Comunicado 380 Técnico ISSN 1980-3982 Colombo, PR Agosto, 2016



Cadernos de geoprocessamento (8): medição digital de anéis de crescimento para Anatro usando software livre

Maria Augusta Doetzer Rosot¹ Heloísa Busaguera² Denise Jeton Cardoso³ Luziane Franciscon⁴ Marilice Cordeiro Garrastazú⁵

A análise de tronco (Anatro) é uma técnica que possibilita o registro do crescimento passado de uma árvore (HUSCH et al., 1982), mediante a contagem e medição dos anéis de crescimento de seções transversais tomadas a diferentes alturas no tronco. Nas empresas florestais, a análise de tronco tem sido utilizada, principalmente, para verificação das taxas de incremento médio da floresta, para avaliação da reação do crescimento a tratos culturais ou a práticas de manejo e para o desenvolvimento de equações de índice de sítio.

Trata-se, no entanto, de um procedimento laborioso, primeiramente pelo trabalho de campo propriamente dito, que envolve a derrubada das árvores, a marcação e o seccionamento das fatias. Na sequência, é necessário transportá-las ao laboratório, onde serão secas e lixadas, para facilitar a visualização dos anéis. Na última etapa são efetuadas, sobre cada fatia, a marcação e a medição das camadas de crescimento, cujas médias constituem o conjunto de dados gerador de todas as demais informações obtidas na análise de tronco.

Tendo em vista que esses fatores, em conjunto, muitas vezes restringem a aplicação da técnica, Rosot (2002) desenvolveu uma metodologia alternativa com o objetivo de eliminar a fase do transporte do material ao laboratório, a secagem e a preparação das fatias para medição. Para tanto, utilizou técnicas fotográficas, adquirindo imagens de seções transversais de árvores de Pinus elliottii Engelm. de 17 anos, no próprio local de derrubada, usando câmera digital e depois, processando-as digitalmente para a obtenção de dados de incremento e produção em área transversal em ambiente SIG. A diferenca percentual (7%) obtida pela autora entre volumes estimados por medição convencional (volume após secagem) e a partir de fotos digitais deveu-se, em grande parte, à umidade das amostras quando fotografadas em campo (ROSOT et al., 2003). Machado et al. (2013) aplicaram a mesma

¹ Engenheira Florestal, doutora em Engenharia Florestal, pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR.

⁴ Estatística, mestre em Estatística e Experimentação Agronômica, analista da Embrapa Florestas, Colombo, PR.

⁵ Engenheira Florestal, mestre em Engenharia Agrícola, pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR.



² Acadêmica do Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

³ Engenheira Florestal, doutora em Engenharia Florestal, pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR.

técnica a árvores de *Mimosa scabrella* (bracatinga) e *Pinus taeda*, encontrando diferenças significativas entre o método convencional e o digital apenas para o volume de *Pinus taeda* em algumas idades.

No presente trabalho aplicou-se o mesmo procedimento, porém para árvores de *Araucaria angustifolia* provenientes de um plantio estabelecido em 1990 no Município de Caçador, SC, com espaçamento amplo (8 m x 9 m). O objetivo foi testar a aplicabilidade da técnica para essa espécie e, ao mesmo tempo, adaptar os procedimentos antes executados em software proprietários (Adobe Photoshop e ArcMap-ESRI) para software livre, como QGIS e GIMP.

Será apresentado a seguir o roteiro metodológico, com detalhamento de todas as etapas do processamento digital de imagens, vetorização e medição dos anéis de crescimento, além da preparação do conjunto de dados para os cálculos da ANATRO. As estimativas de crescimento e produção resultantes da análise de tronco aplicada são descritas em Busaguera et al. (2015). Para o desenvolvimento das etapas que serão descritas, deve-se instalar o software livre Quantum GIS ESSEN versão 2.14.3 para Windows e GNU *Image Manipulation Program* (GIMP) versão 2.6.12.

Roteiro para medição digital de anéis de crescimento

Preparação da imagem - GIMP

1) Abertura do GIMP, carregamento e manipulação da imagem do disco de madeira

Abrir o programa GIMP, observando as janelas de menu e caixa de ferramentas que se abrem automaticamente. Clicar em **arquivo** \rightarrow **abrir**, selecionando o local e nome do arquivo com a imagem da amostra (por exemplo, amostra a 0,0 m da árvore número 3).

Caso o corte na casca que marca a direção norte feita não esteja alinhado com o eixo vertical da tela, é conveniente rotacionar a amostra até alinhála verticalmente, no quadrante superior (Figura 1). No menu, clicar em **ferramentas** → **ferramentas**



	Ferramentas de pintura		14	Cortar	Shift+C
	Ferramentas de transformação	•	5	Rotacionar	Shift+R
	Ferramentas de <u>c</u> or	•	в	<u>R</u> edimensionar	Shift+T
	Vetores	В		Inc <u>l</u> inar	Shift+S
8	Seletor de cores	0		Perspectiva	Shift+P
6	Zoom	Z		Espelhar	Shift+F
A	<u>M</u> edidas	Shift+M	101	Transformar com gaiola	Shift+G
A	Te <u>x</u> to	Т			
6	Operação da <u>G</u> EGL				



Figura 1. Janela do programa GIMP, mostrando a opção para rotacionar a imagem.

Rotacionar

Cancelar

Restaurar

Ajuda

de transformação → rotacionar ou diretamente no ícone na janela caixa de ferramentas. Para efetuar a rotação, clicar na porção da imagem relativa ao corte na casca com o botão esquerdo (BE) do mouse, configurado como sendo o botão principal. Mantendo-o pressionado, girar a imagem da fatia até a posição desejada.

Dependendo do formato da fatia, ao rotacioná-la pode também ser necessário alterar as dimensões da tela ("canvas") para que nenhuma porção da imagem seja cortada (Figura 2). No menu clicar em imagem → ajustar tela às camadas.

Salvar a imagem com outro nome em arquivo → salvar como (por exemplo, acrescentando o sufixo " rot" ao nome original).

Em seguida, pode-se melhorar a visualização da imagem por meio da aplicação de técnicas de realce de cores (Figura 3). Clicar em ferramentas \rightarrow ferramentas de cor e selecionar brilho e contraste. alterando os valores por meio dos controles deslizantes até se obter uma imagem satisfatória. Também é possível alterar os parâmetros de matiz-saturação e equilíbrio de cores, disponíveis no menu de ferramentas de cor. Salvar a imagem com as alterações.



GIMP, mostrando a opção de redimensionamento da tela ("Canvas").



Figura 3. Janela do programa GIMP, mostrando a opção de ajuste de brilho e contraste para melhorar a visualização da imagem.

Concluídas as alterações, a imagem estará pronta para ser utilizada no procedimento de medição digital de anéis de crescimento a ser realizada no software QGIS.

2) Criação de novo projeto no QGIS

Abrir o programa QGIS e clicar em **projeto** \rightarrow **novo** (Figura 4a). Em seguida, clicar em **projeto** \rightarrow propriedades do projeto, na aba SRC, habilitando a caixa habilitar transformação SRC "on the fly" e escolhendo qualquer sistema de coordenadas (p.e. WGS 84, UTM Zone 22S). Isso pode ser feito procurando-se nos sistemas disponíveis (na janela filtro) ou clicando duas vezes sobre o nome na caixa de opções de SRCs recentemente usados. Após a seleção, encerrar a escolha clicando em OK (Figura 4b).

(a)			OCIS 2 14 2 Escap			
			20015 2.14.3-Essen			
			Projeto Editar Exibir Camada Cor	nfigurações		
			Novo C	trl+N		
			Abrir C	trl+0		
			Novo a partir de um modelo	•		
			Abrir Recente	+		
			🔜 Salvar C	trl+S		
			Caluar anna	HI CHIRLE	Figura 4 Janela do	programa
			Salvar como C	ur+snirt+s	OGIS mostrando: //	
	🌠 QGIS 2.14.3-Essen		Salvar como Imagem			a) a mreiete e
	Projeto Editar Exibir Can	mada Configurações	Exportar DXF			projeto e
	Novo	Ctrl+N	Propriedades do Projeto C	trl+Shift+P	(b) a definição do si	stema de
	1000	Gurin	2		coordenadas.	
(b)	/ p · · · · p · · · ·	chc				1 V
	Propriedades do Projeto	SRC				r ~
		🛪 Habilitar transform	nação SRC 'dinâmica'			
		Constant Con				
	A suc	Filtro				
	JAC JAC	SRC recentemente usad	lo(s)			
	100 Therefore a				- Nord Marca	
	In Na Identificar camadas	Sistema de Referência	de Coordenadas		Autoridade de ID	
		* SRC gerado (+proj=	aea +lat_1=-2 +lat_2=-22 +lat_0=-12 +lon_0	=-54 +x_0=	USER: 100002	
	Estilos-padrão	* SRC gerado (+proj=	utm +zone=22 +south +ellps=aust_SA +units:	=m +no_defs)	USER: 100000	
	land a	SIRGAS 2000 / LITM 20	ne 225		EPSG:31982	
	Servidor OWS	WGS 84			EPSG:4326	
	-	SAD69 / UTM zone 22S			EPSG:29192	
	Aacros	WGS 84 / Pseudo Merc	ator		EPSG:3857	
	-	WG5 84 / UTM zone 22	5		EPSG:32722	
	🖩 🔤 Relações					
	Variáveis					
			5555 5555			
					0 1 000	
		Sistema de referencia de	e coordenadas do 'world'		Ocultar SRC o	bsoleto(s)
		Sistema de Referência d	e coordenadas do 'world' de Coordenadas			bsoleto(s)
		Sistema de Referência	e coordenadas do 'world' de Coordenadas		Autoridade de ID	bsoleto(s)
		Sistema de Referência	e coordenadas do 'world' de Coordenadas JTM zone 21S ITM zone 22N		Autoridade de ID EPSG:31996 EPSG:31991	bsoleto(s)
		Sistema de referência d Sistema de Referência SIRGAS / U SIRGAS / U	e coordenadas do 'world' de Coordenadas JTM zone 21S JTM zone 22N JTM zone 22S		Quitar SRC o Autoridade de ID EPSG:31996 EPSG:31991 EPSG:31997	bsoleto(s)
		Sistema de Referência d Sistema de Referência SIRGAS / U SIRGAS / U SIRGAS / U	e coordenadas do 'world' de Coordenadas JTM zone 21S JTM zone 22N JTM zone 22S JTM zone 23S		Autoridade de ID EPSG:31996 EPSG:31991 EPSG:31997 EPSG:31998	bsoleto(s)
		Sistema de Referência d Sistema de Referência SIRGAS / U SIRGAS / U SIRGAS / U SIRGAS / U SIRGAS / U	e coordenadas do 'world' de Coordenadas JTM zone 21S JTM zone 22N JTM zone 22S JTM zone 23S JTM zone 24S		Ocultar SRC o Autoridade de ID EPSG: 31996 EPSG: 31991 EPSG: 31997 EPSG: 31998 EPSG: 31998 EPSG: 31998	bsoleto(s)
		Sistema de Referência d Sistema de Referência SIRGAS / U SIRGAS / U	e coordenadas do 'world' de Coordenadas JTM zone 21S JTM zone 22N JTM zone 22S JTM zone 23S JTM zone 24S JTM zone 25S JTM zone 25S JTM zone 25S JTM zone 25S JTM zone 25S		Ocultar SRC o Autoridade de ID EPSG:31996 EPSG:31991 EPSG:31997 EPSG:31998 EPSG:31999 EPSG:32000 EPSG:3200 EPSG:3200 EPSG:3200 EPSG:3200 EPSG:3200 EPSG:3200 EPSG:3200	bsoleto(s)
		Sistema de Referência d Sistema de Referência 	e coordenadas do 'world' de Coordenadas JTM zone 21S JTM zone 22N JTM zone 22S JTM zone 23S JTM zone 24S JTM zone 25S 100 / UTM zone 11N 100 / UTM zone 12N		Ocultar SRC o Autoridade de ID EPSG: 31996 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31999 EPSG: 31999 EPSG: 31999 EPSG: 32000 EPSG: 31966	bsoleto(s)
		Sistema de Referência d Sistema de Referência SIRGAS / 1 SIRGAS / 1 SIRGAS / 1 SIRGAS / 1 SIRGAS / 1 SIRGAS / 1 SIRGAS / 2 SIRGAS	e coordenadas do 'world' de Coordenadas JTM zone 21S JTM zone 22N JTM zone 22S JTM zone 23S JTM zone 24S JTM zone 25S 100 / UTM zone 11N 100 / UTM zone 12N 100 / UTM zone 13N		Ocultar SRC o Autoridade de ID EPSG: 31996 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31998 EPSG: 31998 EPSG: 31996 EPSG: 31965 EPSG: 31965 EPSG: 31967	bsoleto(s)
		Sistema de Referência d Sistema de Referência SIRGAS / U SIRGAS / U SIRGAS / U SIRGAS / U SIRGAS / U SIRGAS / U SIRGAS 2 SIRGAS 2 SIRGAS 2 SIRGAS 2 SIRGAS 2 SIRGAS 2 SIRGAS 2	e coordenadas do 'world' de Coordenadas JTM zone 21S JTM zone 22N JTM zone 22S JTM zone 23S JTM zone 24S JTM zone 25S 100 / UTM zone 11N 100 / UTM zone 12N 100 / UTM zone 13N 100 / UTM zone 14N		Ocultar SRC o Autoridade de ID EPSG: 31996 EPSG: 31997 EPSG: 31998 EPSG: 31998 EPSG: 31998 EPSG: 31965 EPSG: 31965 EPSG: 31965 EPSG: 31966 EPSG: 31968	bsoleto(s)
		Sistema de Referência d Sistema de Referência SIRGAS / U SIRGAS / U	e coordenadas do 'world' de Coordenadas JTM zone 21S JTM zone 22N JTM zone 22S JTM zone 23S JTM zone 23S JTM zone 24S JTM zone 24S JTM zone 25S 100 / UTM zone 11N 100 / UTM zone 12N 100 / UTM zone 14N 100 / UTM zone 14N		Ocultar SRC o Autoridade de ID EPSG: 31996 EPSG: 31991 EPSG: 31997 EPSG: 31998 EPSG: 31998 EPSG: 31998 EPSG: 31996 EPSG: 31965 EPSG: 31965 EPSG: 31965 EPSG: 31966 EPSG: 31968 EPSG: 31969	
		Sistema de Referência d Sistema de Referência 	e coordenadas do 'world' de Coordenadas JTM zone 21S JTM zone 22N JTM zone 22S JTM zone 23S JTM zone 24S JTM zone 25S 100 / UTM zone 11N 100 / UTM zone 13N 100 / UTM zone 14N 100 / UTM zone 15N 100 / UTM zone 16N		Ocultar SRC o Autoridade de ID EPSG: 31996 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31999 EPSG: 31999 EPSG: 31996 EPSG: 31966 EPSG: 31967 EPSG: 31969 EPSG: 31969 EPSG: 31969	bsoleto(s)
		Sistema de Referência d Sistema de Referência SIRGAS / I SIRGAS	e coordenadas do 'world' de Coordenadas JTM zone 21S JTM zone 22N JTM zone 22S JTM zone 23S JTM zone 24S JTM zone 25S 100 / UTM zone 11N 100 / UTM zone 12N 100 / UTM zone 13N 100 / UTM zone 14N 100 / UTM zone 14N 100 / UTM zone 16N 100 / UTM zone 16N 100 / UTM zone 16N 100 / UTM zone 16N 100 / UTM zone 16N		Ocultar SRC o Autoridade de ID EPSG: 31996 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31998 EPSG: 31996 EPSG: 31965 EPSG: 31965 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31970 EPSG: 31970 EPSG: 31970 EPSG: 31971	bsoleto(s)
		Sistema de Referência d Sistema de Referência SIRGAS / U SIRGAS	e coordenadas do 'world' de Coordenadas JTM zone 21S JTM zone 22N JTM zone 22S JTM zone 23S JTM zone 24S JTM zone 24S JTM zone 12N 100 / UTM zone 11N 100 / UTM zone 13N 100 / UTM zone 14N 100 / UTM zone 14N 100 / UTM zone 16N 100 / UTM zone 17S 100 / UTM zone 18N		Ocultar SRC o Autoridade de ID EPSG: 31996 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31998 EPSG: 31998 EPSG: 31965 EPSG: 31965 EPSG: 31965 EPSG: 31966 EPSG: 31966 EPSG: 31967 EPSG: 31968 EPSG: 31970 EPSG: 31971 EPSG: 31971 EPSG: 31971	▲
		Sistema de Referência d Sistema de Referência SIRGAS // SIRGAS // SIRGAS // SIRGAS // SIRGAS // SIRGAS // SIRGAS 22 SIRGAS 20 SIRGAS	e coordenadas do 'world' de Coordenadas JTM zone 21S JTM zone 22N JTM zone 22S JTM zone 23S JTM zone 23S JTM zone 25S 100 / UTM zone 11N 100 / UTM zone 12N 100 / UTM zone 12N 100 / UTM zone 14N 100 / UTM zone 15N 100 / UTM zone 15N 100 / UTM zone 17S 100 / UTM zone 17S 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 18N		Ocultar SRC o Autoridade de ID EPSG: 31996 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31998 EPSG: 31998 EPSG: 31965 EPSG: 31965 EPSG: 31965 EPSG: 31966 EPSG: 31968 EPSG: 31968 EPSG: 31969 EPSG: 31971 EPSG: 31971 EPSG: 31977 EPSG: 31978	
		Sistema de Referência d Sistema de Referência SIRGAS // SIRGAS // SIRGAS // SIRGAS // SIRGAS // SIRGAS // SIRGAS // SIRGAS 22 SIRGAS 24 SIRGAS	e coordenadas do 'world' de Coordenadas JTM zone 21S JTM zone 22N JTM zone 22S JTM zone 23S JTM zone 23S JTM zone 25S J00 / UTM zone 11N 100 / UTM zone 12N 100 / UTM zone 14N 100 / UTM zone 14N 100 / UTM zone 15N 100 / UTM zone 16N 100 / UTM zone 17N 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 19N		Ocultar SRC o Autoridade de ID EPSG: 31996 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31998 EPSG: 31996 EPSG: 31965 EPSG: 31966 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31970 EPSG: 31970 EPSG: 31971 EPSG: 31972 EPSG: 31972 EPSG: 31973	bsoleto(s)
		Sistema de Referência d Sistema de Referência SIRGAS / I SIRGAS	e coordenadas do 'world' de Coordenadas JTM zone 21S JTM zone 22N JTM zone 22S JTM zone 23S JTM zone 24S JTM zone 25S 100 / UTM zone 11N 100 / UTM zone 12N 100 / UTM zone 13N 100 / UTM zone 14N 100 / UTM zone 14N 100 / UTM zone 16N 100 / UTM zone 17N 100 / UTM zone 17N 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 18S 100 / UTM zone 18S 100 / UTM zone 19N 100 / UTM zone 19N		Ocultar SRC o Autoridade de ID EPSG: 31996 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31998 EPSG: 31965 EPSG: 31965 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31970 EPSG: 31970 EPSG: 31971 EPSG: 31972 EPSG: 31972 EPSG: 31972 EPSG: 31972 EPSG: 31973	bsoleto(s)
		Sistema de Referência d Sistema de Referência SIRGAS / I SIRGAS	e coordenadas do 'world' de Coordenadas JTM zone 21S JTM zone 22N JTM zone 22S JTM zone 23S JTM zone 24S JTM zone 24S JTM zone 25S 100 / UTM zone 11N 100 / UTM zone 12N 100 / UTM zone 13N 100 / UTM zone 14N 100 / UTM zone 15N 100 / UTM zone 16N 100 / UTM zone 17S 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 19N 100 / UTM zone 19N 100 / UTM zone 19S 100 / UTM zone 20N		Ocultar SRC o Autoridade de ID EPSG: 31996 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31998 EPSG: 31998 EPSG: 31965 EPSG: 31965 EPSG: 31965 EPSG: 31966 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31970 EPSG: 31971 EPSG: 31971 EPSG: 31972 EPSG: 31978 EPSG: 31978 EPSG: 31978 EPSG: 31974	▲
		Sistema de Referência d Sistema de Referência 	e coordenadas do 'world' de Coordenadas JTM zone 21S JTM zone 22N JTM zone 22S JTM zone 23S JTM zone 24S JTM zone 24S JTM zone 25S J00 / UTM zone 11N 100 / UTM zone 12N 100 / UTM zone 13N 100 / UTM zone 15N 100 / UTM zone 16N 100 / UTM zone 16N 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 18S 100 / UTM zone 19S 100 / UTM zone 20N 100 / UTM zone 20N		Ocultar SRC o Autoridade de ID EPSG: 31996 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31999 EPSG: 31996 EPSG: 31966 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31969 EPSG: 31970 EPSG: 31977 EPSG: 31977 EPSG: 31977 EPSG: 31973 EPSG: 31973 EPSG: 31973 EPSG: 31974 EPSG: 31974	bsoleto(s)
		Sistema de Referência d Sistema de Referência SIRGAS // SIRGAS // SIRGAS // SIRGAS // SIRGAS // SIRGAS // SIRGAS // SIRGAS 22 SIRGAS	e coordenadas do 'world' de Coordenadas JTM zone 21S JTM zone 22N JTM zone 22S JTM zone 23S JTM zone 24S JTM zone 25S 100 / UTM zone 11N 100 / UTM zone 12N 100 / UTM zone 14N 100 / UTM zone 14N 100 / UTM zone 15N 100 / UTM zone 16N 100 / UTM zone 17S 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 18S 100 / UTM zone 19S 100 / UTM zone 19S 100 / UTM zone 20N 100 / UTM zone 20S 100 / UTM zone 21N		Ocultar SRC o Autoridade de ID EPSG: 31996 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31998 EPSG: 31996 EPSG: 31966 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31970 EPSG: 31970 EPSG: 31971 EPSG: 31972 EPSG: 31972 EPSG: 31973 EPSG: 31973 EPSG: 31973 EPSG: 31974 EPSG: 31979 EPSG: 31975	bsoleto(s)
		Sistema de Referência d Sistema de Referência SIRGAS / I SIRGAS	e coordenadas do 'world' de Coordenadas JTM zone 21S JTM zone 22N JTM zone 22S JTM zone 23S JTM zone 24S JTM zone 25S 100 / UTM zone 11N 100 / UTM zone 12N 100 / UTM zone 13N 100 / UTM zone 14N 100 / UTM zone 15N 100 / UTM zone 17N 100 / UTM zone 17N 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 18S 100 / UTM zone 18S 100 / UTM zone 19N 100 / UTM zone 19N 100 / UTM zone 19S 100 / UTM zone 20N 100 / UTM zone 21S 100 / UTM zone 20N 100 / UTM zone 20N		Ocultar SRC o Autoridade de ID EPSG: 31996 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31998 EPSG: 31965 EPSG: 31965 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31970 EPSG: 31970 EPSG: 31970 EPSG: 31971 EPSG: 31972 EPSG: 31972 EPSG: 31972 EPSG: 31978 EPSG: 31976 EPSG: 31975 EPSG: 31975 EPSG: 31976	bsoleto(s)
		Sistema de Referência d Sistema de Referência SIRGAS / 1 SIRGAS	e coordenadas do 'world' de Coordenadas JTM zone 21S JTM zone 22N JTM zone 22S JTM zone 23S JTM zone 24S JTM zone 24S JTM zone 12N J00 / UTM zone 11N J00 / UTM zone 12N J00 / UTM zone 13N J00 / UTM zone 13N J00 / UTM zone 14N J00 / UTM zone 15N J00 / UTM zone 17N J00 / UTM zone 17N J00 / UTM zone 17S J00 / UTM zone 18S J00 / UTM zone 18S J00 / UTM zone 18S J00 / UTM zone 19N J00 / UTM zone 19N J00 / UTM zone 20N J00 / UTM zone 21S J00 / UTM zone 21S J00 / UTM zone 22N J00 / UTM zone 2N J00		Ocultar SRC o Autoridade de ID EPSG: 31996 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31998 EPSG: 31998 EPSG: 31965 EPSG: 31965 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31970 EPSG: 31970 EPSG: 31970 EPSG: 31972 EPSG: 31972 EPSG: 31978 EPSG: 31978 EPSG: 31978 EPSG: 31978 EPSG: 31978 EPSG: 31978 EPSG: 31975 EPSG: 31975 EPSG: 31975 EPSG: 31982	bsoleto(s)
		Sistema de Referência Sistema de Referência SIRGAS /I SIRGAS /I SIRGAS /I SIRGAS /I SIRGAS /I SIRGAS /I SIRGAS 22 SIRGAS 22	e coordenadas do 'world' de Coordenadas JTM zone 21S JTM zone 22N JTM zone 22S JTM zone 23S JTM zone 24S JTM zone 25S J00 / UTM zone 11N 100 / UTM zone 12N 100 / UTM zone 13N 100 / UTM zone 13N 100 / UTM zone 15N 100 / UTM zone 16N 100 / UTM zone 16N 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 18S 100 / UTM zone 19S 100 / UTM zone 19S 100 / UTM zone 20S 100 / UTM zone 21N 100 / UTM zone 21S 100 / UTM zone 22S 100 / UTM zone 22S		Ocultar SRC o Autoridade de ID EPSG: 31996 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31999 EPSG: 31996 EPSG: 31966 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31970 EPSG: 31977 EPSG: 31977 EPSG: 31977 EPSG: 31977 EPSG: 31973 EPSG: 31973 EPSG: 31974 EPSG: 31974 EPSG: 31974 EPSG: 31976 EPSG: 31976 EPSG: 31976 EPSG: 31976 EPSG: 31976 EPSG: 31976 EPSG: 31982	
		Sistema de Referência d Sistema de Referência Sistema de Referência SIRGAS // SIRGAS //	e coordenadas do 'world' de Coordenadas JTM zone 21S JTM zone 22N JTM zone 22S JTM zone 23S JTM zone 23S JTM zone 25S J00 / UTM zone 11N 100 / UTM zone 12N 100 / UTM zone 12N 100 / UTM zone 13N 100 / UTM zone 14N 100 / UTM zone 15N 100 / UTM zone 16N 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 18S 100 / UTM zone 19S 100 / UTM zone 21N 100 / UTM zone 22S 100 / UTM zone 22S 100 / UTM zone 22S		Ocultar SRC o Autoridade de ID EPSG: 31996 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31998 EPSG: 31998 EPSG: 31996 EPSG: 31965 EPSG: 31965 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31970 EPSG: 31970 EPSG: 31970 EPSG: 31977 EPSG: 31972 EPSG: 31973 EPSG: 31973 EPSG: 31973 EPSG: 31974 EPSG: 31975 EPSG: 31976 EPSG: 31982	
		Sistema de Referência d Sistema de Referência SIRGAS // SIRGAS //	e coordenadas do 'world' de Coordenadas JTM zone 21S JTM zone 22N JTM zone 22S JTM zone 23S JTM zone 23S JTM zone 24S JTM zone 25S 100 / UTM zone 11N 100 / UTM zone 12N 100 / UTM zone 13N 100 / UTM zone 14N 100 / UTM zone 15N 100 / UTM zone 15N 100 / UTM zone 15N 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 18S 100 / UTM zone 18S 100 / UTM zone 19N 100 / UTM zone 19N 100 / UTM zone 20N 100 / UTM zone 21S 100 / UTM zone 22S 3AS 2000 / UTM zone 22S		Ocultar SRC o Autoridade de ID EPSG: 31996 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31998 EPSG: 31996 EPSG: 31996 EPSG: 31996 EPSG: 31965 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31970 EPSG: 31971 EPSG: 31972 EPSG: 31972 EPSG: 31972 EPSG: 31972 EPSG: 31973 EPSG: 31974 EPSG: 31975 EPSG: 31976 EPSG: 31976 EPSG: 31976 EPSG: 31976 EPSG: 31976 EPSG: 31976	
		Sistema de Referência o Sistema de Referência SIRGAS / I SIRGAS	e coordenadas do 'world' de Coordenadas JTM zone 21S JTM zone 22N JTM zone 22S JTM zone 23S JTM zone 24S JTM zone 25S 100 / UTM zone 11N 100 / UTM zone 12N 100 / UTM zone 13N 100 / UTM zone 13N 100 / UTM zone 14N 100 / UTM zone 17N 100 / UTM zone 17N 100 / UTM zone 17N 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 18S 100 / UTM zone 20N 100 / UTM zone 21S 100 / UTM zone 21S 100 / UTM zone 22S 3AS 2000 / UTM zone 22S		Ocultar SRC o Autoridade de ID EPSG: 31996 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31996 EPSG: 31997 EPSG: 31965 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31970 EPSG: 31971 EPSG: 31972 EPSG: 31972 EPSG: 31973 EPSG: 31974 EPSG: 31975 EPSG: 31976 EPSG: 31975 EPSG: 31976 EPSG: 31978 EPSG: 31975 EPSG: 31975 EPSG: 31982	
		Sistema de Referência o Sistema de Referência 	e coordenadas do 'world' de Coordenadas JTM zone 21S JTM zone 22N JTM zone 22S JTM zone 23S JTM zone 24S JTM zone 24S JTM zone 25S 100 / UTM zone 11N 100 / UTM zone 12N 100 / UTM zone 13N 100 / UTM zone 13N 100 / UTM zone 15N 100 / UTM zone 16N 100 / UTM zone 16N 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 18S 100 / UTM zone 19S 100 / UTM zone 20S 100 / UTM zone 21S 100 / UTM zone 21S 100 / UTM zone 22S 36S 2000 / UTM zone 22S +south +ellps=GRS80 +towqs84=0,0,0.0.0.0.	0 +units=m +no	☐ Ocultar SRC o Autoridade de ID EPSG: 31996 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31996 EPSG: 31966 EPSG: 31966 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31970 EPSG: 31977 EPSG: 31977 EPSG: 31977 EPSG: 31973 EPSG: 31973 EPSG: 31974 EPSG: 31974 EPSG: 31976 EPSG: 31976 EPSG: 31976 EPSG: 31981 EPSG: 31982defs	
		Sistema de Referência o Sistema de Referência 	e coordenadas do 'world' de Coordenadas JTM zone 21S JTM zone 22N JTM zone 22S JTM zone 23S JTM zone 23S JTM zone 23S JTM zone 25S J00 / UTM zone 11N 100 / UTM zone 12N 100 / UTM zone 14N 100 / UTM zone 14N 100 / UTM zone 15N 100 / UTM zone 15N 100 / UTM zone 15N 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 18S 100 / UTM zone 19S 100 / UTM zone 19S 100 / UTM zone 19S 100 / UTM zone 21N 100 / UTM zone 21S 100 / UTM zone 21S 100 / UTM zone 22S 3AS 2000 / UTM zone 22S +south +ellps=GRS80 +towgs84=0,0,0,0,0,0,0	0 +units=m +no	Ocultar SRC o Autoridade de ID EPSG: 31996 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31998 EPSG: 31998 EPSG: 31965 EPSG: 31966 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31970 EPSG: 31970 EPSG: 31977 EPSG: 31977 EPSG: 31977 EPSG: 31977 EPSG: 31977 EPSG: 31978 EPSG: 31978 EPSG: 31978 EPSG: 31978 EPSG: 31978 EPSG: 31978 EPSG: 31978 EPSG: 31978 EPSG: 31976 EPSG: 31976 EPSG: 31982 	
		Sistema de Referência o Sistema de Referência SIRGAS // SIRGAS	e coordenadas do 'world' de Coordenadas JTM zone 21S JTM zone 22N JTM zone 22S JTM zone 23S JTM zone 24S JTM zone 25S 100 / UTM zone 11N 100 / UTM zone 12N 100 / UTM zone 13N 100 / UTM zone 14N 100 / UTM zone 15N 100 / UTM zone 15N 100 / UTM zone 15N 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 18S 100 / UTM zone 20N 100 / UTM zone 21S 100 / UTM zone 22S 3AS 2000 / UTM zone 22S +south +ellps=GRS80 +towgs84=0,0,0,0,0,0,0	0 +units=m +no	Ocultar SRC o Autoridade de ID EPSG: 31996 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31998 EPSG: 31996 EPSG: 31965 EPSG: 31965 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31970 EPSG: 31970 EPSG: 31977 EPSG: 31972 EPSG: 31972 EPSG: 31972 EPSG: 31973 EPSG: 31975 EPSG: 31975 EPSG: 31982 	
		Sistema de Referência o Sistema de Referência - SIRGAS / I - SIRGAS /	e coordenadas do 'world' de Coordenadas JTM zone 21S JTM zone 22N JTM zone 22S JTM zone 23S JTM zone 24S JTM zone 25S 100 / UTM zone 11N 100 / UTM zone 12N 100 / UTM zone 13N 100 / UTM zone 13N 100 / UTM zone 14N 100 / UTM zone 17N 100 / UTM zone 17N 100 / UTM zone 17N 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 18S 100 / UTM zone 18S 100 / UTM zone 18S 100 / UTM zone 20N 100 / UTM zone 21S 100 / UTM zone 21S 100 / UTM zone 22S 3AS 2000 / UTM zone 22S +south +ellps=GRS80 +towgs84=0,0,0,0,0,0,0	0 +units=m +no	☐ Ocultar SRC o Autoridade de ID EPSG: 31996 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31996 EPSG: 31965 EPSG: 31965 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31970 EPSG: 31970 EPSG: 31971 EPSG: 31972 EPSG: 31972 EPSG: 31972 EPSG: 31974 EPSG: 31975 EPSG: 31975 EPSG: 31975 EPSG: 31982defs	
		Sistema de Referência o Sistema de Referência 	e coordenadas do 'world' de Coordenadas JTM zone 21S JTM zone 22N JTM zone 22S JTM zone 23S JTM zone 24S JTM zone 25S 100 / UTM zone 11N 100 / UTM zone 13N 100 / UTM zone 13N 100 / UTM zone 13N 100 / UTM zone 15N 100 / UTM zone 16N 100 / UTM zone 16N 100 / UTM zone 17S 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 18S 100 / UTM zone 19S 100 / UTM zone 19S 100 / UTM zone 20S 100 / UTM zone 21S 100 / UTM zone 22S 3AS 2000 / UTM zone 22S +south +ellps=GRS80 +towgs84=0,0,0,0,0,0,0	0 +units=m +no	Ocultar SRC o Autoridade de ID EPSG: 31996 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31996 EPSG: 31966 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31970 EPSG: 31977 EPSG: 31977 EPSG: 31977 EPSG: 31977 EPSG: 31973 EPSG: 31974 EPSG: 31974 EPSG: 31976 EPSG: 31976 EPSG: 31981 EPSG: 31982defs	
		Sistema de Referência o Sistema de Referência 	e coordenadas do 'world' de Coordenadas JTM zone 21S JTM zone 22N JTM zone 22S JTM zone 23S JTM zone 23S JTM zone 25S J00 / UTM zone 11N 100 / UTM zone 12N 100 / UTM zone 13N 100 / UTM zone 15N 100 / UTM zone 15N 100 / UTM zone 15N 100 / UTM zone 16N 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 19S 100 / UTM zone 19S 100 / UTM zone 20N 100 / UTM zone 21S 100 / UTM zone 22S 	0 +units=m +no	Ocultar SRC o Autoridade de ID EPSG: 31996 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31998 EPSG: 31996 EPSG: 31965 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31970 EPSG: 31970 EPSG: 31977 EPSG: 31977 EPSG: 31977 EPSG: 31977 EPSG: 31977 EPSG: 31978 EPSG: 31978 EPSG: 31978 EPSG: 31978 EPSG: 31978 EPSG: 31978 EPSG: 31978 EPSG: 31976 EPSG: 31982 	
		Sistema de Referência o Sistema de Referência Sistema de Referência SIRGAS // SIRGAS	e coordenadas do 'world' de Coordenadas JTM zone 21S JTM zone 22N JTM zone 22S JTM zone 23S JTM zone 24S JTM zone 25S 100 / UTM zone 11N 100 / UTM zone 12N 100 / UTM zone 13N 100 / UTM zone 14N 100 / UTM zone 15N 100 / UTM zone 15N 100 / UTM zone 16N 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 18S 100 / UTM zone 19S 100 / UTM zone 20N 100 / UTM zone 21S 100 / UTM zone 21S 100 / UTM zone 22S 36S 2000 / UTM zone 22S +south +ellps=GRS80 +towgs84=0,0,0,0,0,0,0	0 +units=m +no	Ocultar SRC o Autoridade de ID EPSG: 31996 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31998 EPSG: 31996 EPSG: 31965 EPSG: 31965 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31970 EPSG: 31970 EPSG: 31970 EPSG: 31972 EPSG: 31972 EPSG: 31972 EPSG: 31975 EPSG: 31975 EPSG: 31976 EPSG: 31976 EPSG: 31976 EPSG: 31976 EPSG: 31976 EPSG: 31976 EPSG: 31976	
		Sistema de Referência o Sistema de Referência SIRGAS / I SIRGAS	e coordenadas do 'world' de Coordenadas JTM zone 21S JTM zone 22N JTM zone 22S JTM zone 23S JTM zone 24S JTM zone 25S 100 / UTM zone 11N 100 / UTM zone 13N 100 / UTM zone 13N 100 / UTM zone 14N 100 / UTM zone 15N 100 / UTM zone 17N 100 / UTM zone 17N 100 / UTM zone 18N 100 / UTM zone 18S 100 / UTM zone 19N 100 / UTM zone 20N 100 / UTM zone 21S 100 / UTM zone 22S 3AS 2000 / UTM zone 22S +south +ellps=GRS80 +towgs84=0,0,0,0,0,0,0	0 +units=m +no	Ocultar SRC o Autoridade de ID EPSG: 31996 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31997 EPSG: 31996 EPSG: 31997 EPSG: 31965 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31967 EPSG: 31970 EPSG: 31971 EPSG: 31972 EPSG: 31972 EPSG: 31974 EPSG: 31975 EPSG: 31976 EPSG: 31976 EPSG: 31975 EPSG: 31976 EPSG: 31976 EPSG: 31975 EPSG: 31976 EPSG: 31975 EPSG: 31982	bsoleto(s)

Como a medição dos anéis não requer referência geográfica, sugere-se adotar um sistema de coordenadas planas apenas para facilitar as medições posteriores.

Salvar o novo projeto em **projeto** \rightarrow **salvar como**, fornecendo um nome e local.

Devido ao grande número de amostras por árvore, é conveniente gravar um projeto para cada árvore, denominando-os **Arvore1**, **Arvore2**, etc.

3) Inserção da imagem e realce

Inserir a imagem da fatia selecionando no menu camada \rightarrow adicionar camada raster ou clicando

diretamente no ícone correspondente (Figura 5).

Se ainda houver necessidade de melhorar a visualização da imagem e, consequentemente, a discriminação dos anéis, pode-se usar as ferramentas disponíveis no QGIS (Figura 6). Com o botão direito (BD) - configurado como o botão secundário - do mouse sobre o nome do arquivo, clicar em **propriedades** → aba **estilo**, para ajustar os controles deslizantes de **brilho**, **contraste e saturação**. Clicar em **OK**.

4) Vetorização e edição dos anéis

Os polígonos que representam cada anel devem ser



Figura 5. Janela do programa QGIS, mostrando a inserção de imagem raster.



Figura 6. Janela do programa QGIS, mostrando as opções de realce de imagem.

armazenados em um arquivo shape do tipo polígono. Haverá, portanto, um *shape* com o conjunto dos anéis para cada amostra fotografada, ou seja, para cada árvore haverá tantos *shapes* quanto o número de amostras. Para criar um *shape*, clicar em **camada** \rightarrow **criar nova camada** \rightarrow **Shapefile** (Figura 7). Na janela **nova camada shapefile** selecionar o tipo **polígono**. Fornecer um local e nome (*arv_3_ fat 16 80 aneis*) e salvar.

A nova camada aparecerá na tabela de conteúdos da **vista**, devendo-se colocá-la em edição. Clicando com o BD sobre o nome da camada, selecionar **abrir tabela de atributos**. Observa-se que a tabela contém apenas o campo *Id*, gerado por default quando da criação do arquivo. Incluir novos campos (colunas) por meio do ícone **nova coluna** (Figura 8).

Deve-se definir o **nome**, **tipo** e **largura** de cada campo e clicar **OK** para completar a operação. Repetindo os procedimentos, adicionar os campos e respectivas propriedades (Tabela 1) e, em seguida, fechar a tabela.

Nessa fase, pode-se excluir o campo *ld* gerado por default, clicando no ícone excluir coluna e selecionando o campo na lista da janela **excluir atributos** (Figura 9).

O primeiro anel a ser vetorizado deve ser, obrigatoriamente, o mais externo, próximo à casca, por convenção sempre denominado Anel 1, em todas as amostras. Essa sequência na vetorização permite que todos os anéis possam ser visualizados ao mesmo tempo, mesmo quando a simbologia escolhida for a de polígonos sólidos (preenchidos com cores). Além disso, as operações de seleção de anéis são facilitadas, em função da ordem em que as feições aparecem na vista (anéis mais externos sempre embaixo).

Usando os recursos de *zoom*, deve-se determinar o limite do anel mais externo, em um ponto



Figura 7. Janela do programa QGIS, mostrando a criação de vetor (*shapefile*) do tipo polígono.



Figura 8. Janela do programa QGIS, mostrando a inserção de nova coluna na tabela de atributos do *shape*.



Figura 9. Janela do programa QGIS, mostrando a exclusão de coluna na tabela de atributos do *shape*.

Tabela 1. Descrição e característica dos campos a serem inseridos na tabela de atributos do shapefile relativo à fatia.

Nome	Árvore	h_fatia_m*	Anel	Fator	Area_cm ²	Raio_cm	ldade_anos	IMAd_cm**
Тіро	Texto (<i>String</i>)	Número decimal real (<i>double</i>)	Número inteiro (<i>integer</i>)	Número decimal real (<i>double</i>)	Número decimal real (<i>double</i>)	Número decimal real (<i>double</i>)	Número inteiro (<i>integer</i>)	Número decimal real (<i>double</i>)
Largura	2	6	2	15	15	6	2	6
Precisão	-	2	-	6	6	2	-	2

*h_fatia_m = altura da fatia, em metros; **IMAd_cm = Incremento Médio Anual em diâmetro, em centímetros.

qualquer na região do câmbio, interno à casca. O limite equivale ao ponto de transição entre o lenho primaveril (mais externo, direção à casca ou da própria casca no caso do primeiro anel) e o outonal (mais interno, no final do anel anterior).

Sempre, deve-se manter um equilíbrio de nível de zoom, que deve ser suficientemente grande para se definir com precisão o limite entre lenho outonal e primaveril, devendo, porém, permitir uma visão geral da amostra e a visualização da trajetória do anel sobre toda a superfície do disco. Os recursos de aumento (**aproximar**) e diminuição de zoom (**afastar**) encontram-se no menu superior (Figura 10).

Inicia-se a vetorização clicando-se no menu editar → adicionar feição ou diretamente no ícone correspondente. À medida que novos nós vão sendo inseridos, aparece a imagem de um polígono transparente na cor vermelha. Para deslocar a imagem, basta clicar no ícone de panorâmica no **mapa** (Figura 11a), deslocar a imagem e novamente clicar no ícone de **adicionar feição** (Figura 11b) para prosseguir com a vetorização. Deve-se vetorizar todo o anel até retornar ao primeiro ponto, clicando com o BD do mouse para finalizar a edição. Na sequência, aparecerá a tabela de atributos onde se deve preencher apenas o número do anel no campo correspondente (1 para o mais externo e assim por diante). Repetir o procedimento até o último anel (mais interno, próximo à medula).

Durante a edição, é conveniente alterar a simbologia da camada para **sem pincel**, **de forma** que os polígonos desenhados sejam vazados, ou seja, sem preenchimento. Deve-se adotar uma cor de borda que facilite sua visualização e a dos anéis subsequentes (Figura 12). Clicar com o BD sobre o nome da camada na **vista** e selecionar **propriedades** → **estilo**, fazendo as devidas alterações. Por *default*, durante a geração da feição, o polígono aparecerá preenchido em cor vermelha.



Figura 10. Janela do programa QGIS, mostrando os ícones de adicionar feição, aproximar e afastar.





🚀 Propriedades da camac	la - arv_3_fat_16_80_aneis Estilo				?	×
🔀 Geral	🚍 Símbolo simples 🔻					
🨻 Estilo		Tipo da camada símbolo		Preenchimento simples		-
abc Rótulos		Cores	Preenchimento			
Campos	10 St	Estilo do preenchimento	Sem pincel		-	4
🮸 Renderização		Estilo da borda			•	€,
🧭 Mostrar	, Preenchimento simples	Estilo da união	Chanfrado			e,
S Ações		Espessura da borda	0.860000	€ €	Milímetro	-
• ┥ Uniões		Deslocamento X,Y	0.000000	0.000000	 Milímetro 	-
Diagramas						
🥡 Metadados						
8 Variáveis						
		Desenhe os efeitos				A
	▼ Renderização da camada				213	
	Transparência	0			0	÷
	Modo de mistura da camada	Normal	▼ Modo de mistura da feição	Normal		-
	Desenhe os efeitos					the second secon
	Controle da ordem de renderização de feições					
	Estilo			OK Cancelar	Aplicar A	vjuda

Figura 12. Janela do programa QGIS, mostrando as opções de simbologia (estilo de preenchimento).

Para editar os limites dos anéis posicionando-os corretamente, selecionar no menu a opção editar → ferramenta de nós (Figura 13) ou clicar sobre o ícone disponível na barra de ferramentas. Clicar com o BE do mouse sobre o nó que se deseja mover, arrastando-o para a nova posição. Se houver necessidade de criar nós adicionais para melhorar o desenho do anel, basta clicar duas vezes com o BE do mouse sobre a linha limite do anel na posição aproximada e depois arrastá-lo com os demais.

Salvar esporadicamente as edições, clicando com o BD do mouse sobre o nome da camada, selecionando **edições atuais** → **salvar para a camada selecionada** (Figura 14). Ao finalizar todas as edições, salvar a camada e sair do modo de edição.

Após a vetorização e edição de todos os anéis, é possível visualizar os anéis em cores diferentes. Estando com o nome do *shape* selecionado, clicar com o BD sobre ele e em **propriedades**, escolher a **simbologia categorizado**. Na mesma janela, clicar em **símbolo** → **mudar** e, na janela que se abre,



Figura 13. Janela do programa QGIS, mostrando o ícone ferramenta de nós para edição do limite dos anéis. clicar em **preenchimento simples** e mudar o **estilo do preenchimento** para **sólido**. Clicar **OK**. Voltando à janela inicial, escolher a coluna anel como campo para categorizar e clicar em **classifica** e, depois, em **OK**.

Tendo-se obedecido à sequência de vetorização do anel mais externo para o mais interno, o número dos anéis iniciará a partir do 1 (mais externo) em ordem crescente até o último (mais interno). Para efetuar essa verificação, posicionar o mouse na linha correspondente ao registro do anel 1 (Figura 15a), observando que o anel mais externo será selecionado na janela da vista, em cor amarela (Figura 15b). Para



Figura 14. Janela do programa QGIS, mostrando a forma de salvamento das edições efetuadas.

ø	Tabela de atributo - arv_1_fat_1_30 :: Total de feições: 5, filtrada(S): 5, selecionada(s):						cionada(s): 1	1		
1	۵ 🛱 🗐	- 😼 🗶	🍀 🎾 🗿	15 16 🚟						
	Arvore	h_fatia_m	Anel	Fator	Area_cm2	Raio_cm	Idade_anos	IMAd_cm		
0	1	1.30	1	MILL	MULL	MULL	MULL	NULL		
1	NULL	NULL	2	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL		
2	NULL	NULL	3	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL		
3	NULL	NULL	4	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL		
4	NULL	NULL	5	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL		

(b)



Figura 15. Janela do programa QGIS mostrando: (a) seleção de um registro na tabela de atributos do *shape*; (b) visualização do anel selecionado em cor amarela na janela da vista. desfazer a seleção, usar o ícone **desfazer seleção de feições em todas as camadas** (estando na janela da vista, Figura 16a) ou o ícone **desselecionar tudo** (no menu da tabela de atributos, Figura 16b).

Em seguida, é necessário concluir o preenchimento da tabela de atributos. É conveniente abri-la em uma janela separada da janela principal do QGIS, alterando-se os tamanhos de ambas. Clicar com o BD sobre o nome da camada e selecionar **abrir tabela de atributos**. Os campos **árvore** (número da árvore) e **h_fatia_m** (altura da fatia, em m) podem ser preenchidos de forma automática, empregandose a ferramenta **calculadora de campo** (Figura 17), disponível do menu da **tabela de atributos**. Com a tabela aberta, primeiramente limpar todas as seleções e clicar no ícone **abrir calculadora de campo**.

Marcar a caixa **atualiza um campo existente**, selecionando a coluna **árvore** (Figura 18). Na caixa **expressão**, localizada na porção inferior da janela da **calculadora**, preencher o número da árvore usando aspas simples (no exemplo: '3'), por se tratar de um campo tipo texto (*string*). Clicar em **OK**. Todas as linhas da tabela serão automaticamente preenchidas com esse valor, para o campo considerado.



Figura 16. Janela do programa QGIS mostrando: (a) o ícone para desfazer a seleção de uma feição na janela da vista; (b) o ícone para desfazer a seleção de uma feição na tabela de atributos.

Figura	17.	Janela	do	programa	QGIS,	mostrand	οо
				ícone cal	culado	ra de cam	p o .

		(
🛛 🛃 💊 🕹 😼	🛯 🚨 😵 🜮 🖻 🛛 🌆 🛅 🔛	
3 = 🔻	above a	v Undate

Criar um novo campo	Atualiza um campo existente -
lome do arquivo de saída	
ipo do arquivo de saída 🛛 número inteiro (inteiro) 💌	Arvore
spessura do campo de saída 10 🔹 Precisão 0 🔹	
sta de funções	Ajuda da Função Selecionada
luscar	
Operadores	
⊕- Condicionais ⊕- Matemática	
- Conversões	
Data e hora	
⊕ Cor	
Geometria	
+ Registro	.
Operadores	
<u> </u>	
xpressão -	
3'	

Figura 18. Janela do programa QGIS, mostrando a janela de calculadora de campo e a inserção de expressão de cálculo para preenchimento do número da árvore.

Repetir o procedimento para o campo h_fatia_m (altura da fatia, em m), preenchendo-o com o número 16.8, no caso do exemplo. Este campo, por ser numérico, não deve ter o valor digitado entre aspas. A separação decimal é representada por ponto (não usar vírgula). Salvar as alterações.

5) Cálculo do fator de conversão de escala e área dos anéis

Usando a ferramenta de **zoom**, ampliar a região correspondente à imagem da régua fotografada junto à fatia e clicar no ícone **linha**. Desenhar três segmentos de 1 cm, iniciando com um clique sobre a posição zero da escala e finalizando na posição de 3 cm, dando um clique com o BD (Figura 19). Na janela **medição (OTF on)** aparecem três valores individuais na caixa segmentos (m) e sua soma na caixa **total**. Selecionar o valor da soma e copiar para a área de transferência (**CTRL C**).

Abrir a **tabela de atributos** e selecionar a **calculadora de campo**, marcando a opção **atualiza um campo existente** e selecionando o campo **fator** (Figura 20). Na caixa **expressão** colar o valor copiado da soma dos segmentos seguido de um espaço em branco, do sinal de divisão (/), de mais um espaço em branco e do número 3. Clicar **OK**. Com essa operação, está-se fazendo uma média de três segmentos vetorizados para determinar o fator de escala.

A área dos anéis e quaisquer outras medições a serem efetuadas sobre a fatia devem sempre ser convertidas para unidades do sistema métrico, usando como referência o fator de escala calculado. Para o cálculo da área em cm² usar novamente a calculadora de campo selecionando atualiza um campo existente e escolhendo o campo Area cm². Na caixa expressão digitar 1 seguido de um espaço em branco e do sinal de divisão (/), que pode ser digitado ou selecionado da barra de operadores matemáticos logo acima da caixa expressão, por meio de um clique com o BE do mouse (Figura 21a). Em seguida, na caixa à direita, selecionar fator da lista de campos e valores, clicando duas vezes sobre o nome. Usar o operador matemático de potência (^) seguido do número 2 para elevar o fator ao quadrado. Usar o operador matemático



Figura 19. Janela do programa QGIS, mostrando o cálculo do fator de escala por meio do desenho e medição de segmentos sobre a imagem da régua fotografada junto à fatia.

ttualizar apenas 1 feições selecionadas Criar um novo campo Criar um campo virtual de onovo campo número inteiro (inteiro) ▼ primento do campo de saída 10	Atualiza um campo existente Fator Iscar row_number Campo e Valores Condicionais Condicionais Condicionais Cordicionais Cordi	-
Criar um novo campo Criar um campo virtual se do novo Campo rudo novo campo número inteiro (inteiro) upressão Editor de Funções + - / * ^ II () "\n" 1.823 / 3	X Atualiza um campo existente Fator Jscar row_number - Compo e Valores - Condicionais - Condersaes - Cordersaes - C	
Criar um campo virtual se do novo Campo número inteiro (inteiro) v indo novo campo número inteiro (inteiro) v primento do campo de saída 10 v pressão Editor de Funções + - / * ^ II () "\n" B 1.823 / 3	Fator Jscar row_number - Campo e Valores - Condicionais - Conversões - Cor	
te do novo Campo número inteiro (inteiro) ▼ primento do campo a saida 10 ♥ Precisão 0 ♥ pressão Editor de Funções + - / ● ^ () "\n" B 3.823 / 3	Fator JSCar row_number - Condicionais - Condicionais - Conresões - Core	_,
ndo novo campo número inteiro (inteiro) v primento do campo de saída 10 v precisão Editor de Funções + - / • ^ III () "\n" B 3.823 / 3	Iscar row_number - Compo e Valores - Condicionais - Conversões - Cor	
primento do campo de saída 10 + Precisão 0 + pressão Editor de Funções + - / * ^ III () "'\n' E 3.823 / 3	iscar row_number - Campo e Valores - Condicionais - Conversões - Cor	
pressão Editor de Funções + - / * ^ () "\n" B 3.823 / 3	iscar - row_number - Campo e Valores - Condicionais - Conversões - Cor	
+ - / * ^ () "W	uscar - row_number - Campo e Valores - Condicionais - Conversões - Cor	
+ - / * ^ () 'm'	uscar - row_number - Canglo e Valores - Condicionais - Conversões - Cor	
3.823 / 3	row_number - Campo e Valores - Condicionais - Conversões - Cor	
	- Contractionais - Conversões - Cor	
	Conversões	
	Custom	
	Geral	
	Matemática Matemática Fuzzy	
	Operadores	
	- Registro	
	Tempo e Data	
6	Variáveis	
a ue salua, 277.00700000007		

Figura 20. Janela do programa QGIS, mostrando a janela de **calculadora de campo** e a inserção de expressão de cálculo do fator de escala.

(a)		(b)	
🚀 Calculadora de campo	? ×	🕺 Calculadora de campo	? ×
Atualizar apenas 0 feições selecionadas		Atualizar apenas 0 feições selecionadas	
Criar um novo campo Criar um campo vitual Nome do novo Campo Itipo do novo campo Itipo do novo campo Comprimento do campo de saida I I V Predsão I V	•	Criar um novo campo Criar um campo virtual Nome do novo Campo Tipo do novo campo Comprimento do campo de saida 10 Precisão 0 Precis 0 Precisão	•
Expressão Editor de Funções		Expressão Editor de Funções	
= + - / * ^ Buscar 1 / "Fator"		Buscar 1 "Fator" 2 * \$area 1 "Fator" Area m2 Anded anos MAde anos Idade anos Made anos Conserves Conserves	
Você está editando informações sobre esta camada mas a camada não está em modo de edição. Se voi o modo de edição será automaticamente ligado.	cê dicar em OK,	Você está editando informações sobre esta camada mas a camada não está em modo de edição. Se voc o modo de edição será automaticamente ligado.	tê dicar em OK,
OK Cancelar	Ajuda	OK Cancelar	Ajuda

Figura 21. Janela do programa QGIS mostrando: (a) inserção de expressão de cálculo do fator de escala com operação de divisão; (b) complementação da expressão de cálculo do fator de escala incluindo a função de cálculo de área.

11

de multiplicação (*) e selecionar a função **\$area**, clicando duas vezes sobre ela na caixa à direita **geometria** (Figura 21b). Clicar **OK**.

A fórmula de cálculo da área real de cada anel é mostrada na equação 1.

$$\operatorname{area}_{\operatorname{real}} = \left(\frac{1}{f}\right)^2$$
. $\operatorname{area}_{\operatorname{SIG}}$ (1)

Em que:

 $area_{real} = área real do anel, em cm²;$ f = fator de escala obtido pelas medições sobre aimagem da régua;

 $arca_{SIG} = arca do anel, em unidades relativas, calculada automaticamente no QGIS.$

É importante observar que, na **calculadora de campo**, as operações são realizadas na ordem sequencial em que aparecem, da esquerda para direita. Não é considerada a precedência de operadores matemáticos. Dessa forma, não é necessário, no QGIS, inserir os parênteses, tal como aparece na fórmula mostrada na equação 1.

6 Cálculo do raio médio e da idade associada a cada anel

Estando com a tabela de atributos ainda em modo de edição, usar a calculadora de campo selecionando atualiza um campo existente e escolhendo o campo Raio cm. Na caixa à direita - matemática, selecionar a operação de raiz quadrada sqrt clicando duas vezes sobre o nome. Na caixa expressão, logo após o sinal de parênteses colocado automaticamente na função de raiz quadrada, selecionar o campo Area cm² na caixa à direita - campos e valores, clicando duas vezes sobre o nome. Usar o operador matemático de divisão (/) seguido da função pi(), selecionada com dois cliques a partir da caixa à direita - matemática (Figura 22). Acrescentar o parênteses para fechar a expressão e clicar OK. Com essa operação o raio médio está sendo gerado, considerando a superfície do anel equivalente à seção transversal de um círculo.

Para calcular a idade associada a cada anel, é necessário o conhecimento da idade total da árvore, obtida na fatia a 0,0 m. Usar novamente



Figura 22. Janela do programa QGIS, mostrando a inserção de expressão de cálculo do raio do anel com operação de divisão pelo número π .

a calculadora de campo selecionando atualiza um campo existente e escolhendo o campo ldade_anos. Na caixa expressão, digitar a idade da árvore (no exemplo, 22 anos), o operador matemático de subtração (-) e selecionar o campo anel na caixa à direita - campos e valores, clicando duas vezes sobre o nome. Usar o operador matemático de adição (+) e digitar o número 1 (Figura 23). Clicar OK.

7) Cálculo do incremento médio anual (IMA) em diâmetro (somente para a fatia a 1,30 m)

Em se tratando da fatia a 1,30 m, é possível calcular o IMA em diâmetro. Usar novamente a **calculadora de campo** selecionando **atualiza um campo existente** e escolhendo o campo "IMAd_cm". Selecionar o campo "Raio_cm" na caixa à direita - **campos e valores**, clicando duas vezes sobre o nome. Usar o operador matemático de multiplicação (*) e digitar o número 2. Em seguida, usar o operador matemático de divisão (/) seguido do campo "idade_anos", selecionado com dois cliques da caixa à direita **campos e valores** (Figura 24). Clicar **OK**. Nesse caso, está-se multiplicando o raio por 2 para a obtenção do diâmetro e dividindo-se o valor pela idade da árvore a cada ano.

8) Exportação da tabela para formato Excel

Para a exportação dos resultados da tabela de atributos, será usada a ferramenta disponível no *plug-in* do QGIS denominado **XY Tools**. Tal *plug-in* pode ser acessado e instalado por meio do menu **complementos** - **gerenciar e instalar complementos** (Figura 25).

Deixar ativa a camada na vista, clicando sobre seu nome que passar a ser sublinhado. No menu, clicar em vetor \rightarrow XY tools \rightarrow save atribute table as excel file (Figura 26a). Na janela XYTools \rightarrow save as excel, escolher todos os campos para serem exportados em select all (Figura 26b). Clicar OK. Escolher o local e o nome para o novo arquivo.

Assim, ao final da realização do procedimento da medição digital de anéis, haverá tantas tabelas Excel quantas forem as amostras. A partir delas, é possível proceder normalmente aos cálculos tradicionais de ANATRO (Figura 27).

Calculadora de campo	?	×
🗌 Atualizar apenas 0 feições selecionadas		
Criar um novo campo	Atualiza um campo existente	
Criar um campo virtual		
Nome do novo Campo	Idade anos	-
īpo do novo campo número inteiro (inteir		
Comprimento do campo de saída 10 🚔 Precisão	0	
Expressão Editor de Funções		
= + - / * ^ () "\n	Buscar	
22- "Anel" +1	row_number ⊡-Campo e Valores	
	Arvore h fatia m	
	NULL Anel	_
	Fator Area cm2	
	Idade_anos IMAd_cm	2112
	Raio_cm	
	⊕ Conversões ⊕ Cor	
	tien Custom	
	⊕ Geral	
	Coperadores Recente (fieldcalc)	
	⊕ String	
	⊞ rempo e Data ⊡ Variáveis	
1		
révia de saída: 18		
Cold Ge Sandar 10		
		iuda.

Figura 23. Janela do programa QGIS, mostrando a inserção de expressão de cálculo da idade do anel.

🖉 Calculadora de campo		?	×
🗌 Atualizar apenas 0 feições selecionadas			
Criar um novo campo	🔲 🕷 Atualiza um campo existente		
Criar um campo virtual			
Nome do novo Campo			
Tipo do novo campo número inteiro (inteiro)			-
Comprimento do campo de saída 10 🔷 Precisão 🛛 0			
Expressão Editor de Eurocões			
	(
= + - / * ^ () '\n'	Buscar		
"Raio_cm" * 2 / "Idade_anos"	row_number		
	Campo e valores		
	MULL		
	Anel		
5	Area_cm2		
	Idade_anos IMAd_cm		
	Raio_cm		
	Conversões		
	E Cor Custom		
	⊞ Geometria ⊡ Geral		
	Matemática Matemática Euzzy		
	Operadores		
	Recente (fielocalc) E: Registro		
	⊞ String ⊞ Tempo e Data		
	🗄 ··· Variáveis		
() () () () () () () () () ()			
Prévia de saída: 0.11222222222222	L		

Figura 24. Janela do programa QGIS, mostrando a inserção de expressão de cálculo do incremento médio anual (IMA) em diâmetro do anel.



Figura 25. *Plug-in* XY Tools, disponível para instalação no QGIS via gerenciador de complementos Python.

15

		۰.
	а	1
۰.	u	,

Vetor Raster Base de dados Web	CADDigitize Processar Aiuda					
ArcheoCAD Captura de Coordenadas Consulta Espacial Dxf2SHP Editable GeoCSV GPS Group Stats Menor Distância MergeShapes OpenStreetMap Split Layers By Field Table Manager Verificador de Tonologia						
XY tools	Save attribute table as Point shape file					
Analisar Investigar Ferramentas de Geoprocessamento Geometrias Gerenciar dados	 Save attribute table as Excel file Open Excel file as attribute table or Point layer Open Libre/OpenOffice Calc file as attribute table or Point layer About Help 					

(b)



Figura 26. Janela do programa QGIS mostrando: (a) exportação de tabela para arquivo em formato Excel; (b) seleção de todos os campos que devem ser exportados para o arquivo Excel.

1			* > •					
Arv	Arvore v = E						▼ Atualizar To	
	Arvore 🔽	h_fatia_m	Anel	Fator	Area_cm2	Raio_cm	Idade_anos	IMAd_cm
)	2	1.30	1	58.692333	1447.015198	21.46	24	1.95
L	2	1.30	2	58.692333	1404.574727	21.14	23	2.01
2	2	1.30	3	58.692333	1361.314402	20.82	22	2.08
	2	1.30	5	58.692333	1258.574899	20.02	20	2.22
	2	1.30	4	58.692333	1321.155720	20.51	21	2.16
;	2	1.30	6	58.692333	1200.599681	19.55	19	2.30
	2	1.30	7	58.692333	1122.714645	18.90	18	2.36
	2	1.30	9	58.692333	962.818591	17.51	16	2.50
	2	1.30	8	58.692333	1043.421244	18.22	17	2.43
,	2	1.30	10	58.692333	891.279879	16.84	15	2.59
0	2	1.30	11	58.692333	804.942607	16.01	14	2.67
1	2	1.30	12	58.692333	717.277934	15.11	13	2.75
2	2	1.30	13	58.692333	612.277801	13.96	12	2.79
3	2	1.30	15	58.692333	392.862750	11.18	10	2.80
4	2	1.30	14	58.692333	492.216110	12.52	11	2.78
5	2	1.30	17	58.692333	208.601553	8.15	8	2.72
6	2	1.30	16	58.692333	296.443742	9.71	9	2.77
7	2	1.30	19	58.692333	92.051048	5.41	6	2.71
8	2	1.30	18	58.692333	133.026509	6.51	7	2.60
9	2	1.30	22	58.692333	9.856080	1.77	3	3.54
0	2	1.30	21	58.692333	27.302675	2.95	4	2.95
21	2	1.30	20	58.692333	55.007725	4.18	5	2.79

Figura 27. Tabela de atributos da fatia a 1,30 m a ser exportada para arquivo Excel, permitindo a execução dos cálculos tradicionais de ANATRO.

Referências

BUSAGUERA, H.; CARDOSO, D. J.; ROSOT, M. A. D. Análise do crescimento de *Araucaria angustifolia* plantada em espaçamento compatível com sistema agroflorestal. In: EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA FLORESTAS, 14., 2015, Colombo. **Anais**... Colombo: Embrapa Florestas, 2015. p. 14-15.

HUSCH, B.; MILLER, C. I.; BEERS, T. W. Forest mensuration. New York: Ronald Press, 1982. 410 p.

MACHADO, S. do A.; SILVA, L. C. R. da; JASKIU, E.; CAVALHEIRO, R. Comparação entre análise de tronco digital e convencional em árvores de *Mimosa scabrella* Bentham e *Pinus taeda* L. **Revista Árvore**, v. 37, n. 2, p. 329-337, 2013. DOI: 10.1590/S0100-67622013000200014.

ROSOT, M. A. D. **Processamento digital de imagens aplicado à medição de anéis de crescimento na análise de tronco**. 2002. 162 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

ROSOT, M. A. D.; FIGUEIREDO FILHO, A. DISPERATI, A. A.; EMERENCIANO, D. B. Análise de tronco digital: uma nova metodologia para a medição de anéis de crescimento. Floresta, v. 33, n. 3, p. 235-255, 2003. DOI: 10.5380/ rf.v33i3.2255.



Embrapa Florestas Endereço: Estrada da Ribeira Km 111, CP 319 Colombo, PR, CEP 83411-000 Fone / Fax: (0**) 41 3675-5600 www.embrapa.br/florestas www.embrapa.br/fale-conosco/sac/



1ª edição Versão eletrônica (2016) Comitê de
PublicaçõesPresidente: Patrícia Póvoa de Mattos
Secretária-Executiva: Elisabete Marques Oaida
Membros: Elenice Fritzsons, Giselda Maia Rego,
Ivar Wendling, Jorge Ribaski, Luis Claudio Maranhão Froufe,
Maria Izabel Radomski, Susete do Rocio Chiarello Penteado,
Valderes Aparecida de Sousa

Expediente Supervisão editorial: Patrícia Póvoa de Mattos Revisão de texto: Patrícia Póvoa de Mattos Normalização bibliográfica: Francisca Rasche Editoração eletrônica: Neide Makiko Furukawa Fotos: Maria Augusta Doetzer Rosot