeireiros, através de projetos MDL e do Mercado de Carbono; devendo-se posteriormente estabelecer numericamente esse potencial, o que pode ser aprofundado em trabalhos futuros.

O fato de a taxa de fixação de carbono ser mais alta para o povoamento de pinus pode ser explicado pelo crescimento mais acentuado dessa espécie em relação à araucária, como pode ser observado nos resultados apresentados para os volumes de produção no Gráfico 9. Outro fator que eleva essa taxa é que no pinus há maior ocorrência e maior volume de galhos e raízes do que na araucária.



**Gráfico 9** – Volume das árvores nos povoamentos de Pinus e de Araucária, apresentado em m³ por hectare.

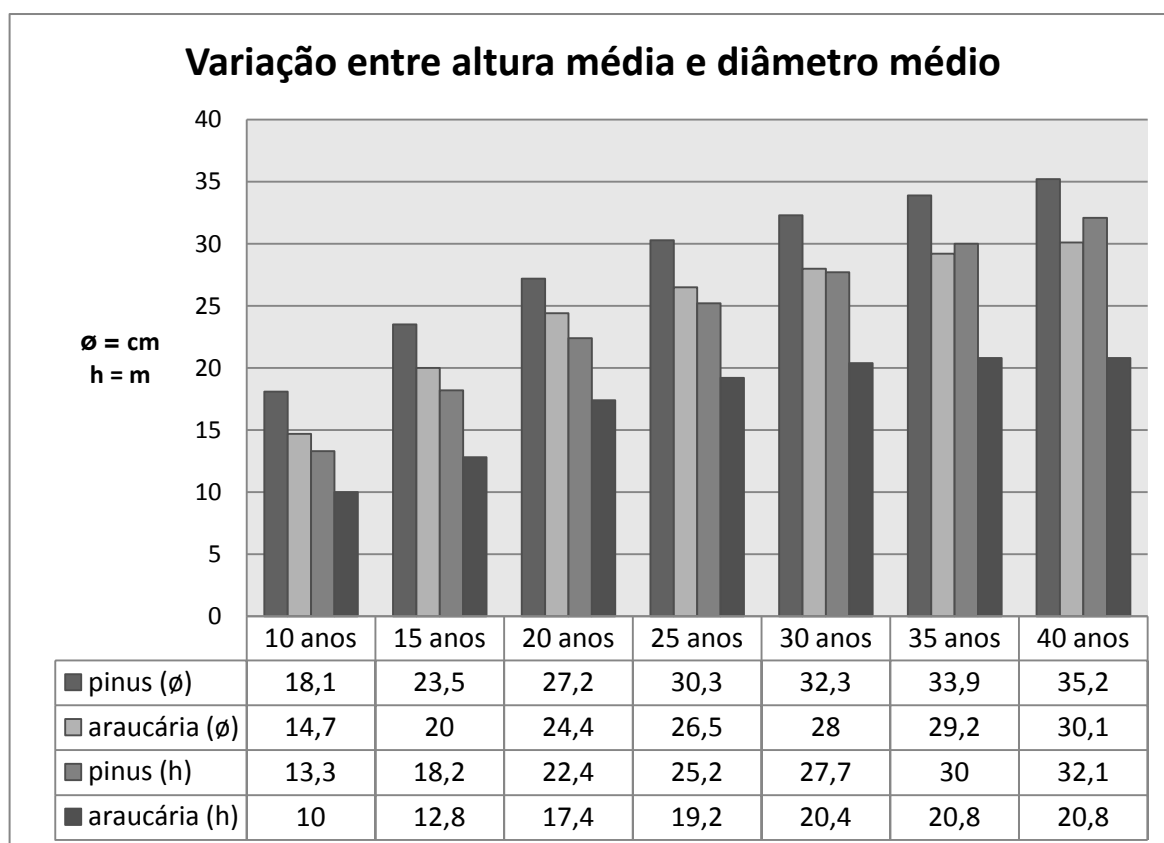
Fonte: Elaborado pela autora com base nos resultados do SisPinus e SisAraucaria.

Entretanto, mesmo que a quantidade de CO<sub>2</sub> fixada pelo povoamento de pinus em um hectare seja maior do que o valor encontrado para o povoamento de araucária, em função do volume total das árvores, é perceptível que a araucária fixa mais CO<sub>2</sub> que o pinus. Considerando-se o volume médio em metros cúbicos ao longo dos anos, enquanto cada m<sup>3</sup> de pinus fixa aproximadamente 0,85 t de carbono, para cada m<sup>3</sup> de araucária são fixados em média 0,92 t de carbono. Tal fato demonstra a superioridade da araucária em relação à capacidade de fixação de carbono, por m<sup>3</sup> de madeira.

## 5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Considerando as diferenças encontradas na projeção de plantios comerciais de pinus e de araucária, e prevendo como aplicação principal da madeira obtida como sendo o mercado da construção civil, estabelecendo o uso de um material renovável e com pouca energia embutida para sua produção, foram analisados os principais resultados apresentados na seção anterior.

A representativa diferença entre o crescimento das árvores analisando-se a altura e diâmetro médio das espécies (ver Gráfico 10) e consequentemente a diferença no volume de produção, sendo o pinus notavelmente superior à araucária.



**Gráfico 10** – Diferenças no crescimento de Pinus e de Araucária, apresentado em valores de altura e diâmetro médios.

Fonte: Elaborado pela autora com base nos resultados do SisPinus e SisAraucaria.

Fica evidenciado que a maior diferença no crescimento entre as espécies se dá pela altura. Já a diferença apresentada no diâmetro não é tão acentuada. Somando-se todas as categorias de produtos, celulose, energia, Serraria I e Serraria II, o volume total obtido em cada cenário para cada espécie está demonstrado na Tabela 20 a seguir:

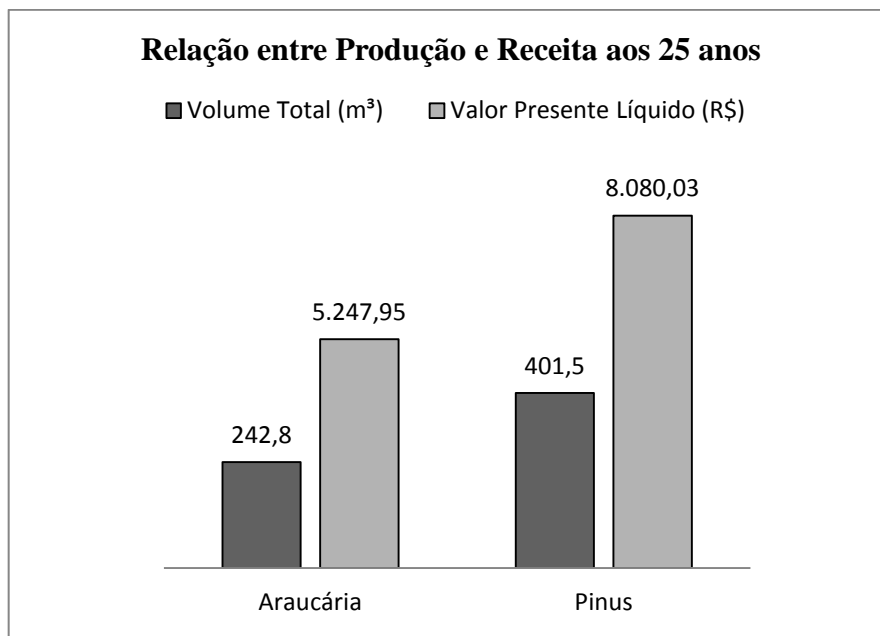
**Tabela 20** – Volume total de produção madeireira nos distintos cenários.

<i>Volume (m<sup>3</sup>)</i>	<i>25 anos</i>	<i>30 anos</i>	<i>35 anos</i>	<i>40 anos</i>
Araucária	242,80 m <sup>3</sup>	286,40 m <sup>3</sup>	315,50 m <sup>3</sup>	332,00 m <sup>3</sup>
Pinus	401,50 m <sup>3</sup>	491,10 m <sup>3</sup>	569,00 m <sup>3</sup>	633,90 m <sup>3</sup>

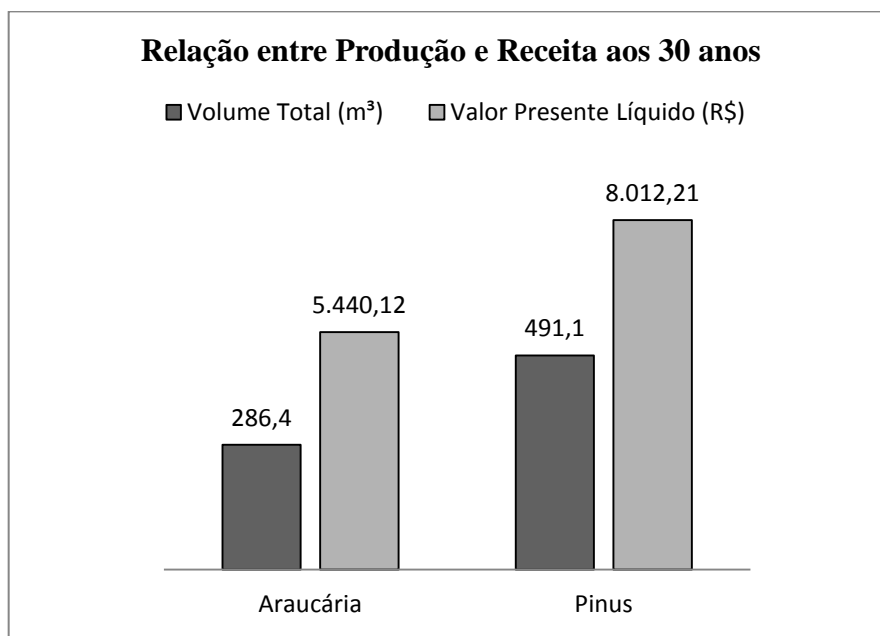
Fonte: Elaborado pela autora.

Considerando-se os quatro cenários propostos, o volume médio de produção encontrado para o povoamento de Araucária foi de 294,17 m<sup>3</sup>, já para o pinus de 523,87 m<sup>3</sup>. Com estes dados estima-se que a produção em volume do pinus é aproximadamente 78% superior à produção de Araucária. No entanto, o desenvolvimento de estudos com a finalidade de promover o melhoramento genético da araucária pode aumentar sua produtividade e diminuir seu período de maturação. Um dos focos de tais estudos pode ser a utilização madeireira da araucária na construção civil, além do aumento da produtividade do pinhão com fins comerciais. Pode ser estabelecida também uma maior diversificação nas dimensões de peças oferecidas para comercialização, através da demanda de projetos específicos, aliando a tecnologia na busca do melhoramento da espécie à tecnologia utilizada para a promoção da sua madeira como material construtivo.

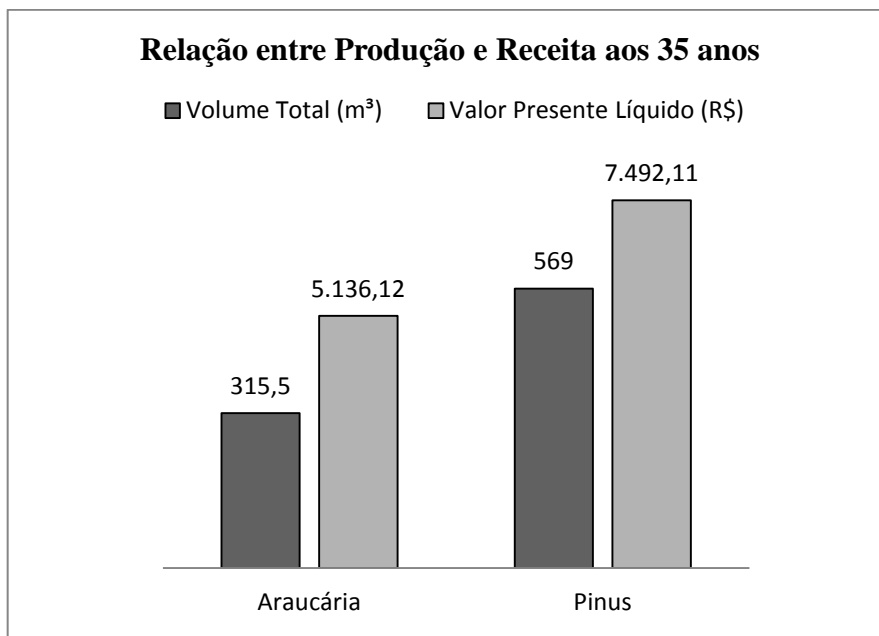
No que diz respeito à análise financeira e à receita da produção, relacionaram-se os valores obtidos para VPL e o volume estimado de produção em cada cenário para as duas espécies. Esta comparação está ilustrada nos Gráficos 11, 12, 13 e 14 a seguir:



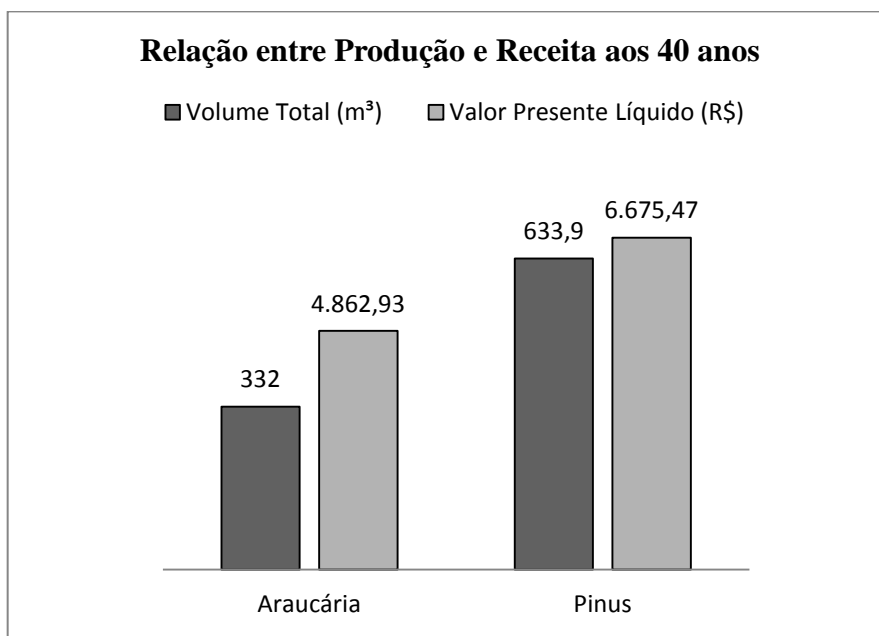
**Gráfico 11** – Relação entre produção e VPL de Pinus e de Araucária - corte final aos 25 anos.  
Fonte: Elaborado pela autora com base nos resultados do SisPinus, SisAraucaria e Planin.



**Gráfico 12** – Relação entre produção e VPL de Pinus e de Araucária - corte final aos 30 anos.  
Fonte: Elaborado pela autora com base nos resultados do SisPinus, SisAraucaria e Planin.



**Gráfico 13** – Relação entre produção e VPL de Pinus e de Araucária - corte final aos 35 anos.  
 Fonte: Elaborado pela autora com base nos resultados do SisPinus, SisAraucaria e Planin.



**Gráfico 14** – Relação entre produção e VPL de Pinus e de Araucária - corte final aos 40 anos.  
 Fonte: Elaborado pela autora com base nos resultados do SisPinus, SisAraucaria e Planin.

Ainda em relação aos valores obtidos, concentrando a informação para os diferentes cenários na comparação entre as espécies, a variação se percebe mais diretamente na Tabela 21 a seguir:

**Tabela 21** - Diferença no Valor Presente Líquido nas produções de pinus e araucária.

<i>VPL</i>	<i>25 anos</i>	<i>30 anos</i>	<i>35 anos</i>	<i>40 anos</i>
Araucária	R\$ 5.247,95	R\$ 5.440,12	R\$ 5.136,12	R\$ 4.862,93
Pinus	R\$ 8.080,03	R\$ 8.012,21	R\$ 7.492,11	R\$ 6.765,47

Fonte: Elaborado pela autora.

Tomando-se como base os valores de VPL, tanto para uso em serraria quanto celulose e energia, foi realizada uma média entre os quatro cenários propostos. Uma média entre os valores de VPL indicou o valor de R\$ 5.171,78 para a araucária e R\$ 7.587,45 para o pinus. O valor presente líquido encontrado para a Araucária é aproximadamente 31,8% inferior ao do pinus. Essa diferença certamente pode ser compensada, ou até mesmo superada, através da comercialização do pinhão. A valorização da madeira nativa certificada proveniente de manejos sustentáveis e a entrada da araucária nesse mercado com foco no setor construtivo são outras possibilidades que podem fazer aumentar o VPL indicado no plantio da espécie futuramente.

Vale lembrar que nos cenários propostos para este estudo considerou-se o valor da tora em pé no produtor, portanto para a análise econômica não se estabeleceram gastos com o transporte da produção. Considerando que quanto maior o volume a ser transportado, maior é o custo do transporte, outra vez evidencia-se a vantagem da araucária, que apresenta menor volume, portanto menores custos com transporte. Para outros cenários que utilizem, por exemplo, os dados de custos com transportes e o valor da tora posta na serraria, que hoje apresenta valores médios no Paraná superiores às toras em pé no produtor, supõe-se que a receita da araucária pode ser mais vantajosa em relação ao pinus, pois este vai demandar maiores custos com transporte por estar em maior volume.

Além da produção madeireira e da receita encontradas para os plantios propostos, é evidente a possibilidade de estoque de carbono por ambas as espécies. Apesar do povoamento de pinus indicar quantidade maior de carbono fixado, em função do volume das árvores por hectare, comprovou-se que a araucária tem maior capacidade na fixação do carbono por m<sup>3</sup> de madeira. Conforme os valores apresentados cada m<sup>3</sup> de pinus fixa aproximadamente 0,85 t de carbono enquanto cada m<sup>3</sup> de araucária fixa em média 0,92 t de carbono.



## **6 DISCUSSÃO GERAL**

### **6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Houve no Brasil, uma defasagem tecnológica que impediu que a madeira se tornasse um material construtivo competitivo no mercado. Enquanto países como os Estados Unidos, Canadá e Japão desenvolviam tecnologias para a ampliação e melhoramento dos produtos que utilizavam a madeira como matéria prima, ocorreu certa depreciação da madeira para fins construtivos no mercado nacional. Apesar de haver alguma tradição em construções de madeira na região sul, o mercado atual para construções de madeira ainda é relativamente muito pequeno em comparação ao mercado da alvenaria.

Através de inovações e ferramentas tecnológicas a madeira tem um grande potencial para se tornar um material empregado na construção civil, diminuindo o emprego de materiais responsáveis por altos gastos energéticos e impactos ambientais negativos decorrentes de seu uso. Aliando tecnologia e o grande potencial brasileiro para a silvicultura, a madeira pode vir a ser um material representativo, além de ser renovável e contribuir para o sequestro e estoque de carbono. Além dos benefícios já mencionados causados pelas florestas através dos diversos serviços ambientais que prestam.

O setor florestal constitui uma importante fonte de renda nacional, tendo alta representatividade no PIB, sendo também responsável por uma parcela representativa na geração de empregos diretos e indiretos, trazendo assim benefícios sociais e econômicos ao país. Portanto, recomendam-se ampliações neste sentido tendo como base os fatores favoráveis para o setor no Brasil.

A araucária, como espécie nativa, contribui uma vez mais, pois o incentivo ao plantio e ao manejo sustentável da espécie colabora também para a manutenção da biodiversidade e a recomposição da Floresta Ombrófila Mista, que corre risco de desaparecer.

### **6.2 CONCLUSÕES**

O estudo aqui apresentado baseou-se na utilização de *softwares* apropriados que consistem em ferramentas tecnológicas que auxiliam na previsão de plantios florestais com objetivo comercial. Estabeleceu-se o mesmo plano de manejo considerando a área total de um hectare para uma população de pinus e outra de araucária, efetuando-se uma comparação entre as espécies.

Os resultados obtidos compreendem três categorias principais de análise, volume de produção madeireira, análise financeira da produção e capacidade de estoque de carbono. Ressalta-se que este estudo ficou restrito à análise dos dados de apenas quatro cenários produzidos em cada *software* para efeito de comparação entre as espécies, gerando um total de dezesseis resultados. A comparação foi feita para ilustrar as diferenças entre a produção da araucária e do pinus, em questões de volume e receita, pelo motivo de ser o pinus um dos principais cultivos utilizados nas florestas plantadas do sul do Brasil.

No que diz respeito à utilização dos *softwares* no estabelecimento de prognósticos, um ponto deve ser ressaltado. Para a verificação de um empreendimento por parte do grande investidor, uma pesquisa operacional pode gerar até 100 mil cenários utilizando a metodologia proposta neste estudo. Aqui se almejou avaliar apenas a eficácia metodológica destes e sua aplicação para obtenção de resultados mais próximos possíveis da realidade. Esta eficácia se confirmou, porém, recomendam-se o acréscimo de verificações para um plantio real tais quantas forem necessárias. No caso de um investimento por parte de empresas interessadas, deve haver uma ampla utilização dos *softwares* para geração de cenários de acordo com as suas possibilidades e condições de plantio, focando o objetivo final da produção. Estabelecendo assim planos de manejo mais apropriados, com base na área a ser plantada e suas peculiaridades.

O principal objetivo deste estudo era verificar a hipótese de realizar empreendimentos florestais utilizando a *Araucaria angustifolia* como espécie a ser explorada comercialmente fornecendo matéria-prima para a construção civil. Gerando, simultaneamente, através dos plantios, renda ao produtor, benefícios ambientais e o resgate da identidade cultural da espécie como símbolo da região sul.

Os resultados obtidos através dos *softwares* confirmam que a araucária pode ser uma boa opção de investimento em cultivos silviculturais, confirmando a hipótese de pesquisa.

Em relação ao alcance dos objetivos específicos revelou-se que:

- Existe viabilidade técnica e econômica na produção de araucária, admitida com os cenários gerados através dos softwares, porém é necessário que sejam estabelecidos programas de apoio e fomento para que ela se torne competitiva em relação ao pinus;

- A araucária possui maior capacidade em sequestrar e estocar carbono quando comparada ao pinus em volume de madeira, o que colabora na exploração sustentável de recursos florestais;

- A madeira proveniente de florestas plantadas é um material construtivo de menor impacto ambiental, pois além de ser renovável e ter outras vantagens em relação à análise do

ciclo de vida dos materiais, ajuda no sequestro de carbono principalmente na fase de crescimento dos povoamentos implantados;

Conclui-se fundamentalmente, neste estudo, que a araucária é uma espécie nativa passível de ser explorada comercialmente, de forma sustentada obedecendo a princípios silviculturais e de manejo florestal, com foco no abastecimento local de matéria prima para o setor construtivo, apresentando valores positivos nas receitas estabelecidas para os cenários aqui gerados.

Contudo por meio dos resultados apresentados, lembra-se que não apenas o volume da madeira deve ser considerado como objetivo único da produção. Para que a araucária se torne competitiva em relação ao pinus, além da madeira, a receita obtida através da comercialização do pinhão deve entrar na composição de renda estimada para o plantio. O pinhão se destacou como produto que pode ter seu valor aumentado na cadeia produtiva, através de pesquisas e projetos que estão em andamento no Estado do Paraná objetivando o aumento da produção e da qualidade deste artigo alimentício como insumo para obtenção de outros subprodutos, tais como farinha, bolos e biscoitos.

Entretanto, as limitações da legislação vigente devem ser superadas, proporcionando aos produtores incentivos para o cultivo destes povoamentos. Uma atitude relativamente simples e eficaz é o devido registro das áreas plantadas para futura exploração comercial. Porém, percebe-se a necessidade de ampliar subsídios e fomento para a produção da espécie. Algumas iniciativas neste sentido podem servir de exemplo, como são os casos do Projeto Araucária e da Operação Gralha Azul, promovidos pela Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná (FUPEF) em parceria com o Ministério do Meio Ambiente, IBAMA, o Instituto Ambiental do Paraná (IAP), a Fundação Araucária, entre outros, que estimulam a ampliação de florestas plantadas de araucária (PORTAL DA ARAUCÁRIA, 2010).

Contribuem também ao estímulo do cultivo da araucária as normativas vigentes em relação à recomposição de áreas de Reserva Legal, que priorizam a utilização de espécies nativas com a finalidade de preservação e manejo sustentável, possibilitando renda ao produtor rural. O uso de espécies exóticas ainda não é proibido em áreas de RL, porém possui um prazo determinado para terminar. O pinus, no caso de recuperação de áreas de RL, não é uma espécie recomendada, pois tem caráter invasor e acaba competindo com as espécies nativas.

Outro ponto favorável ao plantio da araucária é a sua capacidade de ser produzida em consórcio com espécies agricultáveis e até mesmo outras espécies nativas locais, como a bracatinga e a erva-mate, por exemplo, promovendo assim outras formas de renda ao produtor

durante o longo ciclo de desenvolvimento da madeira. Caso o produtor faça a opção pelo consórcio com espécies agricultáveis de ciclo curto, recomendam-se o milho, feijão, arroz e aveia, espécies que não prejudicam o crescimento da araucária. Mais uma opção de renda ao produtor é o ingresso de projetos associados ao mercado de carbono.

Além de todas as características citadas acima é de suma importância caracterizar o plantio da araucária como forma de promover a recomposição da floresta originária, sendo que ela possibilita o desenvolvimento de outras espécies nativas no seu sub-bosque, ajudando a manter a biodiversidade e contribuindo para a alimentação da fauna. Lembrando que a espécie não adquire caráter adversário como é o caso de espécies exóticas que podem se tornar invasoras.

A araucária é ainda uma espécie nativa que caracteriza uma acentuada identidade cultural à região sul, sendo por tal razão, de suma importância a recuperação de tais paisagens, que outrora foram predominantes, através do seu plantio.

Expandir a promoção de programas governamentais ou não governamentais que estimulem o produtor a implantar cultivos de araucária, é de fundamental importância. Principalmente se tais programas estiverem envolvidos com projetos que envolvem questões relacionadas à mudança climática e ao mercado de carbono, à beleza cênica, à manutenção da fauna e da biodiversidade, à conservação de solos, entre outros.

### **6.3 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Conjuntamente com as ações que visam ampliar o plantio comercial da espécie devem ser desenvolvidas tecnologias que aprimorem o uso da madeira em diversos materiais construtivos, através de estudos específicos.

Dentro desta linha de pensamento recomenda-se em trabalhos futuros, levantar quais categorias de uso, que fazem parte do processo construtivo, estariam mais próximas das características da araucária.

Ampliar o enfoque da madeira na construção civil e definir melhor as aplicações da araucária em produtos estruturais, pisos, forros, esquadrias, móveis, revestimentos, entre outros.

Verificar oportunidades de tratamento da madeira de araucária que aumentem a sua resistência conforme o uso estabelecido, sem a utilização de elementos prejudiciais à saúde humana.

Além, é claro, de levantar quais estudos estão em andamento visando o melhoramento genético da espécie e com quais objetivos, ou ainda realizar um detalhamento sobre a legislação que incide sobre as espécies nativas, com ênfase na araucária.

## REFERÊNCIAS

- ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF 2010 ano base 2009**. ABRAF: Brasília, 2010. 140p.
- ADLARD, P. G. Historical Background – The Multi-purpose Roles of Tree Planting: Description, Analysis and Recommendations. Goldaming, Shell International Petroleum Company/World Wild Fund for Nature, 1993.
- AHRENS, Sergio. **O Código Florestal Brasileiro: uma introdução aos seus fundamentos jurídicos e à sua estrutura orgânica**. In: VII CONGRESSO LATINO AMERICANO DE DIREITO FLORESTAL AMBIENTAL. Curitiba: IUFRO; UFPR, 2009.
- AKAM, Simon. **Istanbul's Traditional Wooden Houses Under Threat**. Disponível em: <<http://www.todayszaman.com/tz-web/detaylar.do?load=detay&link=202451>>. Acesso em 15 ago. 2010.
- AMATA, Inteligência da Floresta Viva. **Mercado de Florestas Plantadas**. São Paulo: set. 2009. Disponível em: <[http://www.amatabrasil.com.br/pt/operacoes/mercado\\_florestas%20Plantadas\\_18-12-2009.pdf](http://www.amatabrasil.com.br/pt/operacoes/mercado_florestas%20Plantadas_18-12-2009.pdf)>. Acesso em 12 ago. 2010.
- AQUINO, Francisco Melo de. **Cultivo da Araucaria angustifolia: viabilidade econômico-financeira e alternativas de incentivo**. Florianópolis: Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul, 2005.
- ARAÚJO, Márcio Augusto. **Materiais Ecológicos e Tecnologias Sustentáveis para Arquitetura e Construção Civil: Ecoprodutos e tecnologias sustentáveis – características, usos e aplicações**. São Paulo: IDHEA – Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica, 2009.
- ASBEA/PR. **Déficit habitacional do PR cairá 14%**. 27 mar. 2009. Disponível em: <<http://pr.asbea.org.br/escritorios-arquitetura/noticias/deficit-habitacional-do-pr-caira-14-129775-1.asp>>. Acesso em 08 set. 2009.
- BABOS, Alexandru. **Tracing a Sacred Building Tradition**. Wooden Churches, Carpenters and Founders in Maramures until the Turn of the 18<sup>th</sup> Century. Dissertação de mestrado do Departamento de História da Arquitetura, Lund Institute of Technology, Lund University, Suécia, 2004. 310p. Disponível em: <<http://www.lu.se/o.o.i.s/12683?ref=simple&orgid=&query=babos>>. Acesso em 17 set. 2010.
- BAGGIO, A. J.; SOARES, A. de O.; MASCHIO, W. **O Estrato Arbóreo nos Sistemas Agroflorestais: um Estudo de Caso e Perspectivas do Mercado para Espécies Nativas**. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 52 p.
- BAINBRIDGE, David A. **Sustainable Community: Village Homes**, Davis, California. Disponível em: <<http://www.ecocomposite.org/building/villagehomes.htm>>. Acesso em 23 fev. 2010.

BALBINOT, Rafaelo; SCHUMACHER, Mauro Valdir; WATZLAWICK, Luciano Farinha; SANQUETTA, Carlos Roberto. **Inventário do carbono orgânico em um plantio de *Pinus taeda* aos 5 anos de idade no Rio Grande do Sul.** Revista Ciências Exatas e Naturais, vol. 5, nº 1, p. 60-68, jan./jun. 2003. Disponível em: <<http://200.201.10.38/editora/revistas/recen/v5n1/inventario.pdf>>. Acesso em 05 jul. 2011.

BITTENCOURT, Rosa Maria; HELLMEISTER, João Cesar. **Concepção Arquitetônica da Habitação em Madeira.** Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia da Construção Civil. São Paulo: EPUSP, 1995. 23p. Disponível em: <[http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF/BTs\\_Petreche/BT155-%20Bittencourt.pdf](http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF/BTs_Petreche/BT155-%20Bittencourt.pdf)>. Acesso em 18 set. 2010.

BLUM, Hilbert. **Ácidos húmicos de solos em diferentes formações florestais na Floresta Nacional de Irati-PR.** Dissertação de mestrado da Universidade Estadual do Centro-Oeste-PR. Irati: UNICENTRO, 2010.

BRASIL. Decreto de Lei nº 23.793 de 1934. **Código Florestal.** Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Decreto/1930-1949/D23793.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Decreto/1930-1949/D23793.htm)>. Acesso em 14 dez. 2009.

\_\_\_\_\_. Decreto de Lei nº 4.771 de 1965. **Novo código florestal.** Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L4771.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4771.htm)>. Acesso em 14 dez. 2009.

\_\_\_\_\_. Resolução nº045 de 2008 – SEMA. Disponível em: <[http://www.iap.pr.gov/arquivos/File/Legislacao\\_ambiental/Legislacao\\_estadual/RESOLUCOES/RESOLUCAO\\_SEMA\\_45\\_2008.pdf](http://www.iap.pr.gov/arquivos/File/Legislacao_ambiental/Legislacao_estadual/RESOLUCOES/RESOLUCAO_SEMA_45_2008.pdf)>. Acesso em 07 fev. 2011.

BROWNING, William. **NMB Bank Headquarters: The Impressive Performance of a Green Building.** Urban Land Institute, 1992. Disponível em: <[http://www.rmi.org/rmi/Library/D92-21\\_NMBBankHeadquarters](http://www.rmi.org/rmi/Library/D92-21_NMBBankHeadquarters)>. Acesso em 23 fev. 2010.

CARNEIRO, João Gonçalves. **Problemas Florestais.** In: Anuário Brasileiro de Economia Florestal. Instituto Nacional do Pinho. Ano 7, nº 7. Rio de Janeiro, D. F., 1954. 398p.

CARVALHO, Paulo E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira.** Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994. 640p.

CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho; MEDRADO, Moacir José Sales; HOEFLICH, Vitor Afonso. **Cultivo do pinheiro-do-paraná.** Colombo: Embrapa Florestas, 2003. Embrapa Florestas. Sistemas de Produção, 7. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pinheiro-do-Parana/CultivodoPinheirodoParana/apresentacao.htm>>. Acesso em 23 jun. 2010.

CASTRO, Silvana Correia Laynes. **O uso da madeira em construções habitacionais: a experiência do passado e a perspectiva de sustentabilidade no exemplo da arquitetura chilena.** Dissertação de Mestrado do Departamento de Construção Civil, Programa de Pós-graduação em Construção Civil da Universidade Federal do Paraná. Curitiba: UFPR, 2008.

CERFLOR: **Certificação de Florestas.** Disponível em: <<http://www.bvqi.com.br/arquivos/servicos/cerflor.pdf>>. Acesso em 18 set. 2009.

COSTA, Mônica Hallak Martins da. **Vida cotidiana e mercado mundial:** breve diálogo com Harry Braverman. IN: Verinotio – Revista on-line de educação e ciências humanas, nº. 11, ano VI, abr. 2010. Disponível em: <[http://www.verinotio.org/Verinotio\\_revistas/n11/ensaios/ens1\\_monica.pdf](http://www.verinotio.org/Verinotio_revistas/n11/ensaios/ens1_monica.pdf)>. Acesso em 15 ago. 2010.

COUTO, Laércio; MÜLLER, Marcelo Dias; TSUKAMOTO FILHO, Antônio de Arruda. **Florestas Plantadas para Energia:** Aspectos Técnicos, Econômicos, Sociais e Ambientais. Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Florestal, MG, 2000. Disponível em: <[http://www.cgu.unicamp.br/energia2020/papers/paper\\_Couto.pdf](http://www.cgu.unicamp.br/energia2020/papers/paper_Couto.pdf)>. Acesso em 10 nov. 2010.

CRUZ, Cícero Ferraz. **Fazendas do Sul de Minas Gerais, arquitetura rural nos séculos XVIII e XIX.** Dissertação de Mestrado da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2008.

DELALIBERA, Hevandro C.; NETO, Pedro H. Weirich; LOPES, Angelo R. C.; ROCHA, Carlos H. **Alocação de reserva legal em propriedades rurais:** do cartesiano ao holístico. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. V.12, n.3. p.286-292. Campina Grande, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v12n3/v12n03a10.pdf>>. Acesso em 07 fev. 2011.

EDWARDS, Brian. **O Guia Básico para a Sustentabilidade.** Barcelona: Editorial Gustavo Gili, SL, 2008. 226p.

ESPARTA, Adelino Ricardo Jacintho. **Redução de emissões de gases de efeito estufa no setor elétrico brasileiro:** a experiência do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo do Protocolo de Quioto e uma visão futura. Tese do Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo. São Paulo: USP, 2008. Disponível em: [http://homologa.ambiente.sp.gov.br/proclima/artigos\\_dissertacoes/dissertacoes\\_portugues/esp\\_arta.pdf](http://homologa.ambiente.sp.gov.br/proclima/artigos_dissertacoes/dissertacoes_portugues/esp_arta.pdf). Acesso em 19 set. 2010.

ESTRUTRAS DE MADEIRA. **Templo Horyu-ji:** A Construção de Madeira mais Antiga do Mundo. 2009. Disponível em: < <http://madeiraestrutural.wordpress.com/2009/06/22/templo-horyu-ji-a-construcao-de-madeira-mais-antiga-do-mundo/>>. Acesso em 26 jul. 2010.

\_\_\_\_\_. **Casa de Madeira:** Austrália. Disponível em: <<http://madeiraestrutural.wordpress.com/2010/04/02/casa-de-madeira-australia/>>. Acesso em 15 ago. 2010.

\_\_\_\_\_. **Casa Folha:** estrutura de madeira laminada e colada curva. 2008. Disponível em: < <http://estruturasdemadeira.blogspot.com/search?updated-min=2008-01-01T00%3A00%3A00-08%3A00&updated-max=2009-01-01T00%3A00%3A00-08%3A00&max-results=14>>. Acesso em 15 ago. 2010.

FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura. **Situación de los Bosques del Mundo.** Roma, 1997.

\_\_\_\_\_. **Principais Conclusões de Avaliação dos Recursos Florestais Mundiais.** Roma, 2010. Disponível em: < <https://www.fao.org/bd/mcramp.asp>>. Acesso em 20 set. 2010.



FARIAS, Jorge Antonio de. **Contribuição para a silvicultura de *Luehea divaricata* Martius et Zuccarini (açoita-cavalo)**. Dissertação de mestrado da Universidade Federal de Santa Maria, 2006.

FEC/UNICAMP. **Centro Cultural Jean-Marie Tjibaou**: Nouméa, Nova Caledônia. Disponível em: <<http://www.fec.unicamp.br/~estruturastubulares/jeanmarietjibaou.htm>>. Acesso em 13 ago. 2010.

FEENBERG, Andrew. **Technology and Freedom**. In: *Alternative Modernity. The Technical Turn in Philosophy and Social Theory*. Berkeley/Los Angeles: University of California Press, 1995.

FERRARI, Andressa; FLORES, Carina Zamberlan; CASAGRANDE JUNIOR, Eloy Fassi; SILVA, Maclovio Correa da. **Sustentabilidade no mercado da construção de casas de madeira em Curitiba e Região Metropolitana**. In: III Simpósio Nacional de Tecnologia e Sociedade – Desafios para a Transformação Social. Curitiba: UTFPR, 2009.

FERREIRA, Núbia dos Santos; GESUALDO, Francisco Antonio Romero; RADE, Domingos Alves. **Exemplos de Coberturas Reticuladas para Grandes Vãos**. In: 13º POSMEC – Simpósio do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia. Minas Gerais, 2003. Disponível em: <<http://www.posgrad.mecanica.ufu.br/posmec/13/artigos/TRB109.pdf>>. Acesso em 18 set. 2010.

FIGUEIREDO, Newton. **O impacto dos materiais na construção de empreendimentos sustentáveis**. Disponível em: <<http://www.aecweb.com.br>>, 2010. Acessado em 20.03.2010.

FILHO, Antonio Gelis. **Análise comparativa do desenho normativo de instituições reguladoras do presente e do passado**. Revista de Administração Pública, vol.40, n.4, p. 589-613. Rio de Janeiro: Jul./Ago. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rap/v40n4/31597.pdf>>. Acesso em 10 ago. 2010.

FINATTI, Euclésio Manoel. **Casa Inteligente: Wood Frame**. In: Seminário Uso Sustentável da Madeira. Curitiba: FEMADE, 2010.

FISCHESSER, Bernard. **Conhecer as Árvores**. Mem Martins: Europa-América, 1981.

FRANCO, José Luiz de Andrade. **A Primeira Conferência Brasileira de Proteção à Natureza e a questão da Identidade Nacional**. Varia Historia – Revista do Departamento de História, Programa de pós Graduação em História. Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Belo Horizonte: UFMG, n.26, p.77-96, jan. 2002.

FSC. **Padrão FSC para Certificação de Cadeia de Custódia**. FSC-STD-40-004 (Versão 2-0) PTG. Forest Stewardship Council A.C., 2004. Disponível em: <<http://www.fsc.org.br/>>. Acesso em 16 jun. 2011.

\_\_\_\_\_. **Conselho Brasileiro de Manejo Florestal Brasil**. Disponível em: <<http://www.fsc.org.br/>>. Acesso em 18 set. 2009.

FURTADO, João S. **Indicadores de sustentabilidade sócio-ambiental nos assentamentos humanos e ecodesign na construção civil: oportunidade para a indústria.** Disponível em: <<http://www.gerenciamento.ufba.br/Downloads/Ecodesign%20para%20a%20constru%C3%A7%C3%A3o%20civil.pdf>>. Acesso em 10 dez. 2009.

GAMA, Thaís Martins Marcheze Tavares Bastos; MASSON, Maria Lucia; HARACEMIV, Sonia Maria Chaves; ZANETTE, Flávio; CÓRDOVA, Katielle Rosalva Voncik. **A influência de tratamentos térmicos no teor de amido, cor e aparência microscópica de pinhão nativo (*araucaria angustifolia*) e pinhão proveniente de polinização controlada.** Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial. V.4, n.2, p.161-178. Ponta Grossa: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2010.

GLESSINGER, Egon. **A futura “Idade da Madeira”.** In: Anuário Brasileiro de Economia Florestal. Instituto Nacional do Pinho. Ano 7, n° 7. Rio de Janeiro, D. F., 1954. 398p.

GOMES, Luana. **Na lavoura, o resgate da floresta de araucária.** Gazeta do Povo, Curitiba, 01 jun. 2010. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/caminhosdocampo/conteudo.phtml?id=1009153>>. Acesso em 08 fev. 2011.

HAWKEN, Paul; et.al. **Capitalismo natural: criando a próxima revolução industrial.** São Paulo: Cultrix, 2007.

HOEFLICH, V. A.; GRAÇA, L. R.; CARVALHO, P. E. R. **Conversão de capoeiras em povoamentos de pinheiro-do-paraná: uma avaliação econômica.** Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 20, p. 1-11, jun. 1990.

HOLMES, Aaron. **NMB Headquarters Amsterdam:** Alberts en van Huut Architects. Disponível em: <[http://www.architecture.uwaterloo.ca/faculty\\_projects/terri/pdf/Holmes.pdf](http://www.architecture.uwaterloo.ca/faculty_projects/terri/pdf/Holmes.pdf)>. Acesso em 23 fev. 2010.

HUECK, Kurt. **As Florestas da América do Sul: ecologia, composição e importância econômica.** São Paulo: Editora Polígono S.A., 1972. 466p.

IBGE. **País evolui mais nos indicadores econômicos e sociais do que nos ambientais.** Comunicação Social, jun. 2008. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_impresao.php?id\\_noticia=1156](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_impresao.php?id_noticia=1156)>. Acesso em 25 jul. 2010.

\_\_\_\_\_. **Estados@.** Extração Vegetal e Silvicultura, 2009. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estados@/>>. Acesso em 10 jan. 2011.

IMPORTANT GREEN BUILDING ACHIEVEMENTS. **ING Bank, Holland.** Disponível em: <<http://www.sustainablebuilding.com/ING.htm>>. Acesso em 23 fev. 2010.

JOHN, Vanderley Moacyr; OLIVEIRA, Daniel Pinho de; LIMA, José Antonio Ribeiro de. **Levantamento do estado da arte: seleção de materiais.** In: tecnologias para construção habitacional mais sustentável. Projeto Finep 2386/04. São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.habitacaosustentavel.pcc.usp.br/>>. Acesso em 10 mar. 2009.

JULISTIONO, Eunike Kristi; ARIFIN, Lilianny Siegit. **The Sustainable Traditional Structural System of Tongkonan in Celebes, Indonesia.** In: The 2005 World Sustainable Building Conference, Tokyo, 27-29 September 2005.

JUNIOR, Key Imaguire; IMAGUIRE, Marialba Rg. **A casa de araucária: estudo tipológico.** Curitiba, Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba – IPPUC, 2001.

JÚNIOR, Joel Larocca; LAROCCA, Pier Luigi; LIMA, Clarissa de Almeida. **Manual de conservação e adaptação de casas de madeira do Paraná.** Ponta Grossa: Editora Larocca Associados, 2008.

JUVENAL, Thais Linhares; MATTOS, René Luiz Grion. **O Setor Florestal no Brasil e a Importância do Reflorestamento.** BNDES Setorial, Rio de Janeiro, nº. 16, p.3-30, set. 2002. Disponível em:  
<[http://www.fundoamazonia.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set1601.pdf](http://www.fundoamazonia.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set1601.pdf)>. Acesso em 20 ago. 2010.

KING, Josette. **Santa Fe**, New Mexico, U.S.A. Disponível em:  
<<http://simonandbaker.com/inn-anasazi.htm>>. Acesso em 23 fev. 2010.

KOELER, Alexandre Bernardi; CORAIOLA, Marcio; NETTO, Sylvio Péllico. **Crescimento, tendências de distribuição das variáveis biométricas e relação hipsométrica em plantios jovens de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Ktze., em Tijucas do Sul-PR.** Scientia Forestalis, Piracicaba, v.38, n.85, p.53-62, mar. 2010.

KREIMER, Thomas; THOMAS, Hernán. **Un poco de reflexividad o ¿de donde venimos? Estudios sociales de la ciência y la tecnologia em América Latina.** In: Producción y Uso Social de Conocimientos. Estudios de Sociología de la Ciencia y la Tecnologia em América Latina. Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmas Editorial, 2004.

LAROCCA, Christine. **Desenvolvimento de protótipo de habitação social em madeira de reflorestamento e avaliação do desempenho termo-acústico.** 2007. Tese do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2007.

LAROCCA JUNIOR, Joel; LAROCCA, Píer, Luigi; LIMA, Clarissa de Almeida. **Casa Eslavo Paranaense: arquitetura de madeira dos colonos poloneses e ucranianos do sul do Paraná.** Ponta Grossa: Editora Larocca Associados, 2008.

LATOURE, Bruno; WOOLGAR, Steve. **A construção de um fato: o caso do TRF(H).** In: A vida de Laboratório. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.

LEÃO, Regina Machado. **A Floresta e o Homem.** São Paulo: Editora da universidade de São Paulo, Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 2000. 424p.

MAGALHÃES, W. L. E.; DERETI, R. M.; WILCHES, C. das E. **Primeiro protótipo da serraria móvel construído por meio da parceria Embrapa/Finep/Funpar/Gil: tecnologia em processo de validação.** Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 9 p.

MARCOLIN, Moacir; et. al. **Emissões e Remoções de Dióxido de Carbono por Mudanças nos Estoques de Florestas Plantadas**. In: Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável. Publicação do Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília, 2006.

MARQUES, Caroline Salgueiro da Purificação; AZUMA, Maurício Hidemi; SOARES, Paulo Fernando. **A Importância da Conservação da Arquitetura Vernacular**. In: Simpósio de Pós-Graduação em Engenharia Urbana. Maringá, 2009.

MARTINEZ, Maria Fernanda; ALVES, Marta Baltar; PEREIRA, Luís Alberto; BEYER, Paulo Otto. **Redução de consumo de energia elétrica através de conceitos greenbuilding**. Revista Eletrônica de Potência, vol.14, nº. 2, p. 141-148. Maio, 2009.

MARTINS, Karina; RIBAS, Luciano Arruda; MORENO, Maria Andréia; Wadt, Lúcia Helena de Oliveira. **Consequências genéticas da regeneração natural de espécies arbóreas em área antrópica**: AC, Brasil. IN: Acta Bot. Bras. [online]. 2008, vol.22, n.3, p. 897-904. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abb/v22n3/v22n3a25.pdf>>. Acesso em 07 ago.2010.

MATTOS, P. P. de; BORTOLI, C. de; MARCHESAN, R.; ROSOT, N. C. **Caracterização física, química e anatômica da madeira de Araucaria angustifolia (Bert.) O. Kuntze**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 4 p.

MATTOS, P. P. de; OLIVEIRA, Y. M. M. D.; RIVERA, H.; OLIVEIRA, Y. M. M. D.; ROSOT, M. A. D.; GARRASTAZU, M. C. **Crescimento de Araucaria angustifolia na Reserva Florestal Embrapa/EPAGRI, Caçador, SC**. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, n. 55, p. 107-114, jul./dez. 2007.

MAZUCHOWSKI, J. Z. **Mecanismos alternativos para manejo sustentável de pinheiro-do-paraná na pequena propriedade rural**. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, n. 55, p. 31-36, jul./dez. 2007.

MENEZES, Fabiane Ziolla. Da natureza para a natureza. **Gazeta do Povo**, Curitiba, 6 set. 2009. Compra e venda imóveis, p.3.

MIRANDA, Marcio. **Áreas de preservação permanente e reserva legal**: o que dizem as leis para a agricultura familiar? Londrina: IAPAR, 2009.

MONICO, João Francisco Galera. **Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS**: descrição, fundamentos e aplicações. São Paulo: Editora UNESP, 2000.

MORGADO, Manoel. **Os Elaborados Rituais de Morte de Toraja, Sulawesi**. 2007. Disponível em: <[http://www.manoelmorgado.com.br/textos\\_blog.asp?IdTexto=85#>](http://www.manoelmorgado.com.br/textos_blog.asp?IdTexto=85#>). Acesso em: 15 ago. 2010.

MOTTA, Silvio R. F.; AGUILAR, Maria Teresa P. **Sustentabilidade e Processos de Projetos de Edificações**. Revista Gestão & Tecnologia de Projetos, vol.4, nº. 1, p. 84-119. Maio, 2009.

MÜLFARTH, Roberta C. Kronka. **Arquitetura de Baixo Impacto Humano e Ambiental**. Tese de Doutorado em Arquitetura e Urbanismo. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

NEGRELLE, R. A. B.; SILVA, F. C. da. **Fitossociologia de um trecho de floresta com Araucaria angustifolia (Bert) O. Kyze, no Município de Caçador-SC**. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 24/25, p. 37-54, jan./dez. 1992.

OLIVEIRA, Edilson Batista de; MACHADO, Sebastião do Amaral; HOEFLICH, Vitor Afonso. **Análise econômica de regimes de manejo para florestas de pinus e os softwares PLANIN e REPLAN**. Colombo: Embrapa-CNPQ, 1998. 41p.

OLIVEIRA, Edilson Batista de; AHRENS, Sérgio. **Manejo de plantações de Pinus taeda no Brasil**. In: Sistemas de Produção, 5. Colombo: Embrapa Florestas, 2003.

OLIVEIRA, Edilson Batista de. **Planejamento e Manejo da Plantação de Pinus**. In: SHIMIZU, Jarbas Yukio. Pinus na Silvicultura Brasileira. Colombo: Embrapa Florestas, 2008.

OLIVEIRA, Lucia Lippi. **O Brasil dos Imigrantes**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2002.

OLIVEIRA, Ana Rosa de. **Centro Cultural Jean Marie Tjibaou em Nouméa: Renzo Piano e a construção de um símbolo da civilização kanak**. 2005. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/06.063/431>>. Acesso em 05 jul. 2010.

OMELETE. **Edifício BIP by Alberto Mozó**. 2008. Disponível em: <<http://omelete.blogs.sapo.pt/>>. Acesso em 21 jul. 2010.

PINCH, Trevor F.; BIJKER, Wiebe E. **The Social Construction of Facts and Artifacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other**. In: Bijker, Wiebe, Hughes Thomas & Pinch, Trevor (eds). The Social Construction of Technological Systems. Cambridge, Mass: MIT Press, 1997.

PINTO, Mônica. **Exclusivo: projeto quer incentivar plantio de araucárias no Paraná por famílias de baixa renda**. AmbienteBrasil, 07 set. 2007. Disponível em: <<http://noticias.ambientebrasil.com.br/exclusivas/2007/09/07/33375-exclusivo-projeto-quer-incentivar-plantio-de-araucarias-no-parana-por-familias-de-baixa-renda.html>>. Acesso em 09 fev. 2011.

PORTAL CAMBÉ. **Paraná apresenta projetos sustentáveis para Copa de 2014**. Notícias de Cambé e região. Jornal on-line, 21 out. 2010. Disponível em: <<http://www.portalcambe.com.br/parana-apresenta-projetos-sustentaveis-para-copa-de-2014/>>. Acesso em 08 fev. 2011.

PORTAL DA ARAUCÁRIA. **O portal do Pinheiro-do-Paraná**. Disponível em: <<http://www.portaldaaraucaria.org.br/>>. Acesso em 05 out. 2010.

PROGRAMA SIM. **O que é o SIM?** Disponível em: <[http://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/reducao\\_de\\_impactos2/amazonia/amazonia\\_acoes/o\\_que\\_e\\_sim/](http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/amazonia/amazonia_acoes/o_que_e_sim/)>. Acesso em 10 out. 2009.

PRYCE, Will. **Building in Wood: The History and Traditions of Architecture's Oldest Building Material**. Nova York: Rizzoli, 2005. 220p.

RACHWAL, M. F. G.; CARVALHO, P. E. R.; WITHERS, L. H. de O. **Roteiro de educação ambiental no arboreto da Embrapa Florestas**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2006. 1 CD-ROM. (Embrapa Florestas. Documentos, 137).

REDIVO, Cacilda (Ed). **SISLEG, Sistema de Manutenção, Recuperação e Proteção da Reserva Legal**. Série de Publicações Temáticas do CREA-PR, sem data. Disponível em: <[http://www.crea-pr.org.br/crea3/html3\\_site/doc/guia/cartilhaSISLEG\\_baixa.pdf](http://www.crea-pr.org.br/crea3/html3_site/doc/guia/cartilhaSISLEG_baixa.pdf)>. Acesso em 05 fev. 2011.

REVISTA ECOTURISMO. **Desmatamento e queimadas causam 75% das emissões de gás carbônico, diz IBGE. Set. 2010**. Disponível em: <<http://revistaecoturismo.com.br/turismo-sustentabilidade/desmatamento-e-queimadas-causam-75-das-emissoes-de-gas-carbonico-diz-ibge/>>. Acesso em 05 out. 2010.

ROCHA, Marcelo Theoto. **Aquecimento Global e o Mercado de Carbono: uma aplicação do modelo CERT**. 2003. Tese da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2003. Disponível em: <[http://reciclecarbono.tempsite.ws/SP/biblio/tese\\_marcelo.pdf](http://reciclecarbono.tempsite.ws/SP/biblio/tese_marcelo.pdf)>. Acesso em 05 jul. 2011.

ROTTA, E. **Mudas de regeneração natural da floresta com araucária: pinheiro-do-Paraná**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006.

SBS – Sociedade Brasileira de Silvicultura. **Fatos e Números do Brasil Florestal**. 2006. Disponível em: <<http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/SBS-2005.pdf>>. Acesso em 10 out. 2010.

\_\_\_\_\_. **Fatos e Números do Brasil Florestal**. 2008. Disponível em: <<http://www.sbs.org.br/FatoseNumerosdoBrasilFlorestal.pdf>>. Acesso em 10 out. 2010.

SÁNCHEZ, Fernanda; PEREIRA, Gislene de F.; GUERNIERI, Mariete S.; WEIHERMANN, Silvana. **Arquitetura em madeira: uma tradição paranaense**. Curitiba: Scientia et Labor Editora da UFPR, 1987.

SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná. **Pesquisa Semestral de Preços de Produtos Florestais: Valores Nominais Relativos à Abril de 2010**. Departamento de Economia Rural – DERAL. Disponível em: <<http://www.seab.pr.gov.br/>>. Acesso em 27 set. 2010.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Florestas do Brasil em resumo – 2010: dados de 2005-2010**. Brasília: SFB, 2010. 152p. Disponível em: <[http://www.fundoamazonia.gov.br/FundoAmazonia/export/sites/default/site\\_pt/Galerias/Arquivos/Publicacoes/Florestas\\_do\\_Brasil\\_em\\_resumo\\_SFB\\_2010.pdf](http://www.fundoamazonia.gov.br/FundoAmazonia/export/sites/default/site_pt/Galerias/Arquivos/Publicacoes/Florestas_do_Brasil_em_resumo_SFB_2010.pdf)>. Acesso em 02 fev. 2011.

SEYFERTH, Giralda. **Imigração e Cultura no Brasil**. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 1990.

SCHUCHOVSKI, Mariana Smanhotto. **Diagnóstico e Planejamento do Consumo de Madeira e da Produção em Plantações Florestais no Estado do Paraná.** Dissertação de mestrado da Universidade Federal do Paraná, 2003.

SHIMIZU, J.Y.; OLIVEIRA, Y.M.M. de. **Distribuição, variação e usos dos recursos genéticos da Araucária no Sul do Brasil.** Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 1981. 9p.

SILVA, Maclóvia Corrêa da. **O Plano de Urbanização de Curitiba – 1943 a 1963 – e a valorização imobiliária.** Tese de Doutorado, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de São Paulo: setembro, 2000.

SILVA, H. D. da; BELLOTE, A. F. J.; FERREIRA, C. A.; BOGNOLA, I. A.-**Recomendação de solos para Araucaria angustifolia com base nas suas propriedades físicas e químicas.** Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 43, p. 61-74, jul./dez. 2001.

SPATHOLF, P.; MATTOS, P. P.; BOTOSSO, Paulo Cesar. **Certificação Florestal no Brasil** Uma ferramenta eficaz para a conservação das florestas naturais? Floresta - UFPR, Curitiba, v. 34, n. 3, p. 373-379, 2004.

STINGHEN, Andréa Berriel Mercadante. **A Habitação de Madeira como Opção para o Século XXI:** Projeto Modular em Madeira de Reflorestamento. 2002. 183 pg. Dissertação – UFRGS (PROPAR, Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura) conveniada a PUC-PR, Curitiba, 2002.

SUTIL, Marcelo Saldanha. **Arquitetura Eclética de Curitiba: 1880-1930.** Curitiba: Factum Pesquisas Históricas, 2002.

TAKAKI, Masahisa. **“Horyu-ji” Temple in Nara is the Oldest Wooden Structure in the World.** 2009. Disponível em: < <http://guide-japan.seesaa.net/article/136695455.html>>. Acesso em 26 jul. de 2010.

TEREZO, Rodrigo Figueiredo. **Propriedades mecânicas de madeiras utilizadas em estruturas históricas e contemporâneas estimadas por meio de ultra-som.** Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, 2004. Disponível em: < <http://www.giem.ufsc.br/upload/20090403192546.pdf>>. Acesso em 17 set. 2010.

TETTO, Alexandre França. **Produtos Florestais.** Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná. Departamento de Economia Rural. Análise da Conjuntura Agropecuária Safra 2009/2010. Out. 2009. Disponível em: <[http://www.seab.pr.gov.br/arquivos/File/Florestais/Textos\\_tecnicos/produtos\\_fltais\\_08\\_09.pdf](http://www.seab.pr.gov.br/arquivos/File/Florestais/Textos_tecnicos/produtos_fltais_08_09.pdf)>. Acesso em 10 fev. 2011.

THE TONGKONAN OF TORAJA. Disponível em: < <http://www.batusura.de/tongkonan.htm>>. Acesso em 15 set. 2010.

THOMAS, Keith. **O Homem e o Mundo Natural:** mudanças de atitudes em relação às plantas e aos animais (1500-1800). São Paulo: Companhia das Letras, 1988.

VILLAGE HOMES. Disponível em: <<http://www.villagehomesdavis.org/>>. Acesso em 23 fev. 2010.

WEISZFLOG, Walter (Ed). **Michaelis Moderno Dicionário da Língua Portuguesa**. São Paulo: Melhoramentos, 2007. Disponível em:

<<http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues>>. Acesso em 07 dez. 2010.

XAVIER, Sílvia Pedroso; CASTELNOU, Antonio Manuel Nunes; TAVARES, Sergio Fernando. **Conceitos de Sustentabilidade e sua Inserção no Ensino de Projeto de Arquitetura e Urbanismo**. In: XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Canela, 6-8 out. 2010.

ZANI, Antonio Carlos. **Arquitetura em Madeira**. Londrina: Ed. UEL; São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2003. 395p.

ZENID, Geraldo José. **Madeira: uso sustentável na construção civil**. 2. Ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas: SVMA, 2009.



## APÊNDICES

A - CENÁRIOS GERADOS NOS *SOFTWARES* SISARAUCARIA E SISPINUS

B - CENÁRIOS GERADOS NO *SOFTWARE* PLANIN

## APÊNDICE A - CENÁRIOS GERADOS NOS *SOFTWARES* SISARAUCARIA E SISPINUS

### CENÁRIO I – ARAUCÁRIA

#### SisAraucaria

#### Araucaria angustifolia

Descrição: Exemplo 1

Índice de Sítio: 15,0

Densidade (árvores por hectare): 1667

Porcentagem de sobrevivência: 95 %

CO2 eq. = (Vol+30%)x(Dens. Básica: 0,44)x(C: 0,44)x(CO2: 3,66)

Idade	Alt. Dominante	Árvores / há	Diâmetro médio	Alt. média	Área Basal	Volume Total	I.M.A.	CO2 eq.
1	0,7	1584	0,2	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
2	2,3	1584	1,9	1,9	0,4	0,4	0,2	0,3
3	3,9	1584	4,2	3,3	2,2	3,3	1,1	3,1
4	5,4	1584	6,5	4,6	5,2	11,0	2,7	10,1
5	6,7	1584	8,4	5,7	8,9	23,4	4,7	21,6
6	7,9	1584	10,1	6,8	12,7	39,6	6,6	36,5
7	9,0	1584	11,5	7,7	16,5	58,5	8,4	53,9
8	10,0	1584	12,7	8,5	20,1	79,0	9,9	72,8
9	10,9	1584	13,8	9,3	23,6	100,7	11,2	92,7
10	11,7	1583	14,7	10,0	26,8	122,8	12,3	113,1

O povoamento foi desbastado pela remoção de 383 Árvores.

Idade	Alt. Dominante	Árvores / há	Diâmetro médio	Alt. média	Área Basal	Volume Total	I.M.A.	CO2 eq.
11	12,5	1200	17,6	10,8	29,1	144,7	14,9	133,3
12	13,2	1200	18,3	11,4	31,5	164,9	15,4	151,9
13	13,8	1199	18,9	11,9	33,8	184,7	15,7	170,1
14	14,4	1199	19,5	12,4	35,9	203,9	16,0	187,8
15	15,0	1198	20,0	12,8	37,8	222,5	16,1	204,9

O povoamento foi desbastado pela remoção de 398 Árvores.

Idade	Alt. Dominante	Árvores / há	Diâmetro médio	Alt. média	Área Basal	Volume Total	I.M.A.	CO2 eq.
16	15,5	800	22,6	15,5	32,2	229,7	19,1	211,6
17	16,0	799	23,1	16,0	33,6	247,8	19,1	228,3
18	16,5	799	23,6	16,5	35,0	265,4	19,0	244,5
19	17,0	798	24,0	17,0	36,2	282,4	18,9	260,1
20	17,4	798	24,4	17,4	37,4	298,8	18,7	275,3

O povoamento foi desbastado pela remoção de 298 Árvores.

Idade	Alt. Dominante	Árvores / há	Diâmetro médio	Alt. média	Área Basal	Volume Total	I.M.A.	CO2 eq.
21	17,8	500	25,0	17,8	24,5	200,4	18,5	184,6
22	18,2	500	25,4	18,2	25,3	211,6	18,1	194,9
23	18,6	499	25,8	18,5	26,1	222,4	17,8	204,9

24	18,9	499	26,2	18,9	26,9	232,9	17,5	214,6
25	19,3	499	26,5	19,2	27,6	243,0	17,2	223,9

Equação de Sítio: Embrapa  
Equação de Volume: Embrapa  
Equação de Sortimento: Embrapa

## DESBASTES

Idade	Volume Removido	Volume Remanescente
10	19,5	103,2
15	56,6	165,9
20	111,5	187,3

## PRODUÇÕES

### SORTIMENTO DE ÁRVORES REMOVIDAS NO DESBASTE (10 ANOS).

Diâmetros	Árv./Ha	Altura média	Volume total	Serraria I	Serraria II	Celulose	Energia
8,0-10,0	4	7,6	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1
10,0-12,0	87	8,5	5,3	0,0	0,0	2,9	2,4
12,0-14,0	227	9,2	7,5	0,0	0,0	6,1	1,3
14,0-16,0	61	7,4	6,1	0,0	0,0	4,9	1,3
16,0-18,0	4	8,5	0,5	0,0	0,0	0,4	0,1
<b>Totais</b>		<b>9,1</b>	<b>19,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>14,4</b>	<b>5,2</b>

### SORTIMENTO DE ÁRVORES REMOVIDAS NO DESBASTE (15 ANOS).

Diâmetros	Árv./Ha	Altura média	Volume total	Serraria I	Serraria II	Celulose	Energia
14,0-16,0	5	11,5	0,7	0,0	0,0	0,6	0,1
16,0-18,0	150	12,1	29,6	0,0	0,0	26,2	3,4
18,0-20,0	190	12,6	11,8	0,0	4,7	6,2	0,8
20,0-22,0	48	11,0	12,7	0,0	5,7	6,0	1,0
22,0-24,0	5	11,3	1,7	0,0	1,2	0,4	0,1
<b>Totais</b>		<b>11,6</b>	<b>56,6</b>	<b>0,0</b>	<b>11,7</b>	<b>39,4</b>	<b>5,5</b>

### SORTIMENTO DE ÁRVORES REMOVIDAS NO DESBASTE (20 ANOS).

Diâmetros	Árv./Ha	Altura média	Volume total	Serraria I	Serraria II	Celulose	Energia
20,0-22,0	11	16,9	3,3	0,0	1,8	1,3	0,2
22,0-24,0	118	17,2	39,7	0,0	28,7	9,9	1,1
24,0-26,0	125	17,3	48,6	0,0	41,5	5,6	1,5
26,0-28,0	39	17,3	17,5	4,7	9,9	2,6	0,3
28,0-30,0	5	17,4	2,3	0,6	1,3	0,3	0,0
<b>Totais</b>		<b>17,4</b>	<b>111,5</b>	<b>5,3</b>	<b>83,2</b>	<b>19,8</b>	<b>3,1</b>

### SORTIMENTO DE ÁRVORES REMOVIDAS NO CORTE FINAL (25 ANOS).

Diâmetros	Árv./Ha	Altura média	Volume total	Serraria I	Serraria II	Celulose	Energia
22,0-24,0	41	18,3	15,4	0,0	10,7	4,1	0,7
24,0-26,0	172	18,7	74,9	0,0	61,2	11,6	2,1
26,0-28,0	184	19,0	92,5	22,8	50,4	17,5	1,8
28,0-30,0	83	19,1	47,7	11,7	30,9	4,1	1,0
30,0-32,0	17	19,2	11,3	4,9	5,0	1,2	0,1
32,0-34,0	1	19,2	1,0	0,6	0,4	0,0	0,0
<b>Totais</b>		<b>19,2</b>	<b>243,0</b>	<b>40,0</b>	<b>158,5</b>	<b>38,5</b>	<b>5,8</b>

## CENÁRIO II – ARAUCÁRIA

## SisAraucaria

## Araucaria angustifolia

Descrição: Exemplo 1

Índice de Sítio: 15,0

Densidade (árvores por hectare): 1667

Porcentagem de sobrevivência: 95 %

CO2 eq. = (Vol+30%)x(Dens. Básica: 0,44)x(C: 0,44)x(CO2: 3,66)

Idade	Alt. Dominante	Árvores / há	Diâmetro médio	Alt. média	Área Basal	Volume Total	I.M.A.	CO2 eq.
1	0,7	1584	0,2	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
2	2,3	1584	1,9	1,9	0,4	0,4	0,2	0,3
3	3,9	1584	4,2	3,3	2,2	3,3	1,1	3,1
4	5,4	1584	6,5	4,6	5,2	11,0	2,7	10,1
5	6,7	1584	8,4	5,7	8,9	23,4	4,7	21,6
6	7,9	1584	10,1	6,8	12,7	39,6	6,6	36,5
7	9,0	1584	11,5	7,7	16,5	58,5	8,4	53,9
8	10,0	1584	12,7	8,5	20,1	79,0	9,9	72,8
9	10,9	1584	13,8	9,3	23,6	100,7	11,2	92,7
10	11,7	1583	14,7	10,0	26,8	122,8	12,3	113,1

O povoamento foi desbastado pela remoção de 383 Árvores.

Idade	Alt. Dominante	Árvores / há	Diâmetro médio	Alt. média	Área Basal	Volume Total	I.M.A.	CO2 eq.
11	12,5	1200	17,6	10,8	29,1	144,7	14,9	133,3
12	13,2	1200	18,3	11,4	31,5	164,9	15,4	151,9
13	13,8	1199	18,9	11,9	33,8	184,7	15,7	170,1
14	14,4	1199	19,5	12,4	35,9	203,9	16,0	187,8
15	15,0	1198	20,0	12,8	37,8	222,5	16,1	204,9

O povoamento foi desbastado pela remoção de 398 Árvores.

Idade	Alt. Dominante	Árvores / há	Diâmetro médio	Alt. média	Área Basal	Volume Total	I.M.A.	CO2 eq.
16	15,5	800	22,6	15,5	32,2	229,7	19,1	211,6
17	16,0	799	23,1	16,0	33,6	247,8	19,1	228,3
18	16,5	799	23,6	16,5	35,0	265,4	19,0	244,5
19	17,0	798	24,0	17,0	36,2	282,4	18,9	260,1
20	17,4	798	24,4	17,4	37,4	298,8	18,7	275,3

O povoamento foi desbastado pela remoção de 298 Árvores.

Idade	Alt. Dominante	Árvores / há	Diâmetro médio	Alt. média	Área Basal	Volume Total	I.M.A.	CO2 eq.
21	17,8	500	25,0	17,8	24,5	200,4	18,5	184,6
22	18,2	500	25,4	18,2	25,3	211,6	18,1	194,9
23	18,6	499	25,8	18,5	26,1	222,4	17,8	204,9
24	18,9	499	26,2	18,9	26,9	232,9	17,5	214,6
25	19,3	499	26,5	19,2	27,6	243,0	17,2	223,9
26	19,6	498	26,9	19,5	28,2	252,7	16,9	232,8
27	19,9	498	27,2	19,7	28,9	261,9	16,6	241,3
28	20,2	498	27,5	20,0	29,5	270,7	16,4	249,3
29	20,5	497	27,8	20,2	30,1	278,9	16,1	256,9

30      20,8      496      28,0      20,4      30,6      286,5      15,8      263,9

Equação de Sítio: Embrapa  
Equação de Volume: Embrapa  
Equação de Sortimento: Embrapa

## DESBASTES

Idade	Volume Removido	Volume Remanescente
10	19,5	103,2
15	56,6	165,9
20	111,5	187,3

## PRODUÇÕES

### SORTIMENTO DE ÁRVORES REMOVIDAS NO DESBASTE (10 ANOS).

Diâmetros	Árv./Ha	Altura média	Volume total	Serraria I	Serraria II	Celulose	Energia
8,0-10,0	4	7,6	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1
10,0-12,0	87	8,5	5,3	0,0	0,0	2,9	2,4
12,0-14,0	227	9,2	7,5	0,0	0,0	6,1	1,3
14,0-16,0	61	7,4	6,1	0,0	0,0	4,9	1,3
16,0-18,0	4	8,5	0,5	0,0	0,0	0,4	0,1
<b>Totais</b>		<b>9,1</b>	<b>19,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>14,4</b>	<b>5,2</b>

### SORTIMENTO DE ÁRVORES REMOVIDAS NO DESBASTE (15 ANOS).

Diâmetros	Árv./Ha	Altura média	Volume total	Serraria I	Serraria II	Celulose	Energia
14,0-16,0	5	11,5	0,7	0,0	0,0	0,6	0,1
16,0-18,0	150	12,1	29,6	0,0	0,0	26,2	3,4
18,0-20,0	190	12,6	11,8	0,0	4,7	6,2	0,8
20,0-22,0	48	11,0	12,7	0,0	5,7	6,0	1,0
22,0-24,0	5	11,3	1,7	0,0	1,2	0,4	0,1
<b>Totais</b>		<b>11,6</b>	<b>56,6</b>	<b>0,0</b>	<b>11,7</b>	<b>39,4</b>	<b>5,5</b>

### SORTIMENTO DE ÁRVORES REMOVIDAS NO DESBASTE (20 ANOS).

Diâmetros	Árv./Ha	Altura média	Volume total	Serraria I	Serraria II	Celulose	Energia
20,0-22,0	11	16,9	3,3	0,0	1,8	1,3	0,2
22,0-24,0	118	17,2	39,7	0,0	28,7	9,9	1,1
24,0-26,0	125	17,3	48,6	0,0	41,5	5,6	1,5
26,0-28,0	39	17,3	17,5	4,7	9,9	2,6	0,3
28,0-30,0	5	17,4	2,3	0,6	1,3	0,3	0,0
<b>Totais</b>		<b>17,4</b>	<b>111,5</b>	<b>5,3</b>	<b>83,2</b>	<b>19,8</b>	<b>3,1</b>

### SORTIMENTO DE ÁRVORES REMOVIDAS NO CORTE FINAL (30 ANOS).

Diâmetros	Árv./Ha	Altura média	Volume total	Serraria I	Serraria II	Celulose	Energia
22,0-24,0	8	18,5	2,9	0,0	2,0	0,8	0,1
24,0-26,0	82	19,3	37,2	0,0	29,9	6,0	1,3
26,0-28,0	174	19,8	93,4	22,2	59,8	8,7	2,7
28,0-30,0	150	20,1	93,3	21,9	59,4	10,5	1,6
30,0-32,0	66	20,4	46,7	19,3	24,1	2,8	0,5
32,0-34,0	15	20,5	11,7	6,5	4,2	0,8	0,2
34,0-36,0	1	20,7	1,2	0,8	0,3	0,1	0,0
<b>Totais</b>		<b>20,4</b>	<b>286,5</b>	<b>70,7</b>	<b>179,6</b>	<b>29,7</b>	<b>6,4</b>

## CENÁRIO III – ARAUCÁRIA

### SisAraucaria

#### Araucaria angustifolia

Descrição: Exemplo 1

Índice de Sítio: 15,0

Densidade (árvores por hectare): 1667

Porcentagem de sobrevivência: 95 %

CO2 eq. = (Vol+30%)x(Dens. Básica: 0,44)x(C: 0,44)x(CO2: 3,66)

Idade	Alt. Dominante	Árvores / há	Diâmetro médio	Alt. média	Área Basal	Volume Total	I.M.A.	CO2 eq.
1	0,7	1584	0,2	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
2	2,3	1584	1,9	1,9	0,4	0,4	0,2	0,3
3	3,9	1584	4,2	3,3	2,2	3,3	1,1	3,1
4	5,4	1584	6,5	4,6	5,2	11,0	2,7	10,1
5	6,7	1584	8,4	5,7	8,9	23,4	4,7	21,6
6	7,9	1584	10,1	6,8	12,7	39,6	6,6	36,5
7	9,0	1584	11,5	7,7	16,5	58,5	8,4	53,9
8	10,0	1584	12,7	8,5	20,1	79,0	9,9	72,8
9	10,9	1584	13,8	9,3	23,6	100,7	11,2	92,7
10	11,7	1583	14,7	10,0	26,8	122,8	12,3	113,1

O povoamento foi desbastado pela remoção de 383 Árvores.

Idade	Alt. Dominante	Árvores / há	Diâmetro médio	Alt. média	Área Basal	Volume Total	I.M.A.	CO2 eq.
11	12,5	1200	17,6	10,8	29,1	144,7	14,9	133,3
12	13,2	1200	18,3	11,4	31,5	164,9	15,4	151,9
13	13,8	1199	18,9	11,9	33,8	184,7	15,7	170,1
14	14,4	1199	19,5	12,4	35,9	203,9	16,0	187,8
15	15,0	1198	20,0	12,8	37,8	222,5	16,1	204,9

O povoamento foi desbastado pela remoção de 398 Árvores.

Idade	Alt. Dominante	Árvores / há	Diâmetro médio	Alt. média	Área Basal	Volume Total	I.M.A.	CO2 eq.
16	15,5	800	22,6	15,5	32,2	229,7	19,1	211,6
17	16,0	799	23,1	16,0	33,6	247,8	19,1	228,3
18	16,5	799	23,6	16,5	35,0	265,4	19,0	244,5
19	17,0	798	24,0	17,0	36,2	282,4	18,9	260,1
20	17,4	798	24,4	17,4	37,4	298,8	18,7	275,3

O povoamento foi desbastado pela remoção de 298 Árvores.

Idade	Alt. Dominante	Árvores / há	Diâmetro médio	Alt. média	Área Basal	Volume Total	I.M.A.	CO2 eq.
21	17,8	500	25,0	17,8	24,5	200,4	18,5	184,6
22	18,2	500	25,4	18,2	25,3	211,6	18,1	194,9
23	18,6	499	25,8	18,5	26,1	222,4	17,8	204,9
24	18,9	499	26,2	18,9	26,9	232,9	17,5	214,6
25	19,3	499	26,5	19,2	27,6	243,0	17,2	223,9
26	19,6	498	26,9	19,5	28,2	252,7	16,9	232,8
27	19,9	498	27,2	19,7	28,9	261,9	16,6	241,3
28	20,2	498	27,5	20,0	29,5	270,7	16,4	249,3
29	20,5	497	27,8	20,2	30,1	278,9	16,1	256,9

30	20,8	496	28,0	20,4	30,6	286,5	15,8	263,9
31	21,1	496	28,3	20,5	31,1	293,5	15,5	270,4
32	21,3	495	28,5	20,6	31,6	299,9	15,2	276,3
33	21,6	494	28,8	20,7	32,1	305,7	14,9	281,6
34	21,8	493	29,0	20,8	32,5	310,9	14,7	286,4
35	22,1	492	29,2	20,8	32,9	315,5	14,4	290,6

Equação de Sítio: Embrapa

Equação de Volume: Embrapa

Equação de Sortimento: Embrapa

## DESBASTES

Idade	Volume Removido	Volume Remanescente
10	19,5	103,2
15	56,6	165,9
20	111,5	187,3

## PRODUÇÕES

### SORTIMENTO DE ÁRVORES REMOVIDAS NO DESBASTE (10 ANOS).

Diâmetros	Árv./Ha	Altura média	Volume total	Serraria I	Serraria II	Celulose	Energia
8,0-10,0	4	7,6	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1
10,0-12,0	87	8,5	5,3	0,0	0,0	2,9	2,4
12,0-14,0	227	9,2	7,5	0,0	0,0	6,1	1,3
14,0-16,0	61	7,4	6,1	0,0	0,0	4,9	1,3
16,0-18,0	4	8,5	0,5	0,0	0,0	0,4	0,1
<b>Totais</b>		<b>9,1</b>	<b>19,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>14,4</b>	<b>5,2</b>

### SORTIMENTO DE ÁRVORES REMOVIDAS NO DESBASTE (15 ANOS).

Diâmetros	Árv./Ha	Altura média	Volume total	Serraria I	Serraria II	Celulose	Energia
14,0-16,0	5	11,5	0,7	0,0	0,0	0,6	0,1
16,0-18,0	150	12,1	29,6	0,0	0,0	26,2	3,4
18,0-20,0	190	12,6	11,8	0,0	4,7	6,2	0,8
20,0-22,0	48	11,0	12,7	0,0	5,7	6,0	1,0
22,0-24,0	5	11,3	1,7	0,0	1,2	0,4	0,1
<b>Totais</b>		<b>11,6</b>	<b>56,6</b>	<b>0,0</b>	<b>11,7</b>	<b>39,4</b>	<b>5,5</b>

### SORTIMENTO DE ÁRVORES REMOVIDAS NO DESBASTE (20 ANOS).

Diâmetros	Árv./Ha	Altura média	Volume total	Serraria I	Serraria II	Celulose	Energia
20,0-22,0	11	16,9	3,3	0,0	1,8	1,3	0,2
22,0-24,0	118	17,2	39,7	0,0	28,7	9,9	1,1
24,0-26,0	125	17,3	48,6	0,0	41,5	5,6	1,5
26,0-28,0	39	17,3	17,5	4,7	9,9	2,6	0,3
28,0-30,0	5	17,4	2,3	0,6	1,3	0,3	0,0
<b>Totais</b>		<b>17,4</b>	<b>111,5</b>	<b>5,3</b>	<b>83,2</b>	<b>19,8</b>	<b>3,1</b>

### SORTIMENTO DE ÁRVORES REMOVIDAS NO CORTE FINAL (35 ANOS).

Diâmetros	Árv./Ha	Altura média	Volume total	Serraria I	Serraria II	Celulose	Energia
22,0-24,0	1	18,6	0,5	0,0	0,4	0,2	0,0
24,0-26,0	35	19,4	15,4	0,0	12,3	2,5	0,6
26,0-28,0	125	20,0	66,7	15,7	42,6	7,4	1,1
28,0-30,0	166	20,6	105,2	24,2	66,4	12,4	2,2
30,0-32,0	113	21,0	83,2	33,5	42,9	5,4	1,3

32,0-34,0	43	21,3	35,9	19,5	12,8	3,2	0,4
34,0-36,0	8	21,6	7,9	5,2	2,2	0,4	0,1
36,0-38,0	1	21,8	0,7	0,5	0,1	0,0	0,0
<b>Totais</b>		<b>20,8</b>	<b>315,5</b>	<b>98,7</b>	<b>179,7</b>	<b>31,5</b>	<b>5,6</b>

## CENÁRIO IV – ARAUCÁRIA

### SisAraucaria

#### Araucaria angustifolia

Descrição: Exemplo 1

Índice de Sítio: 15,0

Densidade (árvores por hectare): 1667

Porcentagem de sobrevivência: 95 %

CO2 eq. = (Vol+30%)x(Dens. Básica: 0,44)x(C: 0,44)x(CO2: 3,66)

Idade	Alt. Dominante	Árvores / há	Diâmetro médio	Alt. média	Área Basal	Volume Total	I.M.A.	CO2 eq.
1	0,7	1584	0,2	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
2	2,3	1584	1,9	1,9	0,4	0,4	0,2	0,3
3	3,9	1584	4,2	3,3	2,2	3,3	1,1	3,1
4	5,4	1584	6,5	4,6	5,2	11,0	2,7	10,1
5	6,7	1584	8,4	5,7	8,9	23,4	4,7	21,6
6	7,9	1584	10,1	6,8	12,7	39,6	6,6	36,5
7	9,0	1584	11,5	7,7	16,5	58,5	8,4	53,9
8	10,0	1584	12,7	8,5	20,1	79,0	9,9	72,8
9	10,9	1584	13,8	9,3	23,6	100,7	11,2	92,7
10	11,7	1583	14,7	10,0	26,8	122,8	12,3	113,1

O povoamento foi desbastado pela remoção de 383 Árvores.

Idade	Alt. Dominante	Árvores / há	Diâmetro médio	Alt. média	Área Basal	Volume Total	I.M.A.	CO2 eq.
11	12,5	1200	17,6	10,8	29,1	144,7	14,9	133,3
12	13,2	1200	18,3	11,4	31,5	164,9	15,4	151,9
13	13,8	1199	18,9	11,9	33,8	184,7	15,7	170,1
14	14,4	1199	19,5	12,4	35,9	203,9	16,0	187,8
15	15,0	1198	20,0	12,8	37,8	222,5	16,1	204,9

O povoamento foi desbastado pela remoção de 398 Árvores.

Idade	Alt. Dominante	Árvores / há	Diâmetro médio	Alt. média	Área Basal	Volume Total	I.M.A.	CO2 eq.
16	15,5	800	22,6	15,5	32,2	229,7	19,1	211,6
17	16,0	799	23,1	16,0	33,6	247,8	19,1	228,3
18	16,5	799	23,6	16,5	35,0	265,4	19,0	244,5
19	17,0	798	24,0	17,0	36,2	282,4	18,9	260,1
20	17,4	798	24,4	17,4	37,4	298,8	18,7	275,3

O povoamento foi desbastado pela remoção de 298 Árvores.

Idade	Alt. Dominante	Árvores / há	Diâmetro médio	Alt. média	Área Basal	Volume Total	I.M.A.	CO2 eq.
21	17,8	500	25,0	17,8	24,5	200,4	18,5	184,6
22	18,2	500	25,4	18,2	25,3	211,6	18,1	194,9
23	18,6	499	25,8	18,5	26,1	222,4	17,8	204,9



24	18,9	499	26,2	18,9	26,9	232,9	17,5	214,6
25	19,3	499	26,5	19,2	27,6	243,0	17,2	223,9
26	19,6	498	26,9	19,5	28,2	252,7	16,9	232,8
27	19,9	498	27,2	19,7	28,9	261,9	16,6	241,3
28	20,2	498	27,5	20,0	29,5	270,7	16,4	249,3
29	20,5	497	27,8	20,2	30,1	278,9	16,1	256,9
30	20,8	496	28,0	20,4	30,6	286,5	15,8	263,9
31	21,1	496	28,3	20,5	31,1	293,5	15,5	270,4
32	21,3	495	28,5	20,6	31,6	299,9	15,2	276,3
33	21,6	494	28,8	20,7	32,1	305,7	14,9	281,6
34	21,8	493	29,0	20,8	32,5	310,9	14,7	286,4
35	22,1	492	29,2	20,8	32,9	315,5	14,4	290,6
36	22,3	491	29,4	20,9	33,3	319,6	14,1	294,4
37	22,5	490	29,6	20,9	33,7	323,2	13,8	297,7
38	22,7	488	29,8	20,9	34,0	326,5	13,5	300,7
39	22,9	487	30,0	20,9	34,3	329,5	13,3	303,5
40	23,1	485	30,1	20,8	34,6	332,2	13,0	306,0

Equação de Sítio: Embrapa

Equação de Volume: Embrapa

Equação de Sortimento: Embrapa

## DESBASTES

Idade	Volume Removido	Volume Remanescente
10	19,5	103,2
15	56,6	165,9
20	111,5	187,3

## PRODUÇÕES

### SORTIMENTO DE ÁRVORES REMOVIDAS NO DESBASTE (10 ANOS).

Diâmetros	Árv./Ha	Altura média	Volume total	Serraria I	Serraria II	Celulose	Energia
8,0-10,0	4	7,6	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1
10,0-12,0	87	8,5	5,3	0,0	0,0	2,9	2,4
12,0-14,0	227	9,2	7,5	0,0	0,0	6,1	1,3
14,0-16,0	61	7,4	6,1	0,0	0,0	4,9	1,3
16,0-18,0	4	8,5	0,5	0,0	0,0	0,4	0,1
<b>Totais</b>		<b>9,1</b>	<b>19,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>14,4</b>	<b>5,2</b>

### SORTIMENTO DE ÁRVORES REMOVIDAS NO DESBASTE (15 ANOS).

Diâmetros	Árv./Ha	Altura média	Volume total	Serraria I	Serraria II	Celulose	Energia
14,0-16,0	5	11,5	0,7	0,0	0,0	0,6	0,1
16,0-18,0	150	12,1	29,6	0,0	0,0	26,2	3,4
18,0-20,0	190	12,6	11,8	0,0	4,7	6,2	0,8
20,0-22,0	48	11,0	12,7	0,0	5,7	6,0	1,0
22,0-24,0	5	11,3	1,7	0,0	1,2	0,4	0,1
<b>Totais</b>		<b>11,6</b>	<b>56,6</b>	<b>0,0</b>	<b>11,7</b>	<b>39,4</b>	<b>5,5</b>

### SORTIMENTO DE ÁRVORES REMOVIDAS NO DESBASTE (20 ANOS).

Diâmetros	Árv./Ha	Altura média	Volume total	Serraria I	Serraria II	Celulose	Energia
20,0-22,0	11	16,9	3,3	0,0	1,8	1,3	0,2
22,0-24,0	118	17,2	39,7	0,0	28,7	9,9	1,1
24,0-26,0	125	17,3	48,6	0,0	41,5	5,6	1,5
26,0-28,0	39	17,3	17,5	4,7	9,9	2,6	0,3

28,0-30,0	5	17,4	2,3	0,6	1,3	0,3	0,0
<b>Totais</b>		<b>17,4</b>	<b>111,5</b>	<b>5,3</b>	<b>83,2</b>	<b>19,8</b>	<b>3,1</b>

### SORTIMENTO DE ÁRVORES REMOVIDAS NO CORTE FINAL (40 ANOS).

Diâmetros	Árv./Ha	Altura média	Volume total	Serraria I	Serraria II	Celulose	Energia
24,0-26,0	14	19,6	6,4	0,0	5,1	1,2	0,1
26,0-28,0	81	20,1	42,5	10,0	27,1	4,8	0,7
28,0-30,0	151	20,7	93,3	38,1	40,6	13,4	1,2
30,0-32,0	139	21,2	101,6	40,7	52,3	6,8	1,8
32,0-34,0	74	21,7	62,7	33,7	22,3	5,8	0,9
34,0-36,0	22	22,1	21,7	14,2	6,2	1,1	0,2
36,0-38,0	3	22,5	3,7	2,7	0,6	0,2	0,0
<b>Totais</b>		<b>20,8</b>	<b>332,2</b>	<b>139,4</b>	<b>154,3</b>	<b>33,3</b>	<b>5,0</b>

## CENÁRIO I – PINUS

### SisPinus

### TABELA DE CRESCIMENTO E PRODUÇÃO (Pinus taeda)

Descrição: Pinus

Índice de Sítio): 20,0

Densidade (árvores por hectare): 1667

Percentagem de sobrevivência: 95 %

Idade	Alt. Dominante	Num. Árvores	Diametro médio	Alt. média	Área Basal	Volume Total	I.M.A.	tCO2
1	0,6	1584	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	1,4
2	2,4	1584	2,0	2,0	0,5	0,5	0,2	3,1
3	4,5	1584	5,1	3,8	3,2	5,5	1,8	8,6
4	6,4	1584	8,0	5,6	8,1	20,2	5,0	21,9
5	8,2	1584	10,6	7,2	13,9	44,9	9,0	43,5
6	9,9	1583	12,6	8,7	19,9	77,3	12,9	71,5
7	11,4	1582	14,4	10,0	25,6	115,1	16,4	103,9
8	12,8	1581	15,8	11,2	31,0	156,2	19,5	139,0
9	14,1	1577	17,1	12,3	36,0	199,0	22,1	175,4
10	15,3	1572	18,1	13,3	40,6	242,4	24,2	212,4

O povoamento foi desbastado pela remoção de 372 Árvores.

Idade	Alt. Dominante	Num. Árvores	Diametro médio	Alt. média	Área Basal	Volume Total	I.M.A.	tCO2
11	17,0	1196	20,5	15,0	39,5	267,3	27,3	230,6
12	18,0	1190	21,4	15,9	42,7	305,9	28,2	263,2
13	19,0	1183	22,2	16,7	45,6	343,5	29,0	295,1
14	19,9	1175	22,9	17,5	48,2	379,9	29,5	325,8
15	20,8	1164	23,5	18,2	50,6	414,7	29,9	355,4

O povoamento foi desbastado pela remoção de 364 Árvores.

Idade	Alt. Dominante	Num. Árvores	Diametro médio	Alt. média	Área Basal	Volume Total	I.M.A.	tCO2
16	21,7	794	24,7	19,8	38,2	340,5	29,1	290,3
17	22,5	787	25,4	20,5	40,1	369,3	29,0	314,5
18	23,3	780	26,1	21,1	41,7	396,3	28,9	337,3
19	24,0	772	26,6	21,8	43,0	421,7	28,7	358,7

20      24,7                  763                  27,2                  22,4                  44,2                  445,6                  28,5                  378,8

O povoamento foi desbastado pela remoção de 263 Árvores.

Idade	Alt. Dominante	Num. Árvores	Diametro médio	Alt. média	Área Basal	Volume Total	I.M.A.	tCO2
21	25,1	499	28,2	23,0	31,0	322,0	28,6	273,3
22	25,7	497	28,7	23,6	32,2	342,6	28,2	290,6
23	26,4	495	29,3	24,2	33,4	362,7	27,9	307,5
24	27,0	494	29,8	24,7	34,4	382,4	27,5	324,0
25	27,5	492	30,3	25,2	35,4	401,6	27,2	340,2

Equação de Sítio: Embrapa

Equação de Volume: Embrapa

Equação de sortimento: Embrapa

Equação de CO2: Corte e Sanquetta (2007)

## DESBASTES

Idade	Volume Removido	Volume Remanescente
10	33,0	209,4
15	91,5	323,3
20	153,6	292,0

## PRODUÇÕES

TABELA DE FREQUÊNCIA PARA ÁRVORES REMOVIDAS NO DESBASTE (10 ANOS).

Lim. classe	N/Ha.	Altura média	Volume total	Serraria I	Serraria II	Celulose	Energia
8,0-10,0	2	10,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
10,0-12,0	19	11,1	1,3	0,0	0,0	0,7	0,6
12,0-14,0	92	11,7	9,3	0,0	0,0	7,8	1,5
14,0-16,0	164	12,3	5,6	0,0	0,0	4,6	1,0
16,0-18,0	66	9,8	10,6	0,0	0,0	9,7	0,9
18,0-20,0	26	10,4	5,2	0,0	2,5	2,4	0,3
20,0-22,0	4	11,2	1,0	0,0	0,4	0,4	0,1
<b>Totais</b>		<b>12,0</b>	<b>33,0</b>	<b>0,0</b>	<b>2,9</b>	<b>25,6</b>	<b>4,5</b>

TABELA DE FREQUÊNCIA PARA ÁRVORES REMOVIDAS NO DESBASTE (15 ANOS).

Lim. classe	N/Ha.	Altura média	Volume total	Serraria I	Serraria II	Celulose	Energia
16,0-18,0	10	16,1	2,6	0,0	0,9	1,5	0,2
18,0-20,0	118	17,1	37,8	0,0	21,3	13,8	2,8
20,0-22,0	156	17,7	13,4	0,0	7,4	5,5	0,6
22,0-24,0	54	15,5	23,7	0,0	18,8	3,5	1,4
24,0-26,0	21	15,8	10,7	0,0	8,4	2,1	0,3
26,0-28,0	5	16,2	2,8	0,0	2,2	0,6	0,1
<b>Totais</b>		<b>16,9</b>	<b>91,5</b>	<b>0,0</b>	<b>58,9</b>	<b>26,9</b>	<b>5,3</b>

TABELA DE FREQUÊNCIA PARA ÁRVORES REMOVIDAS NO DESBASTE (20 ANOS).

Lim. classe	N/Ha.	Altura média	Volume total	Serraria I	Serraria II	Celulose	Energia
22,0-24,0	19	21,0	7,8	0,0	6,1	1,5	0,2
24,0-26,0	80	22,0	38,2	0,0	29,1	7,7	1,4
26,0-28,0	80	22,6	45,9	11,9	27,4	5,3	1,3

28,0-30,0	51	23,0	34,7	8,8	20,5	4,8	0,5
30,0-32,0	24	23,5	19,0	8,4	9,0	1,4	0,2
32,0-34,0	8	23,9	6,8	4,1	2,2	0,5	0,1
34,0-36,0	1	24,5	1,1	0,8	0,3	0,0	0,0
<b>Totais</b>		<b>22,4</b>	<b>153,6</b>	<b>34,0</b>	<b>94,6</b>	<b>21,3</b>	<b>3,7</b>

TABELA DE FREQUÊNCIA PARA ÁRVORES REMOVIDAS NO CORTE FINAL (25 ANOS).

Lim. classe	N/Ha.	Altura média	Volume total	Serraria I	Serraria II	Celulose	Energia
24,0-26,0	29	23,8	15,5	0,0	12,8	2,3	0,3
26,0-28,0	98	24,6	61,3	14,7	35,2	9,6	1,7
28,0-30,0	126	25,1	93,1	22,0	60,7	8,3	2,1
30,0-32,0	111	25,5	95,1	39,4	44,4	10,2	1,1
32,0-34,0	75	25,9	74,1	41,3	28,0	4,2	0,6
34,0-36,0	38	26,4	43,4	29,4	11,0	2,6	0,4
36,0-38,0	13	26,8	16,4	12,7	2,5	1,1	0,2
38,0-40,0	2	27,4	2,5	1,9	0,5	0,1	0,0
<b>Totais</b>		<b>25,2</b>	<b>401,6</b>	<b>161,5</b>	<b>195,1</b>	<b>38,4</b>	<b>6,5</b>

## CENÁRIO II – PINUS

### SisPinus

#### TABELA DE CRESCIMENTO E PRODUÇÃO (Pinus taeda)

Descrição: Pinus

Índice de Sítio): 20,0

Densidade (árvores por hectare): 1667

Percentagem de sobrevivência: 95 %

Idade	Alt. Dominante	Num. Árvores	Diametro médio	Alt. média	Área Basal	Volume Total	I.M.A.	tCO2
1	0,6	1584	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	1,4
2	2,4	1584	2,0	2,0	0,5	0,5	0,2	3,1
3	4,5	1584	5,1	3,8	3,2	5,5	1,8	8,6
4	6,4	1584	8,0	5,6	8,1	20,2	5,0	21,9
5	8,2	1584	10,6	7,2	13,9	44,9	9,0	43,5
6	9,9	1583	12,6	8,7	19,9	77,3	12,9	71,5
7	11,4	1582	14,4	10,0	25,6	115,1	16,4	103,9
8	12,8	1581	15,8	11,2	31,0	156,2	19,5	139,0
9	14,1	1577	17,1	12,3	36,0	199,0	22,1	175,4
10	15,3	1572	18,1	13,3	40,6	242,4	24,2	212,4

O povoamento foi desbastado pela remoção de 372 Árvores.

Idade	Alt. Dominante	Num. Árvores	Diametro médio	Alt. média	Área Basal	Volume Total	I.M.A.	tCO2
11	17,0	1196	20,5	15,0	39,5	267,3	27,3	230,6
12	18,0	1190	21,4	15,9	42,7	305,9	28,2	263,2
13	19,0	1183	22,2	16,7	45,6	343,5	29,0	295,1
14	19,9	1175	22,9	17,5	48,2	379,9	29,5	325,8
15	20,8	1164	23,5	18,2	50,6	414,7	29,9	355,4

O povoamento foi desbastado pela remoção de 364 Árvores.

Idade	Alt. Dominante	Num. árvores	Diametro médio	Alt. média	Área	Volume Total	I.M.A.	tCO2
-------	----------------	--------------	----------------	------------	------	--------------	--------	------

					Basal				
16	21,7	794	24,7	19,8	38,2	340,5	29,1	290,3	
17	22,5	787	25,4	20,5	40,1	369,3	29,0	314,5	
18	23,3	780	26,1	21,1	41,7	396,3	28,9	337,3	
19	24,0	772	26,6	21,8	43,0	421,7	28,7	358,7	
20	24,7	763	27,2	22,4	44,2	445,6	28,5	378,8	

O povoamento foi desbastado pela remoção de 263 Árvores.

Idade	Alt. Dominante	Num. Árvores	Diametro médio	Alt. média	Área Basal	Volume Total	I.M.A.	tCO2
21	25,1	499	28,2	23,0	31,0	322,0	28,6	273,3
22	25,7	497	28,7	23,6	32,2	342,6	28,2	290,6
23	26,4	495	29,3	24,2	33,4	362,7	27,9	307,5
24	27,0	494	29,8	24,7	34,4	382,4	27,5	324,0
25	27,5	492	30,3	25,2	35,4	401,6	27,2	340,2
26	28,1	490	30,7	25,7	36,3	420,5	26,9	356,1
27	28,6	487	31,2	26,2	37,2	438,9	26,6	371,5
28	29,2	485	31,6	26,7	38,0	456,9	26,3	386,7
29	29,7	483	32,0	27,2	38,7	474,4	25,9	401,4
30	30,2	480	32,3	27,7	39,4	491,4	25,7	415,8

Equação de Sítio: Embrapa

Equação de Volume: Embrapa

Equação de sortimento: Embrapa

Equação de CO2: Corte e Sanquetta (2007)

## DESBASTES

Idade	Volume Removido	Volume Remanescente
10	33,0	209,4
15	91,5	323,3
20	153,6	292,0

## PRODUÇÕES

TABELA DE FREQUÊNCIA PARA ÁRVORES REMOVIDAS NO DESBASTE (10 ANOS).

Lim. classe	N/Ha.	Altura média	Volume total	Serraria I	Serraria II	Celulose	Energia
8,0-10,0	2	10,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
10,0-12,0	19	11,1	1,3	0,0	0,0	0,7	0,6
12,0-14,0	92	11,7	9,3	0,0	0,0	7,8	1,5
14,0-16,0	164	12,3	5,6	0,0	0,0	4,6	1,0
16,0-18,0	66	9,8	10,6	0,0	0,0	9,7	0,9
18,0-20,0	26	10,4	5,2	0,0	2,5	2,4	0,3
20,0-22,0	4	11,2	1,0	0,0	0,4	0,4	0,1
<b>Totais</b>		<b>12,0</b>	<b>33,0</b>	<b>0,0</b>	<b>2,9</b>	<b>25,6</b>	<b>4,5</b>

TABELA DE FREQUÊNCIA PARA ÁRVORES REMOVIDAS NO DESBASTE (15 ANOS).

Lim. classe	N/Ha.	Altura média	Volume total	Serraria I	Serraria II	Celulose	Energia
16,0-18,0	10	16,1	2,6	0,0	0,9	1,5	0,2
18,0-20,0	118	17,1	37,8	0,0	21,3	13,8	2,8
20,0-22,0	156	17,7	13,4	0,0	7,4	5,5	0,6
22,0-24,0	54	15,5	23,7	0,0	18,8	3,5	1,4
24,0-26,0	21	15,8	10,7	0,0	8,4	2,1	0,3
26,0-28,0	5	16,2	2,8	0,0	2,2	0,6	0,1



Idade	Alt. Dominante	Num. Árvores	Diametro médio	Alt. média	Área Basal	Volume Total	I.M.A.	tCO <sub>2</sub>
11	17,0	1196	20,5	15,0	39,5	267,3	27,3	230,6
12	18,0	1190	21,4	15,9	42,7	305,9	28,2	263,2
13	19,0	1183	22,2	16,7	45,6	343,5	29,0	295,1
14	19,9	1175	22,9	17,5	48,2	379,9	29,5	325,8
15	20,8	1164	23,5	18,2	50,6	414,7	29,9	355,4

O povoamento foi desbastado pela remoção de 364 Árvores.

Idade	Alt. Dominante	Num. Árvores	Diametro médio	Alt. média	Área Basal	Volume Total	I.M.A.	tCO <sub>2</sub>
16	21,7	794	24,7	19,8	38,2	340,5	29,1	290,3
17	22,5	787	25,4	20,5	40,1	369,3	29,0	314,5
18	23,3	780	26,1	21,1	41,7	396,3	28,9	337,3
19	24,0	772	26,6	21,8	43,0	421,7	28,7	358,7
20	24,7	763	27,2	22,4	44,2	445,6	28,5	378,8

O povoamento foi desbastado pela remoção de 263 Árvores.

Idade	Alt. Dominante	Num. Árvores	Diametro médio	Alt. média	Área Basal	Volume Total	I.M.A.	tCO <sub>2</sub>
21	25,1	499	28,2	23,0	31,0	322,0	28,6	273,3
22	25,7	497	28,7	23,6	32,2	342,6	28,2	290,6
23	26,4	495	29,3	24,2	33,4	362,7	27,9	307,5
24	27,0	494	29,8	24,7	34,4	382,4	27,5	324,0
25	27,5	492	30,3	25,2	35,4	401,6	27,2	340,2
26	28,1	490	30,7	25,7	36,3	420,5	26,9	356,1
27	28,6	487	31,2	26,2	37,2	438,9	26,6	371,5
28	29,2	485	31,6	26,7	38,0	456,9	26,3	386,7
29	29,7	483	32,0	27,2	38,7	474,4	25,9	401,4
30	30,2	480	32,3	27,7	39,4	491,4	25,7	415,8
31	30,7	478	32,7	28,2	40,1	508,0	25,4	429,7
32	31,2	475	33,0	28,6	40,7	524,1	25,1	443,3
33	31,6	472	33,3	29,1	41,2	539,7	24,8	456,4
34	32,1	470	33,6	29,5	41,7	554,8	24,5	469,1
35	32,5	467	33,9	30,0	42,2	569,4	24,2	481,4

Equação de Sítio: Embrapa

Equação de Volume: Embrapa

Equação de sortimento: Embrapa

Equação de CO<sub>2</sub>: Corte e Sanquetta (2007)

## DESBASTES

Idade	Volume Removido	Volume Remanescente
10	33,0	209,4
15	91,5	323,3
20	153,6	292,0

## PRODUÇÕES

TABELA DE FREQUÊNCIA PARA ÁRVORES REMOVIDAS NO DESBASTE (10 ANOS).

Lim. classe	N/Ha.	Altura média	Volume total	Serraria I	Serraria II	Celulose	Energia
8,0-10,0	2	10,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
10,0-12,0	19	11,1	1,3	0,0	0,0	0,7	0,6
12,0-14,0	92	11,7	9,3	0,0	0,0	7,8	1,5

14,0-16,0	164	12,3	5,6	0,0	0,0	4,6	1,0
16,0-18,0	66	9,8	10,6	0,0	0,0	9,7	0,9
18,0-20,0	26	10,4	5,2	0,0	2,5	2,4	0,3
20,0-22,0	4	11,2	1,0	0,0	0,4	0,4	0,1
<b>Totais</b>		<b>12,0</b>	<b>33,0</b>	<b>0,0</b>	<b>2,9</b>	<b>25,6</b>	<b>4,5</b>

TABELA DE FREQUÊNCIA PARA ÁRVORES REMOVIDAS NO DESBASTE  
(15 ANOS).

Lim. classe	N/Ha.	Altura média	Volume total	Serraria I	Serraria II	Celulose	Energia
16,0-18,0	10	16,1	2,6	0,0	0,9	1,5	0,2
18,0-20,0	118	17,1	37,8	0,0	21,3	13,8	2,8
20,0-22,0	156	17,7	13,4	0,0	7,4	5,5	0,6
22,0-24,0	54	15,5	23,7	0,0	18,8	3,5	1,4
24,0-26,0	21	15,8	10,7	0,0	8,4	2,1	0,3
26,0-28,0	5	16,2	2,8	0,0	2,2	0,6	0,1
<b>Totais</b>		<b>16,9</b>	<b>91,5</b>	<b>0,0</b>	<b>58,9</b>	<b>26,9</b>	<b>5,3</b>

TABELA DE FREQUÊNCIA PARA ÁRVORES REMOVIDAS NO DESBASTE  
(20 ANOS).

Lim. classe	N/Ha.	Altura média	Volume total	Serraria I	Serraria II	Celulose	Energia
22,0-24,0	19	21,0	7,8	0,0	6,1	1,5	0,2
24,0-26,0	80	22,0	38,2	0,0	29,1	7,7	1,4
26,0-28,0	80	22,6	45,9	11,9	27,4	5,3	1,3
28,0-30,0	51	23,0	34,7	8,8	20,5	4,8	0,5
30,0-32,0	24	23,5	19,0	8,4	9,0	1,4	0,2
32,0-34,0	8	23,9	6,8	4,1	2,2	0,5	0,1
34,0-36,0	1	24,5	1,1	0,8	0,3	0,0	0,0
<b>Totais</b>		<b>22,4</b>	<b>153,6</b>	<b>34,0</b>	<b>94,6</b>	<b>21,3</b>	<b>3,7</b>

TABELA DE FREQUÊNCIA PARA ÁRVORES REMOVIDAS NO CORTE FINAL  
(35 ANOS).

Lim. classe	N/Ha.	Altura média	Volume total	Serraria I	Serraria II	Celulose	Energia
26,0-28,0	11	27,7	7,9	1,7	5,0	1,0	0,2
28,0-30,0	53	28,6	44,5	16,8	23,1	4,0	0,5
30,0-32,0	91	29,2	89,2	45,5	33,8	8,5	1,4
32,0-34,0	102	29,8	116,5	72,4	36,4	6,3	1,4
34,0-36,0	90	30,3	117,7	84,3	24,9	7,7	0,8
36,0-38,0	65	30,7	96,1	68,2	24,2	2,6	1,1
38,0-40,0	37	31,1	61,9	48,9	10,4	2,3	0,4
40,0-42,0	15	31,6	28,3	22,1	4,8	1,1	0,2
42,0-44,0	3	32,1	6,9	5,8	0,9	0,1	0,0
<b>Totais</b>		<b>30,0</b>	<b>569,4</b>	<b>365,8</b>	<b>163,5</b>	<b>33,6</b>	<b>6,1</b>

## CENÁRIO IV – PINUS

### SisPinus

#### TABELA DE CRESCIMENTO E PRODUÇÃO (Pinus taeda)

Descrição: Pinus  
Índice de Sítio): 20,0  
Densidade (árvores por hectare): 1667  
Porcentagem de sobrevivência: 95 %



Idade	Alt. Dominante	Num. Árvores	Diametro médio	Alt. média	Área Basal	Volume Total	I.M.A.	tCO2
1	0,6	1584	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	1,4
2	2,4	1584	2,0	2,0	0,5	0,5	0,2	3,1
3	4,5	1584	5,1	3,8	3,2	5,5	1,8	8,6
4	6,4	1584	8,0	5,6	8,1	20,2	5,0	21,9
5	8,2	1584	10,6	7,2	13,9	44,9	9,0	43,5
6	9,9	1583	12,6	8,7	19,9	77,3	12,9	71,5
7	11,4	1582	14,4	10,0	25,6	115,1	16,4	103,9
8	12,8	1581	15,8	11,2	31,0	156,2	19,5	139,0
9	14,1	1577	17,1	12,3	36,0	199,0	22,1	175,4
10	15,3	1572	18,1	13,3	40,6	242,4	24,2	212,4

O povoamento foi desbastado pela remoção de 372 Árvores.

Idade	Alt. Dominante	Num. Árvores	Diametro médio	Alt. média	Área Basal	Volume Total	I.M.A.	tCO2
11	17,0	1196	20,5	15,0	39,5	267,3	27,3	230,6
12	18,0	1190	21,4	15,9	42,7	305,9	28,2	263,2
13	19,0	1183	22,2	16,7	45,6	343,5	29,0	295,1
14	19,9	1175	22,9	17,5	48,2	379,9	29,5	325,8
15	20,8	1164	23,5	18,2	50,6	414,7	29,9	355,4

O povoamento foi desbastado pela remoção de 364 Árvores.

Idade	Alt. Dominante	Num. Árvores	Diametro médio	Alt. média	Área Basal	Volume Total	I.M.A.	tCO2
16	21,7	794	24,7	19,8	38,2	340,5	29,1	290,3
17	22,5	787	25,4	20,5	40,1	369,3	29,0	314,5
18	23,3	780	26,1	21,1	41,7	396,3	28,9	337,3
19	24,0	772	26,6	21,8	43,0	421,7	28,7	358,7
20	24,7	763	27,2	22,4	44,2	445,6	28,5	378,8

O povoamento foi desbastado pela remoção de 263 Árvores.

Idade	Alt. Dominante	Num. Árvores	Diametro médio	Alt. média	Área Basal	Volume Total	I.M.A.	tCO2
21	25,1	499	28,2	23,0	31,0	322,0	28,6	273,3
22	25,7	497	28,7	23,6	32,2	342,6	28,2	290,6
23	26,4	495	29,3	24,2	33,4	362,7	27,9	307,5
24	27,0	494	29,8	24,7	34,4	382,4	27,5	324,0
25	27,5	492	30,3	25,2	35,4	401,6	27,2	340,2
26	28,1	490	30,7	25,7	36,3	420,5	26,9	356,1
27	28,6	487	31,2	26,2	37,2	438,9	26,6	371,5
28	29,2	485	31,6	26,7	38,0	456,9	26,3	386,7
29	29,7	483	32,0	27,2	38,7	474,4	25,9	401,4
30	30,2	480	32,3	27,7	39,4	491,4	25,7	415,8
31	30,7	478	32,7	28,2	40,1	508,0	25,4	429,7
32	31,2	475	33,0	28,6	40,7	524,1	25,1	443,3
33	31,6	472	33,3	29,1	41,2	539,7	24,8	456,4
34	32,1	470	33,6	29,5	41,7	554,8	24,5	469,1
35	32,5	467	33,9	30,0	42,2	569,4	24,2	481,4
36	32,9	464	34,2	30,4	42,6	583,4	23,9	493,3
37	33,3	461	34,5	30,9	43,0	596,9	23,7	504,6
38	33,7	458	34,7	31,3	43,3	609,9	23,4	515,6
39	34,0	455	34,9	31,7	43,6	622,3	23,1	526,0
40	34,4	452	35,2	32,1	43,9	634,1	22,8	536,0

Equação de Sítio: Embrapa

Equação de Volume: Embrapa

Equação de sortimento: Embrapa

Equação de CO<sub>2</sub>: Corte e Sanquetta (2007)

## DESBASTES

Idade	Volume Removido	Volume Remanescente
10	33,0	209,4
15	91,5	323,3
20	153,6	292,0

## PRODUÇÕES

TABELA DE FREQUÊNCIA PARA ÁRVORES REMOVIDAS NO DESBASTE (10 ANOS).

Lim. classe	N/Ha.	Altura média	Volume total	Serraria I	Serraria II	Celulose	Energia
8,0-10,0	2	10,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
10,0-12,0	19	11,1	1,3	0,0	0,0	0,7	0,6
12,0-14,0	92	11,7	9,3	0,0	0,0	7,8	1,5
14,0-16,0	164	12,3	5,6	0,0	0,0	4,6	1,0
16,0-18,0	66	9,8	10,6	0,0	0,0	9,7	0,9
18,0-20,0	26	10,4	5,2	0,0	2,5	2,4	0,3
20,0-22,0	4	11,2	1,0	0,0	0,4	0,4	0,1
<b>Totais</b>		<b>12,0</b>	<b>33,0</b>	<b>0,0</b>	<b>2,9</b>	<b>25,6</b>	<b>4,5</b>

TABELA DE FREQUÊNCIA PARA ÁRVORES REMOVIDAS NO DESBASTE (15 ANOS).

Lim. classe	N/Ha.	Altura média	Volume total	Serraria I	Serraria II	Celulose	Energia
16,0-18,0	10	16,1	2,6	0,0	0,9	1,5	0,2
18,0-20,0	118	17,1	37,8	0,0	21,3	13,8	2,8
20,0-22,0	156	17,7	13,4	0,0	7,4	5,5	0,6
22,0-24,0	54	15,5	23,7	0,0	18,8	3,5	1,4
24,0-26,0	21	15,8	10,7	0,0	8,4	2,1	0,3
26,0-28,0	5	16,2	2,8	0,0	2,2	0,6	0,1
<b>Totais</b>		<b>16,9</b>	<b>91,5</b>	<b>0,0</b>	<b>58,9</b>	<b>26,9</b>	<b>5,3</b>

TABELA DE FREQUÊNCIA PARA ÁRVORES REMOVIDAS NO DESBASTE (20 ANOS).

Lim. classe	N/Ha.	Altura média	Volume total	Serraria I	Serraria II	Celulose	Energia
22,0-24,0	19	21,0	7,8	0,0	6,1	1,5	0,2
24,0-26,0	80	22,0	38,2	0,0	29,1	7,7	1,4
26,0-28,0	80	22,6	45,9	11,9	27,4	5,3	1,3
28,0-30,0	51	23,0	34,7	8,8	20,5	4,8	0,5
30,0-32,0	24	23,5	19,0	8,4	9,0	1,4	0,2
32,0-34,0	8	23,9	6,8	4,1	2,2	0,5	0,1
34,0-36,0	1	24,5	1,1	0,8	0,3	0,0	0,0
<b>Totais</b>		<b>22,4</b>	<b>153,6</b>	<b>34,0</b>	<b>94,6</b>	<b>21,3</b>	<b>3,7</b>

TABELA DE FREQUÊNCIA PARA ÁRVORES REMOVIDAS NO CORTE FINAL (40 ANOS).

Lim. classe	N/Ha.	Altura média	Volume total	Serraria I	Serraria II	Celulose	Energia
26,0-28,0	2	28,8	1,7	0,4	1,1	0,3	0,0
28,0-30,0	28	30,0	24,5	8,9	12,6	2,5	0,5
30,0-32,0	68	30,8	70,1	34,4	30,2	4,2	1,2
32,0-34,0	92	31,4	111,0	66,4	35,1	8,3	1,2

34,0-36,0	93	32,0	129,5	89,4	33,5	5,4	1,2
36,0-38,0	77	32,5	121,5	93,5	21,3	5,4	1,3
38,0-40,0	52	32,9	93,0	70,9	16,5	5,1	0,6
40,0-42,0	28	33,4	55,5	46,1	7,6	1,6	0,2
42,0-44,0	10	33,8	22,7	18,7	3,2	0,7	0,1
44,0-46,0	2	34,2	4,5	3,9	0,4	0,1	0,0
<b>Totais</b>		<b>32,1</b>	<b>634,1</b>	<b>432,5</b>	<b>161,3</b>	<b>33,6</b>	<b>6,5</b>

## APÊNDICE B - CENÁRIOS GERADOS NO *SOFTWARE PLANIN*

### CENÁRIO I – ARAUCÁRIA

### PLANIN

Fluxo de Receitas e Custos para Colheita Final aos 25 anos.

Ano	Receitas (\$)	Custos (\$)	Receita Presente (\$)	Custo Presente (\$)
0	0,00	1.500,00	0,00	1.500,00
1	0,00	200,00	0,00	188,68
2	0,00	200,00	0,00	178,00
3	0,00	150,00	0,00	125,94
4	0,00	150,00	0,00	118,81
5	0,00	150,00	0,00	112,09
6	0,00	150,00	0,00	105,74
7	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00
10	850,00	0,00	474,64	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00
15	2.634,00	0,00	1.099,08	0,00
16	0,00	0,00	0,00	0,00
17	0,00	0,00	0,00	0,00
18	0,00	0,00	0,00	0,00
19	0,00	0,00	0,00	0,00
20	5.951,00	0,00	1.855,55	0,00
21	0,00	0,00	0,00	0,00
22	0,00	0,00	0,00	0,00
23	0,00	0,00	0,00	0,00
24	0,00	0,00	0,00	0,00
25	17.802,50	0,00	4.147,96	0,00

### Parâmetros para Análise Econômica

<b>Receita Total:</b>	27.237,50
<b>Receita Total Líquida:</b>	24.737,50
<b>Receita Total Média:</b>	1.047,60
<b>Custo Total:</b>	2.500,00
<b>Custo Total Médio:</b>	96,15
<b>Receita Líquida Média:</b>	951,44
<b>Valor Presente da Receita:</b>	7.577,22
<b>Valor Presente dos Custos:</b>	2.329,27
<b>Valor Presente Líquido:</b>	5.247,95
<b>Valor Presente Líquido Anualizado:</b>	403,59
<b>Razão Benefício/Custo:</b>	3,25
<b>Valor Esperado da Terra:</b>	6.726,50

Taxa Interna de Retorno:

12,56

Análise de Sensibilidade:

Juros	Valor Presente Líquido (R\$)	Valor Presente Líquido Anualizado (R\$)
2,00	15.073,13	1.159,19
4,00	9.050,15	696,00
6,00	5.247,95	403,59
8,00	2.817,73	216,70
10,00	1.245,88	95,81
12,00	217,81	16,75
14,00	-461,57	-35,50
16,00	-914,67	-70,34
18,00	-1.219,22	-93,76
20,00	-1.425,13	-109,60

**CENÁRIO II – ARAUCÁRIA****PLANIN**

Fluxo de Receitas e Custos para Colheita Final aos 30 anos.

Ano	Receitas (\$)	Custos (\$)	Receita Presente (\$)	Custo Presente (\$)
0	0,00	1.500,00	0,00	1.500,00
1	0,00	200,00	0,00	188,68
2	0,00	200,00	0,00	178,00
3	0,00	150,00	0,00	125,94
4	0,00	150,00	0,00	118,81
5	0,00	150,00	0,00	112,09
6	0,00	150,00	0,00	105,74
7	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00
10	850,00	0,00	474,64	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00
15	2.634,00	0,00	1.099,08	0,00
16	0,00	0,00	0,00	0,00
17	0,00	0,00	0,00	0,00
18	0,00	0,00	0,00	0,00
19	0,00	0,00	0,00	0,00
20	5.951,00	0,00	1.855,55	0,00
21	0,00	0,00	0,00	0,00
22	0,00	0,00	0,00	0,00
23	0,00	0,00	0,00	0,00
24	0,00	0,00	0,00	0,00
25	0,00	0,00	0,00	0,00
26	0,00	0,00	0,00	0,00
27	0,00	0,00	0,00	0,00
28	0,00	0,00	0,00	0,00
29	0,00	0,00	0,00	0,00
30	24.927,50	0,00	4.340,13	0,00

## Parâmetros para Análise Econômica

<b>Receita Total:</b>	34.362,50
<b>Receita Total Líquida:</b>	31.862,50
<b>Receita Total Média:</b>	1.108,47
<b>Custo Total:</b>	2.500,00
<b>Custo Total Médio:</b>	80,65
<b>Receita Líquida Média:</b>	1.027,82
<b>Valor Presente da Receita:</b>	7.769,39
<b>Valor Presente dos Custo:</b>	2.329,27
<b>Valor Presente Líquido:</b>	5.440,12
<b>Valor Presente Líquido Anualizado:</b>	390,56
<b>Razão Benefício/Custo:</b>	3,34
<b>Valor Esperado da Terra:</b>	6.509,31
<b>Taxa Interna de Retorno:</b>	12,01

## Análise de Sensibilidade:

Juros	Valor Presente Líquido (R\$)	Valor Presente Líquido Anualizado (R\$)
2,00	17.983,70	1.291,09
4,00	10.057,74	722,07
6,00	5.440,12	390,56
8,00	2.695,47	193,51
10,00	1.031,34	74,04
12,00	2,63	0,19
14,00	-645,08	-46,31
16,00	-1.059,85	-76,09
18,00	-1.329,42	-95,44
20,00	-1.506,74	-108,17

## CENÁRIO III – ARAUCÁRIA

### PLANIN

Fluxo de Receitas e Custos para Colheita Final aos 35 anos.

Ano	Receitas (\$)	Custos (\$)	Receita Presente (\$)	Custo Presente (\$)
0	0,00	1.500,00	0,00	1.500,00
1	0,00	200,00	0,00	188,68
2	0,00	200,00	0,00	178,00
3	0,00	150,00	0,00	125,94
4	0,00	150,00	0,00	118,81
5	0,00	150,00	0,00	112,09
6	0,00	150,00	0,00	105,74
7	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00
10	850,00	0,00	474,64	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00

14	0,00	0,00	0,00	0,00
15	2.634,00	0,00	1.099,08	0,00
16	0,00	0,00	0,00	0,00
17	0,00	0,00	0,00	0,00
18	0,00	0,00	0,00	0,00
19	0,00	0,00	0,00	0,00
20	5.951,00	0,00	1.855,55	0,00
21	0,00	0,00	0,00	0,00
22	0,00	0,00	0,00	0,00
23	0,00	0,00	0,00	0,00
24	0,00	0,00	0,00	0,00
25	0,00	0,00	0,00	0,00
26	0,00	0,00	0,00	0,00
27	0,00	0,00	0,00	0,00
28	0,00	0,00	0,00	0,00
29	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,00	0,00	0,00	0,00
31	0,00	0,00	0,00	0,00
32	0,00	0,00	0,00	0,00
33	0,00	0,00	0,00	0,00
34	0,00	0,00	0,00	0,00
35	31.022,00	0,00	4.036,12	0,00

## Parâmetros para Análise Econômica

<b>Receita Total:</b>	40.457,00
<b>Receita Total Líquida:</b>	37.957,00
<b>Receita Total Média:</b>	1.123,81
<b>Custo Total:</b>	2.500,00
<b>Custo Total Médio:</b>	69,44
<b>Receita Líquida Média:</b>	1.054,36
<b>Valor Presente da Receita:</b>	7.465,39
<b>Valor Presente dos Custo:</b>	2.329,27
<b>Valor Presente Líquido:</b>	5.136,12
<b>Valor Presente Líquido Anualizado:</b>	351,28
<b>Razão Benefício/Custo:</b>	3,21
<b>Valor Esperado da Terra:</b>	5.854,73
<b>Taxa Interna de Retorno:</b>	11,39

## Análise de Sensibilidade:

Juros	Valor Presente Líquido (R\$)	Valor Presente Líquido Anualizado (R\$)
2,00	19.733,81	1.349,69
4,00	10.233,58	699,92
6,00	5.136,12	351,28
8,00	2.316,40	158,43
10,00	706,67	48,33
12,00	-241,85	-16,54
14,00	-818,10	-55,95
16,00	-1.178,17	-80,58
18,00	-1.408,71	-96,35
20,00	-1.559,23	-106,64

**CENÁRIO IV – ARAUCÁRIA****PLANIN****Fluxo de Receitas e Custos para Colheita Final aos 40 anos.**

<b>Ano</b>	<b>Receitas (\$)</b>	<b>Custos (\$)</b>	<b>Receita Presente (\$)</b>	<b>Custo Presente (\$)</b>
0	0,00	1.500,00	0,00	1.500,00
1	0,00	200,00	0,00	188,68
2	0,00	200,00	0,00	178,00
3	0,00	150,00	0,00	125,94
4	0,00	150,00	0,00	118,81
5	0,00	150,00	0,00	112,09
6	0,00	150,00	0,00	105,74
7	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00
10	850,00	0,00	474,64	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00
15	2.634,00	0,00	1.099,08	0,00
16	0,00	0,00	0,00	0,00
17	0,00	0,00	0,00	0,00
18	0,00	0,00	0,00	0,00
19	0,00	0,00	0,00	0,00
20	5.951,00	0,00	1.855,55	0,00
21	0,00	0,00	0,00	0,00
22	0,00	0,00	0,00	0,00
23	0,00	0,00	0,00	0,00
24	0,00	0,00	0,00	0,00
25	0,00	0,00	0,00	0,00
26	0,00	0,00	0,00	0,00
27	0,00	0,00	0,00	0,00
28	0,00	0,00	0,00	0,00
29	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,00	0,00	0,00	0,00
31	0,00	0,00	0,00	0,00
32	0,00	0,00	0,00	0,00
33	0,00	0,00	0,00	0,00
34	0,00	0,00	0,00	0,00
35	0,00	0,00	0,00	0,00
36	0,00	0,00	0,00	0,00
37	0,00	0,00	0,00	0,00
38	0,00	0,00	0,00	0,00
39	0,00	0,00	0,00	0,00
40	38.704,50	0,00	3.762,94	0,00

**Parâmetros para Análise Econômica**

<b>Receita Total:</b>	48.139,50
<b>Receita Total Líquida:</b>	45.639,50
<b>Receita Total Média:</b>	1.174,13
<b>Custo Total:</b>	2.500,00
<b>Custo Total Médio:</b>	60,98



<b>Receita Líquida Média:</b>	1.113,16
<b>Valor Presente da Receita:</b>	7.192,20
<b>Valor Presente dos Custos:</b>	2.329,27
<b>Valor Presente Líquido:</b>	4.862,93
<b>Valor Presente Líquido Anualizado:</b>	321,24
<b>Razão Benefício/Custo:</b>	3,09
<b>Valor Esperado da Terra:</b>	5.353,99
<b>Taxa Interna de Retorno:</b>	10,92

### Análise de Sensibilidade:

Juros	Valor Presente Líquido (R\$)	Valor Presente Líquido Anualizado (R\$)
2,00	21.750,85	1.436,84
4,00	10.433,85	689,25
6,00	4.862,93	321,24
8,00	1.999,85	132,11
10,00	457,96	30,25
12,00	-413,44	-27,31
14,00	-929,42	-61,40
16,00	-1.248,02	-82,44
18,00	-1.451,71	-95,90
20,00	-1.585,41	-104,73

## CENÁRIO I – PINUS

### PLANIN

#### Fluxo de Receitas e Custos para Colheita Final aos 25 anos.

Ano	Receitas (\$)	Custos (\$)	Receita Presente (\$)	Custo Presente (\$)
0	0,00	1.500,00	0,00	1.500,00
1	0,00	200,00	0,00	188,68
2	0,00	200,00	0,00	178,00
3	0,00	150,00	0,00	125,94
4	0,00	150,00	0,00	118,81
5	0,00	150,00	0,00	112,09
6	0,00	150,00	0,00	105,74
7	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00
10	1.523,00	0,00	850,44	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00
15	4.128,00	0,00	1.722,47	0,00
16	0,00	0,00	0,00	0,00
17	0,00	0,00	0,00	0,00
18	0,00	0,00	0,00	0,00
19	0,00	0,00	0,00	0,00
20	7.964,50	0,00	2.483,37	0,00
21	0,00	0,00	0,00	0,00
22	0,00	0,00	0,00	0,00

23	0,00	0,00	0,00	0,00
24	0,00	0,00	0,00	0,00
25	22.974,50	0,00	5.353,03	0,00

### Parâmetros para Análise Econômica

<b>Receita Total:</b>	36.590,00
<b>Receita Total Líquida:</b>	34.090,00
<b>Receita Total Média:</b>	1.407,31
<b>Custo Total:</b>	2.500,00
<b>Custo Total Médio:</b>	96,15
<b>Receita Líquida Média:</b>	1.311,15
<b>Valor Presente da Receita:</b>	10.409,30
<b>Valor Presente dos Custo:</b>	2.329,27
<b>Valor Presente Líquido:</b>	8.080,03
<b>Valor Presente Líquido Anualizado:</b>	621,39
<b>Razão Benefício/Custo:</b>	4,47
<b>Valor Esperado da Terra:</b>	10.356,49
<b>Taxa Interna de Retorno:</b>	14,75

### Análise de Sensibilidade:

Juros	Valor Presente Líquido (R\$)	Valor Presente Líquido Anualizado (R\$)
2,00	21.242,81	1.633,66
4,00	13.193,41	1.014,63
6,00	8.080,03	621,39
8,00	4.787,62	368,19
10,00	2.639,65	203,00
12,00	1.220,41	93,85
14,00	271,23	20,86
16,00	-370,87	-28,52
18,00	-809,83	-62,28
20,00	-1.112,73	-85,57

## CENÁRIO II – PINUS

### PLANIN

#### Fluxo de Receitas e Custos para Colheita Final aos 30 anos.

Ano	Receitas (\$)	Custos (\$)	Receita Presente (\$)	Custo Presente (\$)
0	0,00	1.500,00	0,00	1.500,00
1	0,00	200,00	0,00	188,68
2	0,00	200,00	0,00	178,00
3	0,00	150,00	0,00	125,94
4	0,00	150,00	0,00	118,81
5	0,00	150,00	0,00	112,09
6	0,00	150,00	0,00	105,74
7	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00

9	0,00	0,00	0,00	0,00
10	1.523,00	0,00	850,44	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00
15	4.128,00	0,00	1.722,47	0,00
16	0,00	0,00	0,00	0,00
17	0,00	0,00	0,00	0,00
18	0,00	0,00	0,00	0,00
19	0,00	0,00	0,00	0,00
20	7.964,50	0,00	2.483,37	0,00
21	0,00	0,00	0,00	0,00
22	0,00	0,00	0,00	0,00
23	0,00	0,00	0,00	0,00
24	0,00	0,00	0,00	0,00
25	0,00	0,00	0,00	0,00
26	0,00	0,00	0,00	0,00
27	0,00	0,00	0,00	0,00
28	0,00	0,00	0,00	0,00
29	0,00	0,00	0,00	0,00
30	30.355,50	0,00	5.285,20	0,00

## Parâmetros para Análise Econômica

<b>Receita Total:</b>	43.971,00
<b>Receita Total Líquida:</b>	41.471,00
<b>Receita Total Média:</b>	1.418,42
<b>Custo Total:</b>	2.500,00
<b>Custo Total Médio:</b>	80,65
<b>Receita Líquida Média:</b>	1.337,77
<b>Valor Presente da Receita:</b>	10.341,47
<b>Valor Presente dos Custo:</b>	2.329,27
<b>Valor Presente Líquido:</b>	8.012,21
<b>Valor Presente Líquido Anualizado:</b>	575,21
<b>Razão Benefício/Custo:</b>	4,44
<b>Valor Esperado da Terra:</b>	9.586,90
<b>Taxa Interna de Retorno:</b>	14,00

## Análise de Sensibilidade:

Juros	Valor Presente Líquido (R\$)	Valor Presente Líquido Anualizado (R\$)
2,00	23.997,53	1.722,84
4,00	13.934,45	1.000,39
6,00	8.012,21	575,21
8,00	4.449,58	319,45
10,00	2.258,83	162,17
12,00	882,18	63,33
14,00	-1,20	-0,09
16,00	-579,36	-41,59
18,00	-964,70	-69,26
20,00	-1.225,69	-87,99

**CENÁRIO III – PINUS****PLANIN****Fluxo de Receitas e Custos para Colheita Final aos 35 anos.**

<b>Ano</b>	<b>Receitas (\$)</b>	<b>Custos (\$)</b>	<b>Receita Presente (\$)</b>	<b>Custo Presente (\$)</b>
0	0,00	1.500,00	0,00	1.500,00
1	0,00	200,00	0,00	188,68
2	0,00	200,00	0,00	178,00
3	0,00	150,00	0,00	125,94
4	0,00	150,00	0,00	118,81
5	0,00	150,00	0,00	112,09
6	0,00	150,00	0,00	105,74
7	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00
10	1.523,00	0,00	850,44	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00
15	4.128,00	0,00	1.722,47	0,00
16	0,00	0,00	0,00	0,00
17	0,00	0,00	0,00	0,00
18	0,00	0,00	0,00	0,00
19	0,00	0,00	0,00	0,00
20	7.964,50	0,00	2.483,37	0,00
21	0,00	0,00	0,00	0,00
22	0,00	0,00	0,00	0,00
23	0,00	0,00	0,00	0,00
24	0,00	0,00	0,00	0,00
25	0,00	0,00	0,00	0,00
26	0,00	0,00	0,00	0,00
27	0,00	0,00	0,00	0,00
28	0,00	0,00	0,00	0,00
29	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,00	0,00	0,00	0,00
31	0,00	0,00	0,00	0,00
32	0,00	0,00	0,00	0,00
33	0,00	0,00	0,00	0,00
34	0,00	0,00	0,00	0,00
35	36.625,00	0,00	4.765,10	0,00

**Parâmetros para Análise Econômica**

<b>Receita Total:</b>	50.240,50
<b>Receita Total Líquida:</b>	47.740,50
<b>Receita Total Média:</b>	1.395,57
<b>Custo Total:</b>	2.500,00
<b>Custo Total Médio:</b>	69,44
<b>Receita Líquida Média:</b>	1.326,13
<b>Valor Presente da Receita:</b>	9.821,38
<b>Valor Presente dos Custos:</b>	2.329,27

<b>Valor Presente Líquido:</b>	7.492,11
<b>Valor Presente Líquido Anualizado:</b>	512,42

<b>Razão Benefício/Custo:</b>	4,22
<b>Valor Esperado da Terra:</b>	8.540,36
<b>Taxa Interna de Retorno:</b>	13,33

### Análise de Sensibilidade:

Juros	Valor Presente Líquido (R\$)	Valor Presente Líquido Anualizado (R\$)
2,00	25.552,65	1.747,67
4,00	13.856,63	947,72
6,00	7.492,11	512,42
8,00	3.910,05	267,43
10,00	1.822,47	124,65
12,00	562,64	38,48
14,00	-223,64	-15,30
16,00	-729,83	-49,92
18,00	-1.064,77	-72,82
20,00	-1.291,56	-88,34

## CENÁRIO IV – PINUS

### PLANIN

#### Fluxo de Receitas e Custos para Colheita Final aos 40 anos.

Ano	Receitas (\$)	Custos (\$)	Receita Presente (\$)	Custo Presente (\$)
0	0,00	1.500,00	0,00	1.500,00
1	0,00	200,00	0,00	188,68
2	0,00	200,00	0,00	178,00
3	0,00	150,00	0,00	125,94
4	0,00	150,00	0,00	118,81
5	0,00	150,00	0,00	112,09
6	0,00	150,00	0,00	105,74
7	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00
10	1.523,00	0,00	850,44	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00
15	4.128,00	0,00	1.722,47	0,00
16	0,00	0,00	0,00	0,00
17	0,00	0,00	0,00	0,00
18	0,00	0,00	0,00	0,00
19	0,00	0,00	0,00	0,00
20	7.964,50	0,00	2.483,37	0,00
21	0,00	0,00	0,00	0,00
22	0,00	0,00	0,00	0,00
23	0,00	0,00	0,00	0,00
24	0,00	0,00	0,00	0,00
25	0,00	0,00	0,00	0,00
26	0,00	0,00	0,00	0,00

27	0,00	0,00	0,00	0,00
28	0,00	0,00	0,00	0,00
29	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,00	0,00	0,00	0,00
31	0,00	0,00	0,00	0,00
32	0,00	0,00	0,00	0,00
33	0,00	0,00	0,00	0,00
34	0,00	0,00	0,00	0,00
35	0,00	0,00	0,00	0,00
36	0,00	0,00	0,00	0,00
37	0,00	0,00	0,00	0,00
38	0,00	0,00	0,00	0,00
39	0,00	0,00	0,00	0,00
40	41.538,50	0,00	4.038,46	0,00

## Parâmetros para Análise Econômica

<b>Receita Total:</b>	55.154,00
<b>Receita Total Líquida:</b>	52.654,00
<b>Receita Total Média:</b>	1.345,22
<b>Custo Total:</b>	2.500,00
<b>Custo Total Médio:</b>	60,98
<b>Receita Líquida Média:</b>	1.284,24
<b>Valor Presente da Receita:</b>	9.094,74
<b>Valor Presente dos Custo:</b>	2.329,27
<b>Valor Presente Líquido:</b>	6.765,47
<b>Valor Presente Líquido Anualizado:</b>	446,92
<b>Razão Benefício/Custo:</b>	3,90
<b>Valor Esperado da Terra:</b>	7.448,65
<b>Taxa Interna de Retorno:</b>	12,80

## Análise de Sensibilidade:

Juros	Valor Presente Líquido (R\$)	Valor Presente Líquido Anualizado (R\$)
2,00	26.051,53	1.720,93
4,00	13.227,30	873,78
6,00	6.765,47	446,92
8,00	3.344,99	220,97
10,00	1.436,99	94,93
12,00	315,38	20,83
14,00	-377,07	-24,91
16,00	-823,27	-54,38
18,00	-1.121,07	-74,06
20,00	-1.325,30	-87,55

