

## **ESTUDO DIGITAL DOS REGISTROS NATURAIS EM ANÉIS DE ÁRVORES**

**RELATÓRIO FINAL DE PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA  
(PIBIC/CNPq/INPE)**

Vanessa Silva Moreira (UFSM, Bolsista PIBIC/CNPq)  
E-mail: [vanessaeng.ftal@gmail.com](mailto:vanessaeng.ftal@gmail.com)

Nivaor Rodolfo Rigozo (CRS/INPE, Orientador)  
E-mail: [nivaor.rigozo@crs.inpe.br](mailto:nivaor.rigozo@crs.inpe.br)

Julho de 2012

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de iniciação científica, processo 116180/2010-2.



## RESUMO

A espécie florestal estudada foi a *Araucaria angustifolia*, a qual possui anéis anuais de crescimento bem visíveis, o que possibilita a identificação dos mesmos. Os anéis em árvores mostram possíveis ocorrências de perturbações passadas, antrópicas ou não e relações clima-crescimento. Sabe-se que cada anel corresponde à quantidade de madeira produzida em um ano, eles são estruturas anatômicas do xilema secundário que observadas em corte transversal possuem círculos concêntricos ao redor da medula relacionados com o tronco. Esta quantidade pode ser proporcional às variações de temperatura, das chuvas, de exposição ao Sol, entre outros parâmetros. O objetivo deste trabalho foi fazer o estudo digital dos registros naturais em anéis de árvores coletadas na Floresta Nacional de Chapecó - SC foram estudadas num total de 52 amostras de *Araucaria angustifolia*. Além de adquirir experiência no uso da metodologia digital de datação cronológica em anéis de árvores e a obtenção de séries temporais das espessuras dos anéis de árvores. As medidas de séries temporais das espessuras e das densidades dos anéis pela análise de imagens têm um grande potencial nas análises dos anéis de árvores. Neste projeto foi aplicada uma metodologia de análise de imagem, desenvolvida no grupo de pesquisa Geofísica Espacial por Análise de Registros Naturais (GEONAT), no qual foi desenvolvido este projeto, que determina com eficiência a espessura dos anéis de árvores. Este método é vantajoso por ser simples e prático, pois utiliza apenas um computador, um digitalizador de imagens de mesa de alta resolução e um software de programação. A análise das amostras foi feita primeiramente com o auxílio de uma lupa binocular que permite uma melhor identificação dos anéis de crescimento. Após a identificação dos anéis foi feita a digitalização das imagens das amostras de árvores, com um digitalizador de mesa para efetuar a determinação das suas espessuras. Para isso, utilizou-se a ferramenta computacional Image Tool para a determinação das espessuras dos anéis, de cada amostra digitalizada, e obtenção de suas séries temporais. Por fim foi utilizada a ferramenta computacional para gerar os gráficos de cada série temporal da espessura dos anéis obtida das amostras, com suas respectivas cronologias, a fim de verificar o comportamento, tendência de crescimento dos anéis em função do tempo, em anos. Permitindo assim uma melhor datação cronológica das amostras.



## STUDY OF THE DIGITAL IMAGES OF THE CORONAL MASS EJECTIONS

### ABSTRACT

The species studied was the forest *Araucaria angustifolia*, which has annual growth rings clearly visible, allowing their identification. The tree rings show possible occurrences of past disturbances, and whether or not anthropogenic climate-growth relationships. It is known that each ring is the amount of wood produced in a year they are anatomical structures of secondary xylem that seen in cross section have concentric circles around the connection with the spinal body. This amount may be proportional to temperature, rainfall, sun exposure, among other parameters. The objective of this work was to study the digital records of natural tree rings collected in the National Forest Chapecó - SC were studied in a total of 52 samples of *Araucaria angustifolia*. In addition to gaining experience in the use of digital methods chronological dating tree rings and obtain time series of tree ring width. The measures of time series of thicknesses and densities of the rings by image analysis have great potential in the analysis of tree rings. In this project a methodology was applied to image analysis, developed in the Research Group Geophysics Space Analysis for Natural Records (GEONAT), which was developed in this project, which effectively determines the thickness of tree rings. This method is advantageous because it is simple and practical because it uses only one computer, a desktop scanner images of high resolution and software programming. Sample analysis was done primarily with the aid of a binocular magnifier which allows a better identification of the growth rings. After identification of the rings was done scanning the images of samples of trees, with a flatbed scanner to make the determination of their thicknesses. For this, we used the Image Tool software tool for determining the thickness of the rings, each sample scanned, and obtaining their series. Finally the tool was used to generate graphics computation of each time series obtained of the ring width of the samples, with their respective timelines in order to verify the behavior, trend growth rings of a function of time in years. Thereby allowing a better timing aging of the samples.



## LISTA DE FIGURAS

	<b><u>Pág.</u></b>
Figura 1 - .....	10
Figura 2 - .....	11
Figura 3 - .....	12
Figura 4 - .....	12
Figura 5 - .....	13
Figura 6 - .....	15
Figura 7 - .....	16





## LISTA DE TABELAS

	<b><u>Pág.</u></b>
Tabela 1 - .....	14
Tabela 2 - .....	14



## SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>01</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>03</b>
2.1 Dendrocronologia.....	03
2.2 Anéis de crescimento.....	05
2.3 Séries temporais.....	06
2.4 Floresta Ombrófila Mista.....	07
2.5 <i>Araucaria angustifolia</i> .....	09
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>10</b>
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>13</b>
<b>5 CONTINUIDADE O PROJETO PARA O PRÓXIMO SEMESTRE.....</b>	<b>16</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>17</b>
<b>LEITURA COMPLEMENTARES.....</b>	<b>20</b>





## 1 – Introdução

A Floresta Ombrófila Mista não foi respeitada ao longo do processo de colonização do sul do país, o que levou à redução drástica de sua ocorrência. O processo de geração de riqueza e desenvolvimento econômico experimentado na região foi acompanhado pela destruição da maior parte do patrimônio ecológico desse ecossistema.

Ao longo do processo de ocupação do sul do Brasil, acompanhou-se a uma rápida eliminação de sua cobertura florestal, produto dos ciclos econômicos, particularmente o da exploração da madeira. Devido ao modelo de civilização, o homem vive em grandes complexos urbanos desvinculado do seu ambiente natural, desconhecendo até seus mais simples processos. Esta pressão antrópica é a principal causa da redução da biodiversidade e da degradação de ecossistemas florestais. Até meados da década de 80 não existiam grandes restrições à exploração indiscriminada das florestas de araucária. Esta tipologia florestal apresenta grande importância ecológico-econômica por apresentar características únicas como a presença marcante da *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, esta floresta não abriga apenas a sua espécie típica, mas muitas outras que formam comunidades interativas e diferenciadas em florística, estrutura e organização ecológica.

Cada planta possui em sua estrutura células, tecidos e órgãos que possuem um grande número de informações sobre sua vida passada e o ambiente, sendo que o crescimento delas é um processo resultante de suas relações espaciais e estados fisiológicos. Os anéis de crescimento anuais podem ser utilizados muitas vezes para estudar as variações climáticas do passado, onde se acaba permitindo reconstruções e prognósticos climáticos. Há muitos anos estudava-se que as condições de desenvolvimento das árvores afetam estes anéis anuais de crescimento que se formam anualmente nos seus troncos. No território brasileiro, existem inúmeras espécies com grande potencialidade dendrocronológica e, embora estudos relacionados à dendrocronologia sejam recentes, já formam um corpo teórico denso, possível de uma análise conjunta (Oliveira, 2007).

A dendrocronologia é um ramo bem estabelecido da ciência que, além de realizar a datação, ou seja, a determinação da idade das plantas, também consegue avaliar as condições do clima em tempos remotos. Isso é possível através da observação criteriosa da disposição, cor, tamanho e número de anéis formados a cada ano na seção transversal do tronco, os anéis de crescimento (Col et al., 2009). Os estudos da dendrocronologia podem ser realizados com o uso de árvores mortas, que caíram naturalmente ou que foram cortadas denominado de método destrutível, ou com árvores vivas, usando uma ferramenta especial que retira pequenas varetas do interior do tronco, denominada de trado de Pressler, este método é considerados não-destrutível.

Muitos são os métodos desenvolvidos para identificar e estudar os anéis de árvores seja através da espessura ou da densidade dos anéis. Sabe-se que cada anel corresponde à quantidade de madeira produzida em um ano, eles são estruturas anatômicas do xilema secundário que observadas em corte transversal possuem círculos concêntricos ao redor da medula relacionados com o tronco.

No presente estudo dendrocronológico foi aplicado um método de análise de imagem que determina com eficiência a espessura dos anéis de árvores, em uma espécie de conífera do Gênero Araucária, pertencente à Família Araucariaceae, é exclusiva do hemisfério Sul, possuindo apenas duas espécies na América. No Brasil é conhecida como *Araucaria angustifolia* (Pinheiro-do-Paraná), possui uma população natural na Região Sul e alguns exemplares no sul do estado de São Paulo. Esse método é considerado vantajoso pelo fato de ser simples, prático, de custo não elevado e não necessitando de aparelhos tão sofisticados.

Pelo exposto, o presente projeto tem como objetivos o Estudo Digital dos Registros naturais em Anéis de Árvores, adquirir experiência no uso da metodologia digital de



datação cronológica de anéis de árvores e a obtenção de séries temporais das espessuras em anéis de árvores.

## **2 - Revisão Bibliográfica**

### **2.1 Dendrocronologia**

Dendrocronologia é a ciência que estuda os anéis de crescimento. É uma ciência que possibilita uma datação dos anéis de crescimento do lenho das Angiospermas e Gimnospermas, incluindo a aplicação das informações obtidas para estudos ambientais e históricos. Suas bases teóricas remontam ao século XVI, com Leonardo Da Vinci. Porém somente no século XX a dendrocronologia se consolida como ciência, devido principalmente as contribuições de Andrew E. Douglass, um astrônomo dos EUA (Arizona), que estabeleceu a dendrocronologia como ciência. Foi o pioneiro no desenvolvimento de metodologias para avaliação das relações existentes entre séries temporais de anéis de crescimento com fenômenos climáticos e astronômicos, e a datação de madeira arqueológica. Ele reconheceu o mesmo padrão nos anéis anuais de árvores em distintas regiões (Fritts, 1976). Alvim (1964) menciona que no Brasil, a dendrocronologia foi primeiramente aplicada por Manieri, em meados da década de cinquenta, onde sua pesquisa em anatomia da madeira buscou revelar diferenças dos anéis de crescimento de algumas espécies.

Árvores que se desenvolverem em condições semelhantes ao longo de um período de anos devem apresentar sincronismo na variação da largura dos seus anéis de crescimento, permitindo a datação cruzada. A datação cruzada de amostras do lenho de árvores vivas

permite determinar o ano de formação dos anéis de crescimento coincidindo-os com os anos do calendário (Brown, 2003). Segundo Zimmermann (2010), o princípio de datação cruzada também permite comparar sequências semelhantes de árvores vivas e árvores mortas. Para tal efeito é necessário um elevado número de amostras além de observações e medições cuidadosas, as quais permitirão atribuir uma sequência cronológica que pode ir desde o ano em que a amostra foi coletada até a sua data mais antiga.

Tomazello Filho et al., (2001), afirma que inúmeras espécies florestais de coníferas e folhosas de clima temperado são tradicionalmente utilizadas e potencialmente importantes para estudos dendrocronológicos pela sazonalidade da atividade cambial, comportamento fenológico distinto e anéis de crescimento anuais perfeitamente demarcados no lenho das árvores. Porém, em climas tropicais e subtropicais, embora existam algumas informações sobre o assunto, há comparativamente um menor avanço nesse campo da pesquisa, em particular no Brasil. Isso evidencia a necessidade de pesquisar a biologia, formação da madeira e fenologia de espécies tropicais que formam anéis de crescimento e as suas relações com o ambiente (Botosso E Mattos, 2002).

Com a Dendrocronologia é possível determinar a idade e a taxa de crescimento das árvores e o efeito das variações ecológicas e ambientais na formação dos anéis de crescimento, sejam naturais ou oriundas de ações antrópicas (Tomazello Filho et al., 2001). No lenho das árvores das diferentes espécies são comumente encontrados anéis de crescimento falsos, incompletos ou ausentes e, para a comprovação da data exata da formação dos anéis de crescimento, são aplicados vários métodos e técnicas em dendrocronologia (Chagas, 2009). O conhecimento da idade das árvores e das informações que podem ser inferidas do estudo dos seus anéis de crescimento são de suma importância para a otimização do uso da floresta. Entretanto, isto só se conseguirá pelo maior conhecimento e envolvimento de diferentes áreas da pesquisa florestal.

O estudo sobre o passado das florestas pode fornecer informações indispensáveis sobre como utilizar, manejar e preservar esse recurso para o futuro (Botosso E Mattos, 2002).

Oliveira (2007) afirma que entre as vantagens do uso da dendrocronologia está a sua base metodológica simples e eficaz além de ser uma ciência de custo-benefício compensador. Isso a faz ser amplamente utilizada em aplicações como reconstruções e previsões climáticas, manejo florestal, reconstruções de incêndios, ataque de insetos, avalanches, entre outros diversos usos.

## **2.2 Anéis de crescimento**

Anéis de crescimento são estruturas anatômicas do xilema secundário que podem ser observados em cortes transversais que formam círculos muitas vezes concêntricos ao redor da medula (Oliveira, 2007). Segundo Tomazello Filho et al.(2001), a formação dos anéis de crescimento é influenciada pelo genótipo da planta, além de fatores bióticos e fatores abióticos.

Costa (2001) afirma que em um anel de crescimento típico distingue-se normalmente duas partes: o lenho inicial (lenho primaveril) e o lenho tardio (lenho outonal ou estival). O lenho inicial corresponde ao crescimento da árvore no início do período vegetativo, normalmente primavera, época em que as plantas saem do período de dormência em que se encontram e reiniciam sua atividade vital com toda intensidade. As células da madeira produzidas neste tempo apresentam-se com paredes finas, lúmens grandes, e adquirem em conjunto uma coloração clara. A medida que se aproxima o fim do período vegetativo, normalmente outono, as células vão diminuindo sua atividade vital, e conseqüentemente suas paredes se tornam mais espessas e seus lúmens menores, apresentando em conjunto um aspecto mais escuro. É esta alternância de cores que determina os anéis de crescimento de muitas espécies.

Finger (1992) menciona que a diferenciação de anéis, de maneira geral, só é empregada em espécies que possuem os anéis de crescimento facilmente observáveis. A diferenciação dos anéis é uma característica da espécie, porém influenciada pela idade, espaçamento e sítio. A análise dos anéis de crescimento deve-se levar em conta as características singulares de cada espécie e alerta que algumas espécies formam anéis em eventos como queda das folhas, inundações ou simplesmente dormência (Botosso E Mattos, 2002). Deve-se tomar cuidado com os falsos anéis durante a contagem, pois estes poderão induzir a atribuição de mais um ano.

De acordo com Morey (1980) o aumento da circunferência do tronco pode ser explicado pela regulação das concentrações de auxina vinda da copa, que varia conforme a estação. Porém, a explicação de que o crescimento é regulado apenas pela disponibilidade de auxina e fotossintatos é muito simples, e não exclui a influência indireta de uma grande gama de fatores ambientais que alteram o crescimento da copa da árvore.

Os fatores ambientais influenciam na atividade cambial das árvores e, conseqüentemente, na anatomia do lenho, através da mudança dos processos fisiológicos de respiração, fluxo de seiva, transpiração, taxa de divisões celulares. Portanto as variáveis ambientais ficam registradas biologicamente nos anéis anuais de crescimento, os quais expressam os eventos ocorridos no passado e nos seus anos correntes (Tomazello Filho et al., 2001)

### **2.3 Séries temporais**

Em muitas áreas do conhecimento as observações de interesse são obtidas em instantes sucessivos de tempo. Série temporal é um conjunto de observações ordenadas no tempo. As séries temporais podem ser discretas, onde na maioria das vezes são observadas em tempos específicos geralmente equiespaçados ou contínuas que são obtidas continuamente num

tempo (Morettin e Toloi, 1987). Ehlers (2009) afirma que a característica mais importante deste tipo de dados é que as observações vizinhas são dependentes e estamos interessados em analisar e modelar esta dependência. Como a maior parte dos procedimentos estatísticos foi desenvolvida para analisar observações independentes o estudo de séries temporais requer o uso de técnicas específicas.

Dados de séries temporais surgem em vários campos do conhecimento como economia, medicina, meteorologia e etc. Em algumas situações o objetivo pode ser fazer previsões de valores futuros enquanto em outras a estrutura da série ou sua relação com outras séries pode ser o interesse principal. De um modo geral, os principais objetivos em se estudar séries temporais podem ser os seguintes: descrição, explicação, predição e controle.

De acordo com Munareto (2007) a análise da sensibilidade estima o impacto de uma mudança absoluta nas taxas de crescimento, ou seja, é a contribuição de cada alteração nessas taxas podendo assumir, portanto, qualquer valor. Medidas de séries temporais das espessuras e das densidades através da análise de imagens têm um grande potencial no estudo dos anéis de árvores. Esse método é considerado vantajoso pelo fato de ser simples, prático, de custo não elevado e não necessitando de aparelhos tão sofisticados.

## **2.4 Floresta Ombrófila Mista (FOM)**

A Floresta Ombrófila Mista está circunscrita a uma região de clima subtropical, ocorrendo abaixo do Trópico de Capricórnio em altitudes que variam de 500 a 1200 metros, nos estados, do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, ocorrendo ainda alguns relíctos em regiões mais elevadas dos estados de São Paulo e Minas Gerais e na parte nordeste da Argentina, na província de Misiones, divisa com Santa Catarina (Hueck, 1953; Veloso et al., 1991), este tipo florestal atualmente apresenta cerca de 1% de sua vegetação natural.

Segundo Zimmermann (2010) aproximadamente 90% da sua área original foi devastada pela produção agrícola e também devido a grande exploração madeireira ocorrida nas áreas dos estados do sul do país em meados do século passado. O termo ombrófila significa alta pluviosidade e o mista refere-se a mistura de floras encontradas nesse tipo de floresta (Rondon Neto, 2003). É uma formação florestal resultante da interpenetração de floras de origem austral-andina e floras de origem afro-brasileira (Veloso et. al., 1991).

Nesta tipologia florestal a presença da *Araucaria angustifolia* imprime uma fitofisionomia muito peculiar, ao mesmo tempo em que também imprime uma estruturação característica para esta tipologia florestal. Formando o estrato de árvores emergentes o pinheiro compõe o primeiro estrato ou das megafanerófitas. Seguem ainda outros três estratos com formas arbóreas, formando respectivamente o estrato das macrofanerófitas, mesofanerófitas e nanofanerófitas, sendo o quinto estrato formado pelas ervas (Reis, 1993).

Desde o início da colonização, Floresta Ombrófila Mista, assim como os demais sistemas florestais do estado do RS, foram exaustivamente explorados, sem que houvesse qualquer preocupação com a sua preservação ou com a sustentabilidade dos processos extrativistas (Hueck, 1972). Sendo uma grande consequência disso, a Floresta de Araucária no sul do Brasil encontra-se, no presente, praticamente no limiar do seu desaparecimento. Os raros diminutos remanescentes ainda existentes, muito deles profundamente alterados, são encontrados em locais de difícil acesso, em áreas particulares ou nas poucas Unidades de Conservação existentes (Sonego, et. al., 2007).

## 2.5 *Araucaria angustifolia*

A espécie *Araucaria angustifolia* pertence à família Araucariaceae, também conhecida como Pinheiro-do-paraná, Pinheiro-brasileiro é nativa do Brasil e possui uma ampla área de distribuição, contribuindo assim para a diferenciação em raças locais ou ecotipos (Gurgel et al., 1965). Essa família de origem Mesozóica é caracterizada por árvores de grande porte, tanto no registro fóssil como contemporâneo. De acordo com Reitz et. al.; (1983) na economia brasileira esta espécie foi de importância básica, pois em muitos anos, como o de 1964, a madeira ocupou o 4º lugar na pauta dos produtos brasileiros de exportação. Cerca de 90% desta madeira exportada foi a do pinheiro-do-paraná.

A despeito de ocupar extensas áreas, a sua exploração indiscriminada colocou-a na lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção. Dos 20 milhões de hectares originalmente cobertos pela Floresta de Araucária, restam, atualmente, cerca de 2% dessa área. Particularmente no Estado do Paraná, as serrarias e o uso industriais foram os principais responsáveis pelo desmatamento (Gubert Filho, 1990).

O pinheiro-do-paraná é uma árvore alta, de aspecto original e contrastante com as demais árvores do Sul do Brasil, mede 20 a 50 metros de altura, de 1 a 2 metros ou mais de diâmetro na altura do peito. Possui o tronco perfeitamente cilíndrico, reto e raras vezes ramificado, casca grossa, resinosa. Ramificação racemosa em verticilos quase horizontais que se ramificam em abundantes ramos secundários constituindo as grimpas que se adensam para o ápice de caule, formando a copa típica em forma de candelabro, umbela, taça ou corimbo. (Reitz et. al.,1983). Santos (1987), afirma que é uma planta dióica, quer dizer que possui flores unissexuais, as masculinas num indivíduo e as femininas noutra. O fruto do pinheiro é, em linguagem vulgar, chamado pinha e suas sementes, os pinhões, são comestíveis. A planta pode ser raramente monóica, por trauma ou doenças. O pinheiro-do-paraná é polinizado principalmente pelo vento.

### 3 – Materiais e Métodos

Foi realizado um estudo de amostras de *Araucaria angustifolia*, coletadas no estado de Santa Catarina. Na primeira etapa, no ano de 2010 ocorreu um estudo bibliográfico de teses de doutorado e leitura de livros e artigos científicos sobre o tema do trabalho.

Numa segunda etapa foi adquirida experiência no uso da metodologia e das ferramentas de datação cronológica, identificando os falsos anéis dos anéis de árvores das amostras. A medição foi feita com o auxílio de uma lupa binocular. A marcação ocorreu no sentido da casca para a medula. As delimitações, ou seja, os limites entre anéis foram marcadas com um grafite 2B. (Figura 1), fazendo a identificação dos anéis de crescimento de árvores, para uma correta datação cronológica das amostras. Os dados de incremento foram obtidos através da análise das baguetas resultantes de tradagens das árvores em pé, utilizando o Trado de Pressler à altura do peito (1,30 cm).

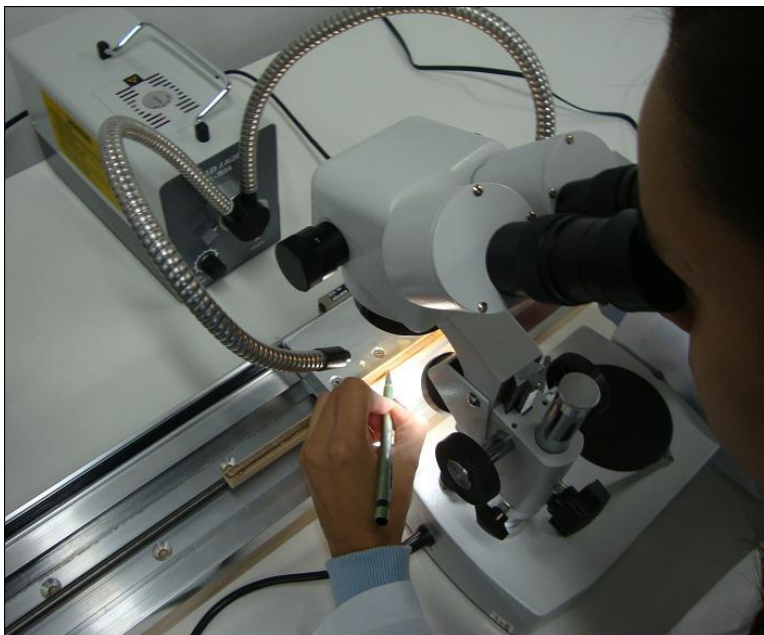


Figura 1- Imagem da lupa binocular utilizadas para a contagem dos anéis.



A terceira etapa consistiu em fazer a digitalização das amostras com um scanner de mesa de alta resolução, para obter imagens digitais dos anéis estas acompanhadas de uma régua para fazer a calibração de pixel da imagem em milímetros, (figura 2). As imagens foram salvas em bitmap com a finalidade de se obter uma imagem de boa qualidade, assim facilitando na identificação visual dos anéis. As resoluções das imagens variaram de 600 dpi a 3.000 dpi, dependendo da visibilidade dos anéis.



Figura 2- Imagem digital de amostra de anéis de árvore.

Anéis mais estreitos, ou seja, muito próximo uns dos outros, de difícil visibilidade, utilizou-se uma resolução de 1200 dpi, já anéis bem visíveis, mais afastados, utilizaram-se uma resolução de 600 dpi. Algumas amostras apresentaram os dois tipos de anéis, então estas foram divididas em duas partes, uma com uma resolução menor e a outra com resolução maior. O inconveniente de se usar alta resolução na obtenção das imagens é a grande quantidade de memória que cada arquivo de imagem ocupa (Rigozo et al.; 2007).

A quarta etapa foi o uso das ferramentas computacionais, o software Image Tool, para a obtenção das espessuras dos anéis, com a unidade de medida em milímetros e o número total de anéis por árvore. Para a obtenção das espessuras foi feito primeiramente a calibração do pixel da amostra, transformando-o em 10 (dez) mm (milímetros), após isso iniciou-se a contagem dos anéis, com o auxílio de um mouse clicando uma vez no primeiro anel e duas vezes no subsequente e assim repetindo o processo até obter a espessura do último anel (Figura 3).

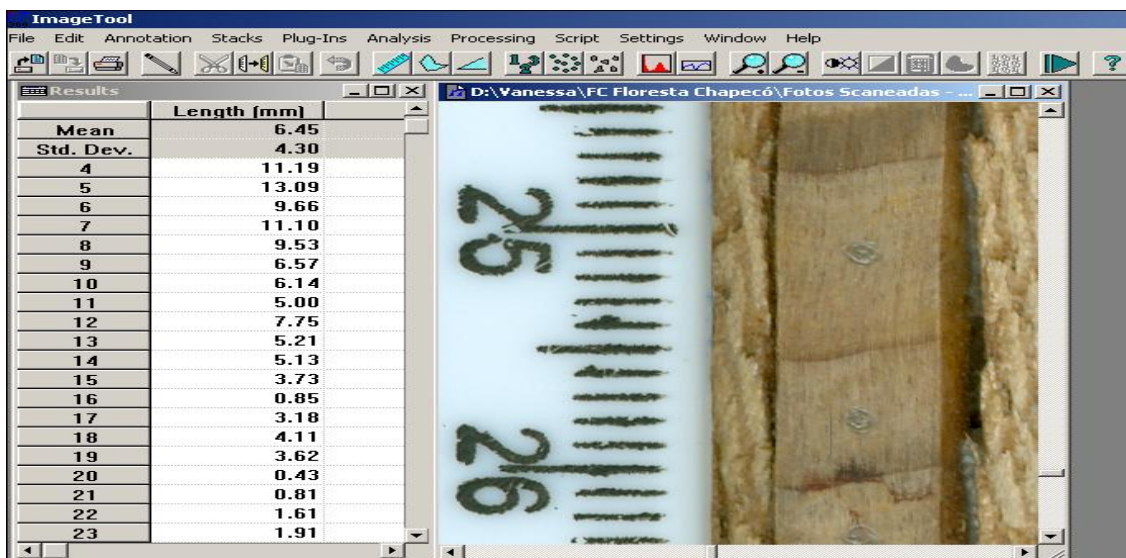


Figura 3- Imagem do software Image Tool, onde se obteve a espessura dos anéis de árvores em mm, a média, o desvio padrão e o número de anéis de cada amostra.

Os dados foram salvos em arquivo texto (TXT), com o valor da média, do desvio padrão e das espessuras em mm. Logo após, o arquivo é aberto em bloco de notas, com seus respectivos valores (média, desvio padrão e espessura) (Figura 4).

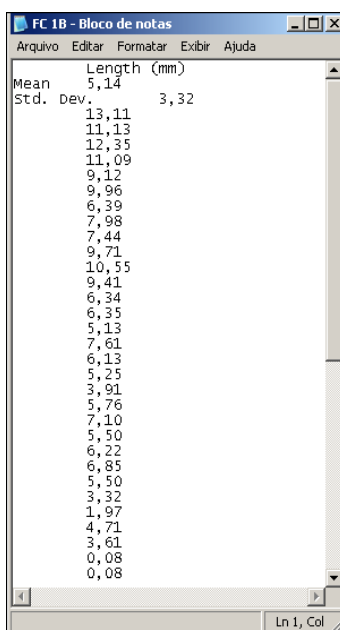


Figura 4- Imagem do arquivo texto, aberto no bloco de notas com seus respectivos valores.

Após isso, foi feita a utilização do Excel, local onde foram gerados os gráficos e onde foi acrescentada a datação cronológica de cada amostra, assim obtendo as séries temporais das espessuras dos anéis de árvores, estas estão dispostas em uma relação espessura (mm) x tempo (anos) (Figura 5).

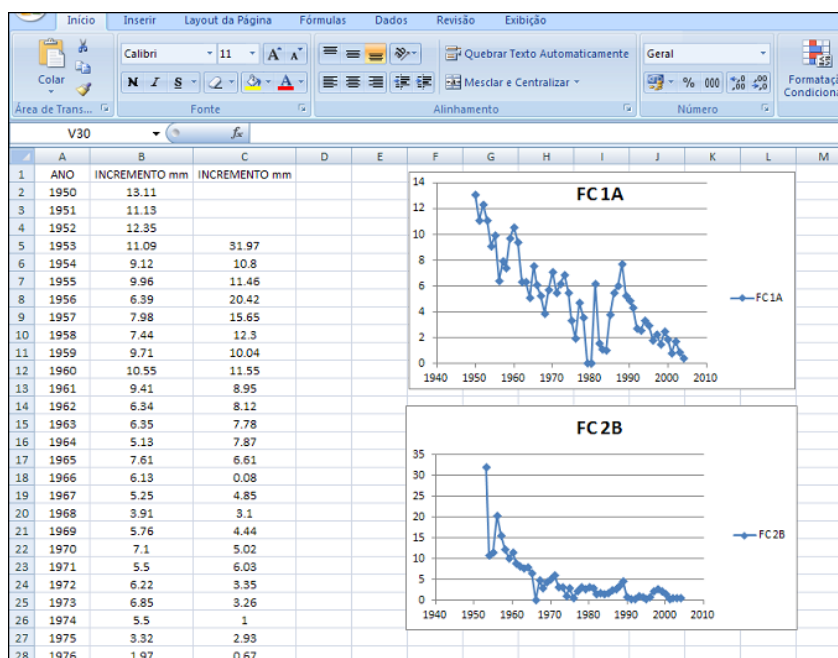


Figura 5- Imagem do Excel, local onde foi obtido a cronologia e as séries temporais

#### 4 – Resultados

Os resultados obtidos durante o decorrer da bolsa foram divididos em etapas a serem alcançadas. Assim, na primeira etapa deste projeto foram analisadas 17 amostras de *Araucaria angustifolia* coletadas no Paraná, onde um estudo bibliográfico sobre o tema do trabalho foi bem aprofundado. Neste último ano foi aprimorado o uso da metodologia e das ferramentas de datação cronológica, fazendo com que eu tivesse uma capacitação de

trabalhar com base de dados. Na terceira e quarta etapa houve um aprimoramento na utilização de ferramentas computacionais, tais como o computador, o scanner de mesa de alta resolução e os dois softwares. Todas as etapas foram novamente refeitas. As informações das amostras utilizadas nesta etapa são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1- Localidade das amostras de anéis de árvore.

<b>LOCAL DE COLETA</b>	<b>ESPÉCIE COLETADA</b>	<b>Nº DE AMOSTRAS COLETADAS</b>	<b>ANO DA COLETA</b>
Floresta Nacional de Chapecó - SC	<i>Araucaria angustifolia</i>	52	2004

Das 52 amostras analisadas apenas uma foi descartada a 14C, pois seus anéis estavam difíceis de serem identificados. A Tabela 2 apresenta as médias de anéis para as amostras. Fez-se a média para amostras com 30, 40, 50, 60, 70, 80 e 90 anéis.

Tabelas 2 – Médias de anéis e número de amostras com as médias

<b>NÚMERO DE AMOSTRAS</b>	<b>MÉDIAS DOS ANÉIS</b>
2	37
7	44,57
22	54,85
6	62,40
6	74,33
3	83,67
5	94,40

Apenas duas amostras possuem a média de 37 anéis que foi considerada a mais baixa. E 5 amostras possuem a média mais alta que foi de 94,40. A grande maioria, com 22 amostras possui 54,85 anéis. A seguir a figura 6 mostra o gráfico com a relação de número da amostra x número dos anéis.

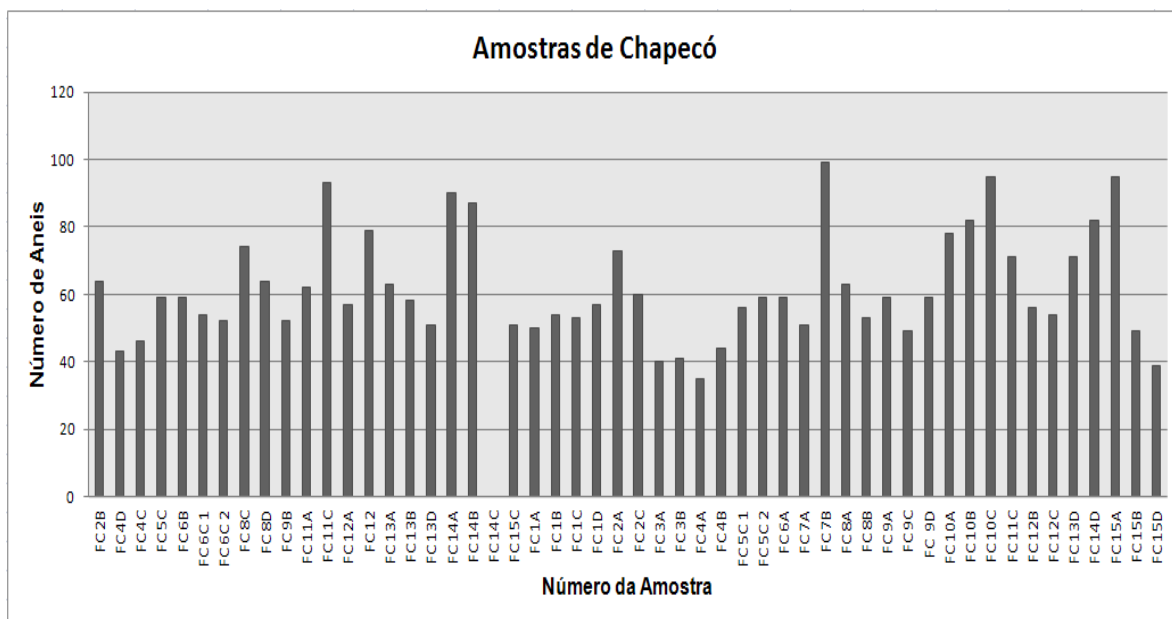


Figura 6 – Gráfico com os números de anéis para cada amostra

A bagueta com mais anéis foi a 7B possuindo 99 anéis, e a de menor número foi a 4ª, possuindo 35 anéis

Com a aplicação dessa metodologia, descrita anteriormente, foi possível obter as séries temporais das espessuras de anéis de árvores para todas as 52 amostras coletadas. A figura 7 apresenta uma série temporal das espessuras dos anéis de árvores.

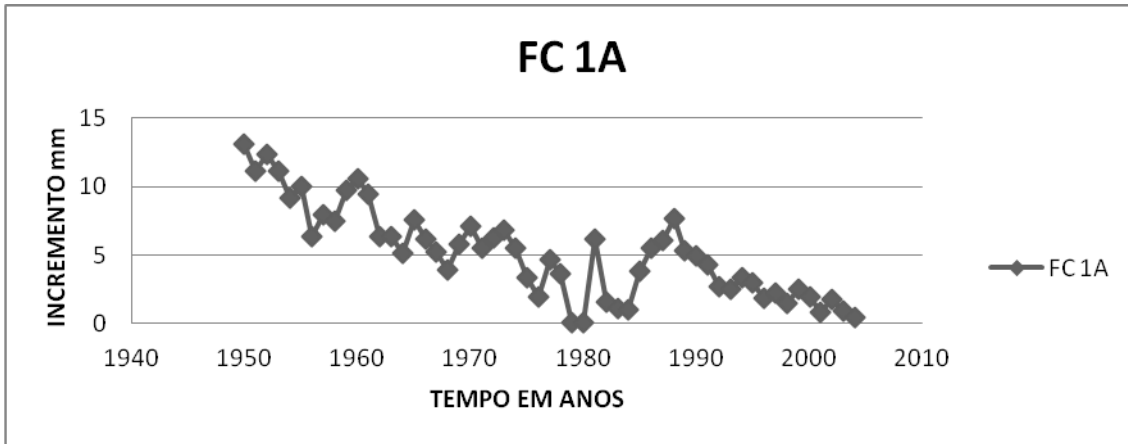


Figura 7- Série temporal das espessuras dos anéis de árvores, com a relação incremento x tempo.

Cada árvore possuía em média duas amostras, o ideal é 4 amostras por árvore, para que se tenha uma maior precisão nos resultados das séries temporais das espessuras.

### 5 – Continuidade do Projeto para o próximo ano

Como continuidade deste trabalho será necessário repetir cada procedimento desenvolvido (no estudo das amostras da Floresta Nacional de Chapecó - SC) com as amostras coletadas no município de Tapera – RS. O número de amostras dos anéis de árvores de tapera a serem analisadas, pelos procedimentos descritos acima, é de 4 amostras por árvore. Além do procedimentos já feitos, elas vão ser analisadas com o auxílio do estéreo-microscópio, e medida com o na mesa de mensuração de marca Velmex, Inc, estas medidas vão ser processadas utilizando o software MeasureJ2x.

## Referências Bibliográficas

Alvim, P. de T. Tree growth periodicity in tropical climates. In: Zimmermann, M.H., ed. Formation of wood forest trees. New York: Academic Press, 1964. p.479-495.

Botosso, P., C.; Mattos, P., P. Conhecer a idade das árvores: importância e aplicação. Colombo: Embrapa Florestas, 2002, 25 p. il.: (Documentos, 75).

Brown, P. M. Introduction to dendrochronology lecture 1: Basic terminology and concepts. Tucson: Rocky Mountain Tree-ring Research, 2003, 21p.

Chagas, M. P. Caracterização dos anéis de crescimento e dendrocronologia de árvores de *Grevillea robusta* A. Cunn, *Hovenia dulcis* Thunb., *Persea americana* Mill., *Tabebuia pentaphylla* Hemsl. e *Terminalia catappa* L. nos municípios de Piracicaba e Paulínia, SP. Piracicaba, 2009. 144 p.: il. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2009.

Col, J.A.; Bueno, M.I.M.S.; Emprego da fluorescência de raios X por dispersão de energia para o mapeamento de troncos de árvores em Campinas, São Paulo. Quím Nova vol.32 no.9, Campinas - SP, Brasil, 2009.

Costa, A. Coletâneas de anatomia da madeira, 2001. Disponível em <[www.joinville.udesc.br/sbs/.../arlindo/.../APOSTILANATOMIA1.pdf](http://www.joinville.udesc.br/sbs/.../arlindo/.../APOSTILANATOMIA1.pdf)>. Acesso em: 25 de mai. 2012. FRITTS, H. C. Tree rings and climate. Ed: The Blackburn Press, University of Arizona, Tucson – Arizona, U.S.A, 1976. 567p.

Ehlers, R. S. Análise das séries temporais, 2009. Disponível em <<http://www.icmc.usp.br/~ehlers/stemp/stemp.pdf>>. Acesso em 26 de mai. 2012

Finger, C. A. G. Fundamentos da biometria Florestal. Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 1992, 226p.

Gubert Filho, F. Proposta para a criação de um sistema de unidades de conservação da Araucaria angustifolia no Estado do Paraná. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990. v.3, p.287-300. Publicado na Silvicultura, n.42, 1990.

Gurgel, J.T.A.; Gurgel Filho, O.A. Evidências de raças geográficas no pinheiro-brasileiro, *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. Ciência e Cultura, São Paulo, v.17, n.1, p.33-39, 1965.

Hueck, K; Distribuição e habitat natural do Pinheiro do Paraná. São Paulo: Botânica, 1953, v. 10, 1-24p., Bol. Fac. Fl. Ciênc. Unv.

Morettin, P. A.; Toloi, M. C. Previsão de séries temporais. São Paulo: Atual, 1987, 136p.

Munaretto, F. F. Dendroclimatologia de quatro espécies florestais nativas com potencial silvicultural econômico. Dissertação (Mestrado em manejo florestal) – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2007

Oliveira, J. M.; Anéis de Crescimento de *Araucária Angustifólia* (Bertol.) O. Kuntze: Bases de Dendroecologia em Ecossistemas Subtropicais Montanos no Brasil. Porto Alegre – RS. Tese de Doutorado, 2007 REITZ, R.; KLEIN, R. M.;

Reis, A. Projeto Madeira do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: SUDESUL-GERS-IBDF, 1983. 525p.

Reis, A. Manejo e Conservação das Florestas Catarinenses. Florianópolis: UFSC, 1993. 137p. Dissertação (Concurso para Professor Titular) – Universidade Federal de Santa Catarina, 1993.

Rigozo, N.R.; Echer, M.P.S; Nordemann, D.J.R; Echer, E.; Prestes, A.; da Silva, H.E.; Tratamento Interativo de Imagens Digitais de Anéis de Árvores – TIIDAA. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, INPE, p. 6083-6089, 2007.

Rondon Neto, R. M. Análise do histórico silvicultural de quatro espécies de uma Floresta Ombrófila Mista com auxílio da dendrocronologia. Curitiba, 2003. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná, 2003.

Santos, E. Nossas Madeiras. Belo Horizonte: Itatiaia limitada, 1987, v. 7, 313p.

Sonego, R. C.; Backes, A.; Souza, A. F. Descrição da estrutura de uma Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil, utilizando estimadores não-paramétricos de riqueza e rarefação de amostras. *Acta Botanica Brasílica*, Porto Alegre, v. 21, n. 4, 2007, 943-955p.

Tomazello Filho, M.; Botosso, P. C.; Lisi, C. S. Análise e aplicação dos anéis de crescimento das árvores como indicadores ambinentais: dendrocronologia e dendroclimatologia. In: MAIA, N. B; MARTOS, H. L.; BARRELLA, W. (Org).



Indicadores ambientais: Conceitos e aplicações. São Paulo: EDUC, COMPED, INEP, 2001, 117-143p.

Veloso, H. P.; Rangel Filho, A. L. R. R.; Lima, J. C. A. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: IBGE - Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. 124 p.

Zimmermann, A. P. L. Crescimento de *Ocotea porosa* (nees & c. mart.) Barroso em remanescentes de Floresta Ombrófila Mista. Relatório de Estágio (Estágio supervisionado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2010.

## Leituras complementares

Prestes, A.; Relação Sol-Terra Estudada Através de Anéis de Crescimento de Coníferas do Holoceno Recente e do Triássico. São José dos Campos – SP. INPE. Tese de Doutorado, 2009.

Rigozo, N.R.; Registro da Atividade Solar e de Outros Fenômenos Geofísicos em Anéis de Crescimento de Árvores. São José dos Campos – SP. INPE. Tese de Doutorado, 1999.

Rigozo, N.R.; Nordemann, D.J.R.; Registros da atividade solar nos anéis de crescimento de árvores em São Francisco de Paula – RS (Brasil). Brazilian Journal of Geophysics, Vol. 18(1), 2000.

Spathelf, P.; Fleig, F.D.; Vaccaro, S.; Esber, L.M.; Análise dendroecológica de *Ocotea pulchella* Nees et Mart. Ex Nees (Canela Lageana) na Serra Geral de Santa Maria, RS, Brasil. Ciência Florestal, Santa Maria, v.10, n.1, p.95-108, 2000.

Thetford, R.D.; D'Arrigo, R. D.; Jacoby, G. C. An image analysis system for determining densitometric and ring-width time series. Canadian Journal of Forest Research, v.21, p.1544-1549, 1991.

Wehr, N.J.; Filho, M.T; Caracterização dos anéis de crescimento de árvores de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze, através da microdensitometria de raios x. Scientia Forestalis. n.58, p. 161-170, 2000