

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Instrumentação  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**SAFIRA: manual de utilização**

**Lúcio André de Castro Jorge  
Daniel José da Cunha Bueno Silva**

**Embrapa Instrumentação  
São Carlos, SP  
2010**

**Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:  
Embrapa Instrumentação**

Rua XV de Novembro, 1452  
Caixa Postal 741  
CEP 13560-970 - São Carlos-SP  
Fone: (16) 2107 2800  
Fax: (16) 2107 2902  
www.cnpdia.embrapa.br  
E-mail: sac@cnpdia.embrapa.br

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente:

Membros:

Membro Suplente

Supervisor editorial:

Normalização bibliográfica: Valéria de Fátima Cardoso

Tratamento de ilustrações: Valentim Monzane

Capa:

Editoração eletrônica:

**1a edição**

1a impressão (2010): tiragem 300

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.

Embrapa Instrumentação Agropecuária

---

J82a Jorge, Lucio André de Castro  
SAFIRA: manual de utilização. / Lucio André de Castro Jorge, Daniel José da Cunha  
Bueno Silva. -- São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2010.  
00 p.

ISBN

1. Software- Análise Fibras e Raízes 2. Manual. I. Silva, Daniel José da Cunha Bueno.

II.

Título.

---

CDD 21 ED 005.3

## Apresentação

As raízes possuem um papel fundamental para o solo, promovendo formação dos agregados durante o crescimento, aproximando partículas minerais pelas pressões exercidas no seu avanço através do espaço poroso do solo, extração de água e liberação de substâncias orgânicas para a rizosfera. Tudo isso se deve ao fato de a rizosfera ser rica em energia, oriunda de sua associação com as plantas. Sendo assim, o estudo das raízes tem grande importância para melhor compreensão das relações solo-planta.

Há muito se sabe que o estudo do desenvolvimento das raízes, sua distribuição, extensão e atividade são de extrema importância para o entendimento da produção agrícola, bem como das alterações provocadas no solo e na planta pelo manejo físico e químico do solo e pelas condições naturais. As pesquisas sobre a interação solo-raiz vêm se intensificando e tem-se buscado sistemas radiculares mais profundos, que possibilitem à cultura resistir melhor a períodos de seca e aumentar a produção.

A compactação do solo, provocada pela intensificação da mecanização agrícola, aliada ao manejo inadequado do solo, também tem proporcionado maior preocupação com o ambiente radicular. Além disso, o conhecimento da profundidade efetiva do sistema radicular é um importante parâmetro utilizado nos cálculos de irrigação, bem como nos modelos matemáticos criados para prever a absorção de água e nutrientes pelas plantas.

Ferramentas para o estudo radicular têm sido cada vez mais necessárias e o uso de softwares de processamento de imagens tem sido um grande aliado. Neste sentido, o presente trabalho contribui significativamente com a apresentação de um novo sistema de análise de raízes distribuído gratuitamente para o avanço das pesquisas do sistema radicular.

## Sumário

<i>Introdução</i> .....	4
<i>2. Abrindo uma imagem</i> .....	6
<i>3. Edição e configuração</i> .....	7
3.1 <i>Editando a imagem</i> .....	7
3.2 <i>Definindo a escala</i> .....	10
3.3 <i>Funcionalidades via menu</i> .....	10
<i>4 Processamento da imagem</i> .....	11
4.1 <i>Segmentação</i> .....	11
4.2 <i>Operações morfológicas</i> .....	16
4.3 <i>Rotulação</i> .....	18
4.4 <i>Transformada de distância</i> .....	21
4.5 <i>Esqueletonização</i> .....	22
4.6 <i>Diâmetros</i> .....	22
<i>5 Resultados</i> .....	24

## Introdução

De forma geral, a avaliação de raízes, a campo, tem sido efetuada de duas maneiras: diretamente no perfil de solo ou através de raízes lavadas (BOHM, 1979), levando em conta o custo, a precisão e o tempo de análise. A coleta de informações no campo é uma tarefa bastante árdua e é feita de diferentes formas: pelo método do monólito, do trado, da parede do perfil, parede de vidro, dentre outros.

Em Böhm (1979), são descritos os métodos clássicos de análise de raízes demonstrando que as dificuldades são de natureza metodológica, já que as técnicas existentes são tediosas, demoradas e apresentam, com certa frequência, uma exatidão que é considerada insatisfatória. Porém, muitas metodologias vêm sendo desenvolvidas para facilitar os estudos das raízes, levando em conta custo, precisão e tempo de análise. As técnicas baseadas em processamento de imagens têm sido destaque na literatura mais recente para a análise de raízes (JORGE e CRESTANA, 1996).

Um dos métodos mais utilizados para o estudo de raízes é o método do monólito, ou seja, a retirada de um monólito de solo e a separação de raízes por lavagem. Mesmo sendo um método padrão, existem algumas variações, tais como: placa de pregos, anéis volumétricos, etc. Entre estas, o método com placa de pregos se destaca como referência no estudo de raízes (IVO, 1999).

Por meio dele, uma amostra representativa do sistema radicular é retirada por meio do uso de uma prancha especial, a qual, através dos pregos que possui, permite a permanência das raízes em posições próximas às suas posições naturais, mesmo após o procedimento da lavagem da amostra.

Uma vez retirada a placa com pregos, faz-se o processo de lavagem, em que se consome muito tempo. Porém, para facilitar o trabalho, as amostras devem ser imersas em recipientes com água, e dependendo da textura do solo, adiciona-se também um dispersante, por 12 a 24 horas. Depois da saturação, o solo é retirado com o auxílio de um jato de água sob baixa pressão, de baixo para cima da placa evitando a perda de raízes.

Apesar de esse método ser trabalhoso e consumir muito tempo, ele é sempre utilizado como um método padrão, pois, a partir dele, é possível fazer um estudo tanto qualitativo como quantitativo das raízes e, além disso, segundo Köpke (1981), entre os métodos do monólito, é o que possui maior exatidão dos resultados.

Outro variante bastante utilizado é feito com o auxílio de um tubo de PVC ou acrílico, com diâmetro e comprimento variável para retirar um monólito cilíndrico do solo. No entanto, as dimensões máximas que têm sido utilizadas para o estudo de raízes são de 1 m de comprimento por 0,10 m de diâmetro interno. A penetração do tubo no solo é feita utilizando-se macaco hidráulico. Para que seja possível a penetração do tubo no solo é necessário acoplar à sua base, uma sapata de aço inoxidável chanfrada, que permitirá o corte das raízes, facilitando, a sua penetração no solo (CINTRA, 1996). A coluna de solo coletada poderá ser subdividida em amostras menores, a depender da distribuição das raízes em profundidade, permitindo maior mobilidade na utilização dos dados.

Depois de coletadas, as raízes são separadas do solo por processo de lavagem. A análise das raízes, propriamente dita, pode ser efetuada por processamentos de imagens específicos para raízes lavadas, utilizados inicialmente nos softwares SIARCS (JORGE, 1996) e Winrhizo (ARSENAULT et al., 1995), e agora neste manual se apresenta a forma de análise no novo software SAFIRA. Esses processamentos específicos permitem a quantificação de raízes lavadas de forma muito menos trabalhosa, mais

rápida e detalhada, viabilizando o estudo da distribuição do sistema radicular no tempo e no espaço, bem como um maior número de repetições experimentais.

No caso do perfil do solo, este método também denominado de Método da Trincheira (JORGE, 1996), se fundamenta na abertura de trincheiras para melhor visualização e avaliação da distribuição das raízes da planta em estudo. A avaliação da distribuição de raízes *in situ* consiste em cavar uma trincheira ao lado da planta e remover uma fina camada da parede do perfil, de modo a expor as raízes, que depois são contadas e registradas em desenhos ou tabelas (BOHM, 1979). Uma variação do método tem sido utilizada para análise a partir de imagens digitais (JORGE, 1996). Para cada tipo de cultura é definida uma condição para abertura de trincheira: posição, comprimento, largura e profundidade. (JORGE et al., 1996; JORGE, 1999; MEDINA, 1999).

Para a obtenção dos dados, pode ser feita uma contagem a partir da exposição das raízes na tela reticulada. Uma variação é a anotação da presença ou da ausência das raízes, utilizando-se a mesma tela. Outra forma é a análise de imagens a partir de imagens tiradas do perfil de solo com raízes (JORGE, 1999).

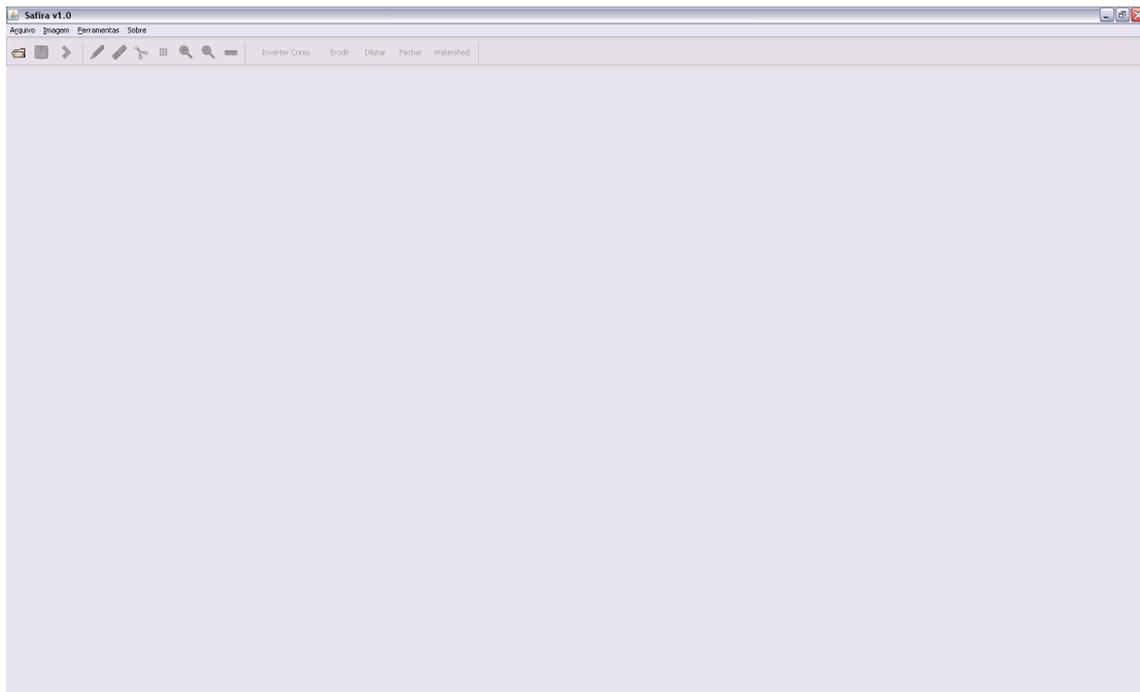
O método de avaliação depende do objetivo proposto. Quando se deseja saber os efeitos do manejo do solo, é suficiente a avaliação da distribuição das raízes no perfil pelas anotações de presença ou ausência. Quando se busca avaliar o efeito de determinados tratamentos no desenvolvimento das plantas ou no sistema radicular, a técnica da contagem é a mais recomendada. Pode-se, ainda, atribuir notas às raízes, classificando-as conforme os diferentes tamanhos encontrados. Ainda no campo, são encontradas anotações como: tipo, diâmetro, disposição, orientação e localização das raízes no perfil do solo. E a forma mais fácil de eliminar a subjetividade encontrada nestas análises e melhorar a precisão é por meio do processamento de imagens, conforme relata Jorge (1999), quando descreve o SIARCS, metodologia para análise de raízes em perfil do solo por processamento de imagens. A partir de imagens digitalizadas dos perfis, pode-se determinar o comprimento, a distribuição e a área ocupada pelas raízes (CRESTANA et al., 1994; GUIMARÃES et al., 1996; JORGE e CRESTANA, 1996).

Também no caso de raízes em perfil, o sistema descrito a seguir pode auxiliar na quantificação de raízes no perfil de solo.

Apresenta-se a seguir o manual de usuário do software SAFIRA.

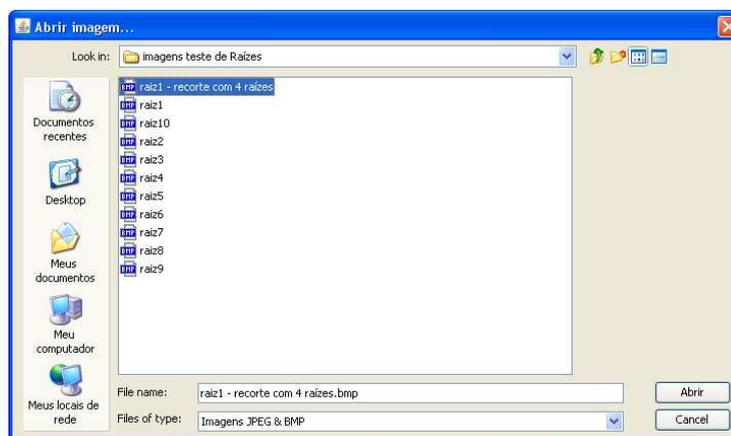
## 1. Abrindo uma imagem

Quando o software for inicializado, a tela apresentada na Figura 1 é exibida para o usuário. Logo abaixo da barra de título há uma barra de menus. As funcionalidades que podem ser acessadas através do menu estão descritas no decorrer deste tutorial. Existem alguns botões na barra de ferramentas que disponibilizam atalhos para essas funcionalidades ou executam ações únicas.



**Figura 1: Interface principal do software**

O primeiro passo é abrir uma imagem para ser analisada. Isso pode ser feito tanto pelo menu Arquivo > Abrir, como pelo botão  na barra de ferramentas. Um diálogo de seleção de arquivos aparecerá na tela (Figura 2) e o usuário deve, através dele, indicar o arquivo que deve ser carregado.



**Figura 2: Seleção do arquivo da imagem a ser carregado pelo software**

Se o formato do arquivo da imagem for JPEG, uma pré-visualização da mesma será exibida no lado direito do diálogo. A imagem selecionada será aberta em uma nova janela (Figura 3) dentro da tela principal.



**Figura 3: Imagem típica que pode ser processada**

## ***2. Edição e configuração***

Uma vez selecionada e aberta uma imagem, alguns botões se tornarão ativos na barra de ferramentas, conforme pode ser observado na Figura 4. Os botões   habilitam as operações de edição, necessárias para retocar defeitos na imagem e pequenos problemas antes do processamento e análise final. Estes retoques corrigem problemas na iluminação, sombras e outros defeitos presentes na imagem e que dificultam o processamento. Também como edição existe o botão  que permite troca da cor utilizada no lápis para pintar na imagem. Além das opções de edição, o botão  permite recortar apenas a área da imagem que seja interessante processar, descartando as demais. As opções de zoom aparecem em  , permitindo ampliar e evidenciar os defeitos na imagem ou reduzir. Por último aparece na barra de opções o botão  que permite definir a escala, utilizada para entrar o valor de uma referência de medida quando não for obtida a imagem por scanner, e sim com câmera digital ou filmadora com diferentes aproximações na foto.



**Figura 4: Barra de ferramentas**

### ***2.1 Editando a imagem***

O botão lápis  possibilita ao usuário desenhar na imagem. Quando este botão for selecionado ficará pressionado para indicar que esta funcionalidade está ativada. Basta arrastar o mouse sobre a imagem aberta com o botão esquerdo pressionado para fazer algum desenho. Esta funcionalidade é útil para fazer retoques na mesma. A cor

padrão para desenhar é o preto. Na Figura 5 pode ser observado o resultado de uma edição com este comando.



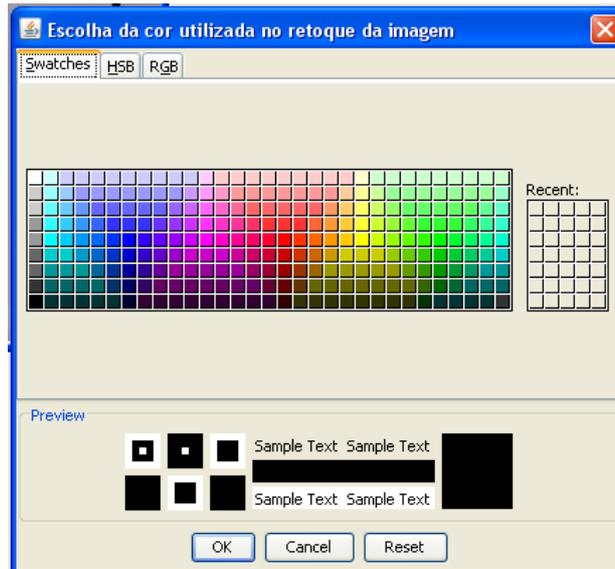
**Figura 5: Operação de desenhar na imagem**

O botão borracha  permite apagar alguma parte indesejada da imagem, desde que a cor esteja adequadamente configurada. Quando ele for selecionado, também continuará pressionado. A cor padrão para apagar é o branco. Seu uso é igual ao do lápis, basta arrastar o mouse com o botão direito apertado sobre a área que se deseja apagar (Figura 6).



**Figura 6: Apagando parte da imagem**

Para trocar a cor deve-se clicar no botão com uma paleta de cores . Um diálogo de seleção de cores aparecerá na tela (Figura 7), possibilitando a escolha de outra cor com a qual se deve manipular a imagem. Se esta escolha for feita enquanto se estiver desenhando algo, ela valerá apenas para este tipo de modificação, se ela for feita enquanto se estiver apagando, também valerá apenas para este caso.



**Figura 7: Seleção da cor para desenhar ou apagar**

O botão com uma lupa e um sinal de “+” ou “-“  serve para aumentar e diminuir, respectivamente, o zoom da imagem. Esta funcionalidade pode ser aplicada a qualquer imagem exibida ao longo dos estágios de processamento do programa. Para fazer isso, basta clicar em cima deste botão e, em seguida, clicar na imagem com o botão esquerdo do mouse. Conforme o usuário clica na imagem, o zoom aumenta. Na Figura 8 pode ser observado o resultado do aumento numa parte da imagem da Figura 3 e na Figura 9 a diminuição do zoom.



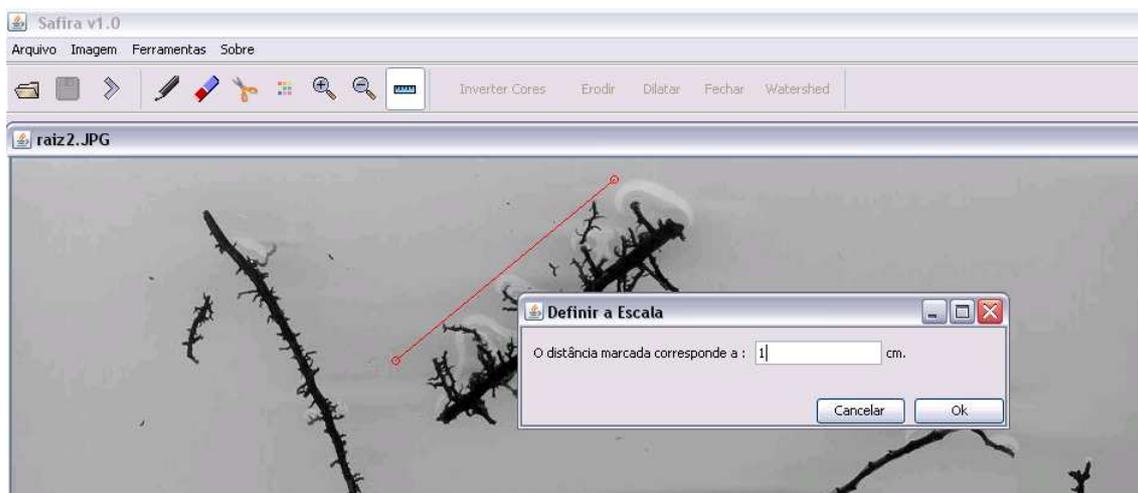
**Figura 8: Aumento do zoom**



**Figura 9: Redução do zoom**

## 2.2 Definindo a escala

O botão régua  possibilita alterar a escala da imagem, ou seja, define manualmente, com o mouse, a escala utilizada no processamento das imagens e cálculo dos resultados. Esta funcionalidade se faz necessária quando a imagem é adquirida a partir de uma câmera digital. Comumente, esta etapa pode ser desconsiderada quando as imagens são adquiridas a partir de um scanner, pois o scanner já armazena uma referência do tamanho real de cada ponto da imagem. A escala só serve para ajustar a aproximação feita durante a aquisição da imagem. Na Figura 10 pode ser observada a determinação de uma escala, neste caso, apenas um exemplo sem nenhuma referência de tamanho conhecida. Em seguida é aberto um diálogo onde se entra com o valor do fator de escala. A unidade utilizada em geral é o cm.



**Figura 10: Definindo a Escala**

## 2.3 Funcionalidades via menu

As funcionalidades utilizadas para retocar a imagem também podem ser acessadas pelo na barra de menus, conforme ilustrado na Figura 11.



**Figura 11: Acessando opções para retocar a imagem pelo menu**

O mesmo vale para o zoom, conforme Figura 12.

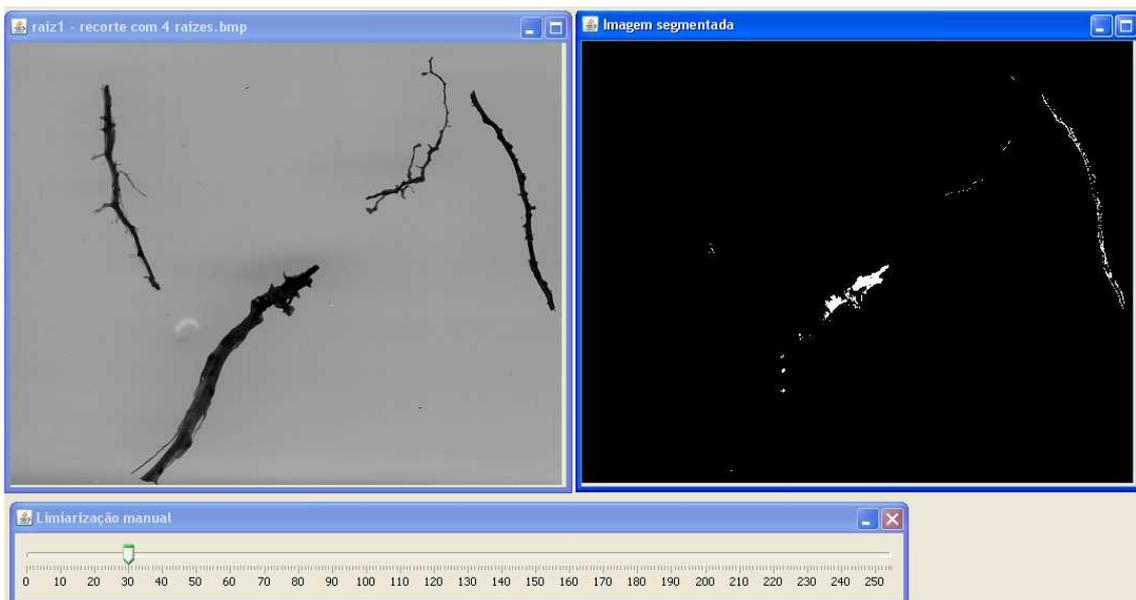


**Figura 12: Acessando as opções de zoom pelo menu**

### 3. Processamento da imagem

#### 3.1 Segmentação

Terminado qualquer retoque feito na imagem original, deve-se seguir para a próxima etapa do processamento através do botão avançar >, o terceiro da esquerda para a direita. A próxima etapa é a segmentação da imagem, que consiste na binarização e rotulação dos objetos da mesma. Na binarização a idéia é transformar a imagem aberta em uma imagem de preto e branco, sendo quem os objetos pintados de uma delas e o fundo da outra. Isto é feito por meio da limiarização, onde um valor é escolhido para ser o valor limiar e os valores dos pixels da imagem são ajustados comparando-os com este limiar. Uma nova janela será aberta na tela nessa etapa, conforme Figura 13.



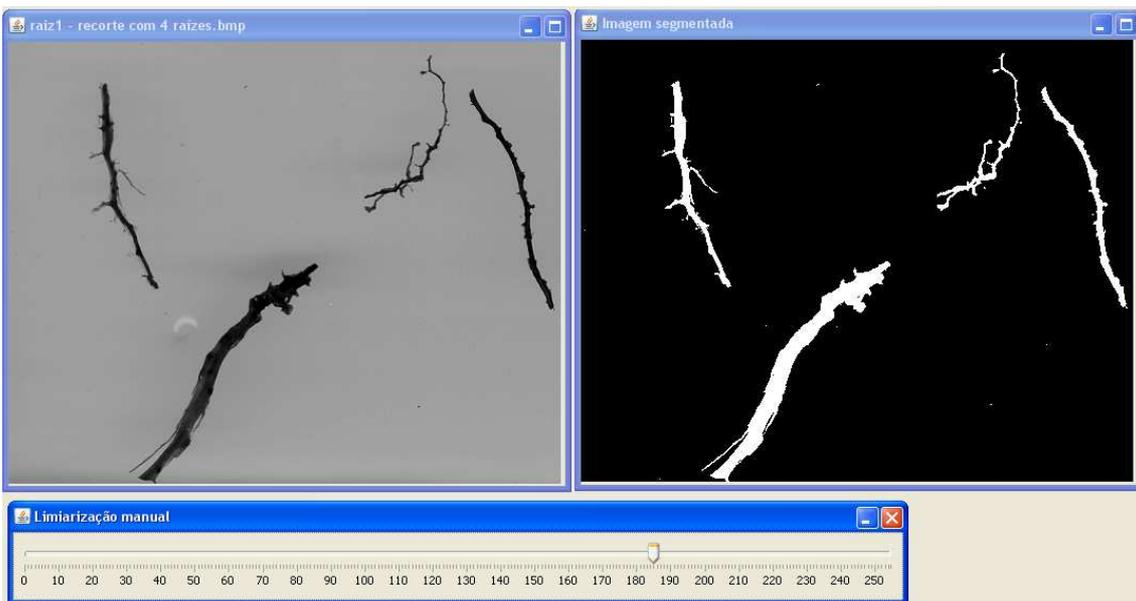
**Figura 13: Etapa de binarização da imagem**

Através da barra deslizante é possível estabelecer um valor para o limiar. Sendo que este for alterado, o processo de binarização é refeito. Existem dois tipos de binarização: global e local. Pode-se escolher um deles através do menu Ferramentas > Tipo da binarização (Figura 14).



**Figura 14: Seleção do tipo de binarização**

Na binarização global a imagem toda é afetada por uma alteração no valor do limiar, conforme exemplo da Figura 15.

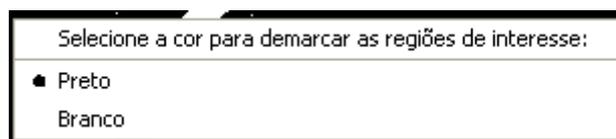


**Figura 15: Binarização global**

Quando a binarização local for selecionada através do menu mostrado na Figura 16, deve-se escolher uma região da imagem e somente ela sofrerá alguma alteração se um novo valor para o limiar for escolhido. Para tanto deve-se selecionar uma região. É possível escolher a cor para o delimitador de região clicando-se com o botão direito (Figura 17).

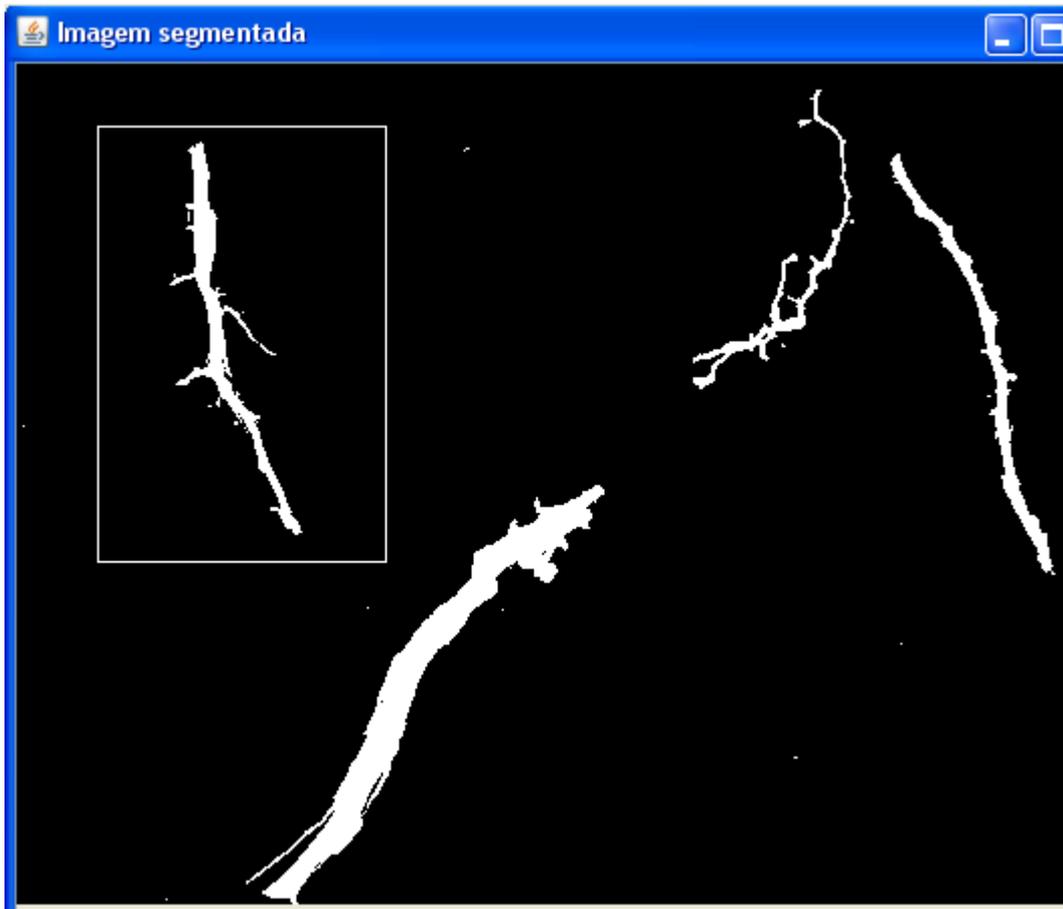


**Figura 16: Seleção da binarização local**



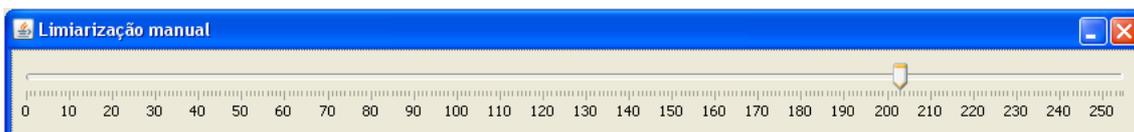
**Figura 17: Seleção da cor da linha de delimitação**

Caso o fundo seja branco, um delimitador preto, que é a cor padrão do mesmo, ficará melhor para fazer a seleção. Para um fundo preto, como é o caso neste tutorial, o melhor é um delimitador branco. Escolhida a cor, basta clicar com o botão direito do mouse em um ponto e arrasta-lo de forma que um retângulo seja traçado ao redor da região que se deseja binarizar. Não é necessário manter o botão direito do mouse pressionado. Clicando novamente, uma região de interesse fica estabelecida (Figura 18).

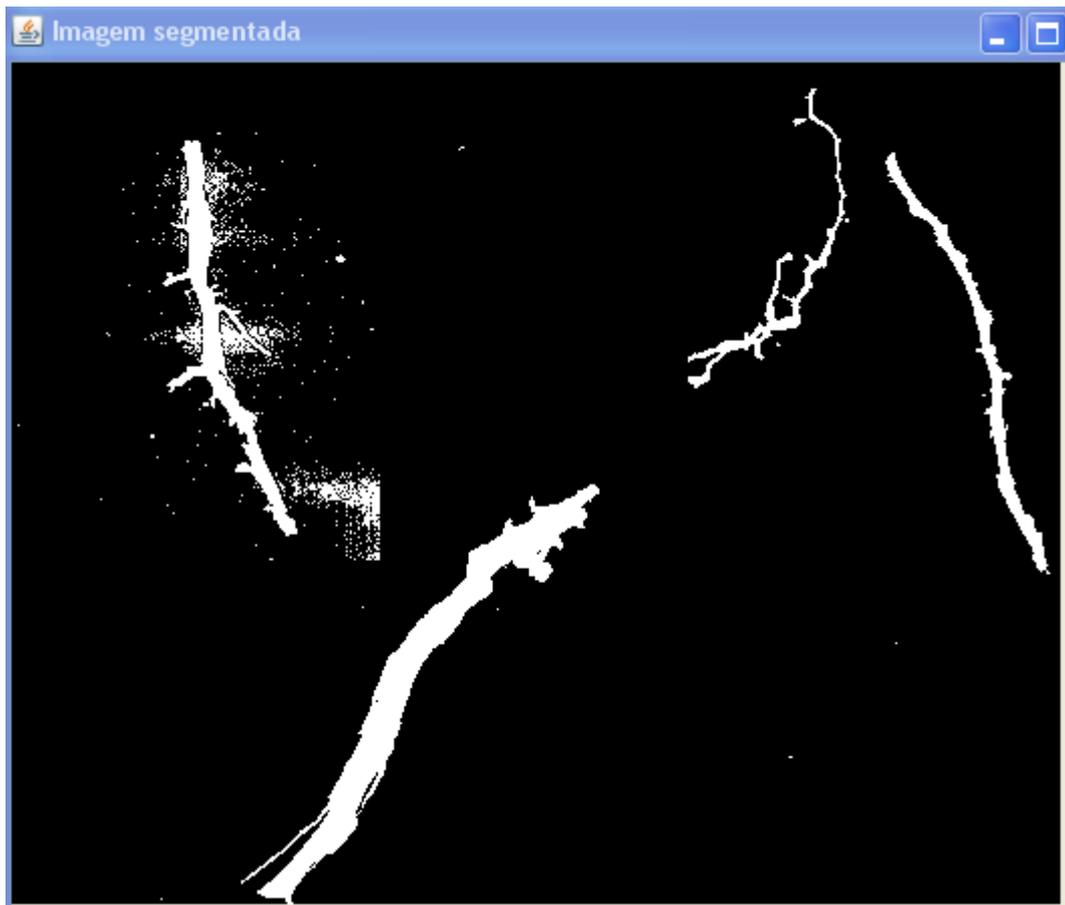


**Figura 18: Seleção de uma parte a imagem**

Quando o valor do limiar da binarização for alterado através da barra deslizante (Figura 19), o efeito só será aplicado à região delimitada pelo retângulo, conforme pode ser observado na Figura 20.



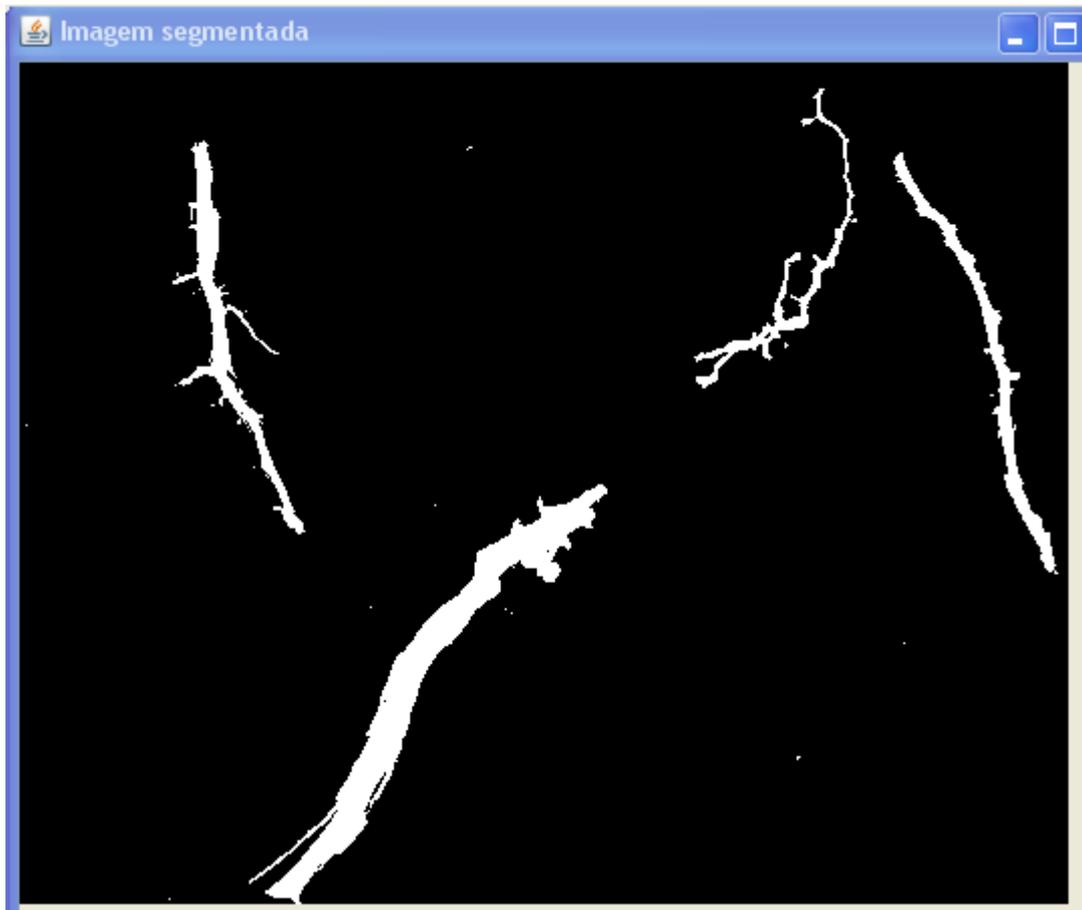
**Figura19: Valor do limiar para obter este resultado**



**Figura20: Binarização local**

É importante ressaltar que após a realização de uma binarização local não se deve mais efetuar uma global, pois isso anularia o efeito da local. Ela deve ser utilizada para melhorar a qualidade de determinadas partes da imagem e pode ser aplicada em partes distintas, mas nunca deve ser feita uma binarização global logo após uma local.

O propósito da binarização é distinguir os objetos da imagem do fundo da mesma. Um deles é pintado de branco e o outro de preto, ou vice-versa. Um bom nível de binarização é quando os objetos apresentam a forma mais parecida possível com os originais e há pouco ruído na imagem, como na ilustração a Figura 21.

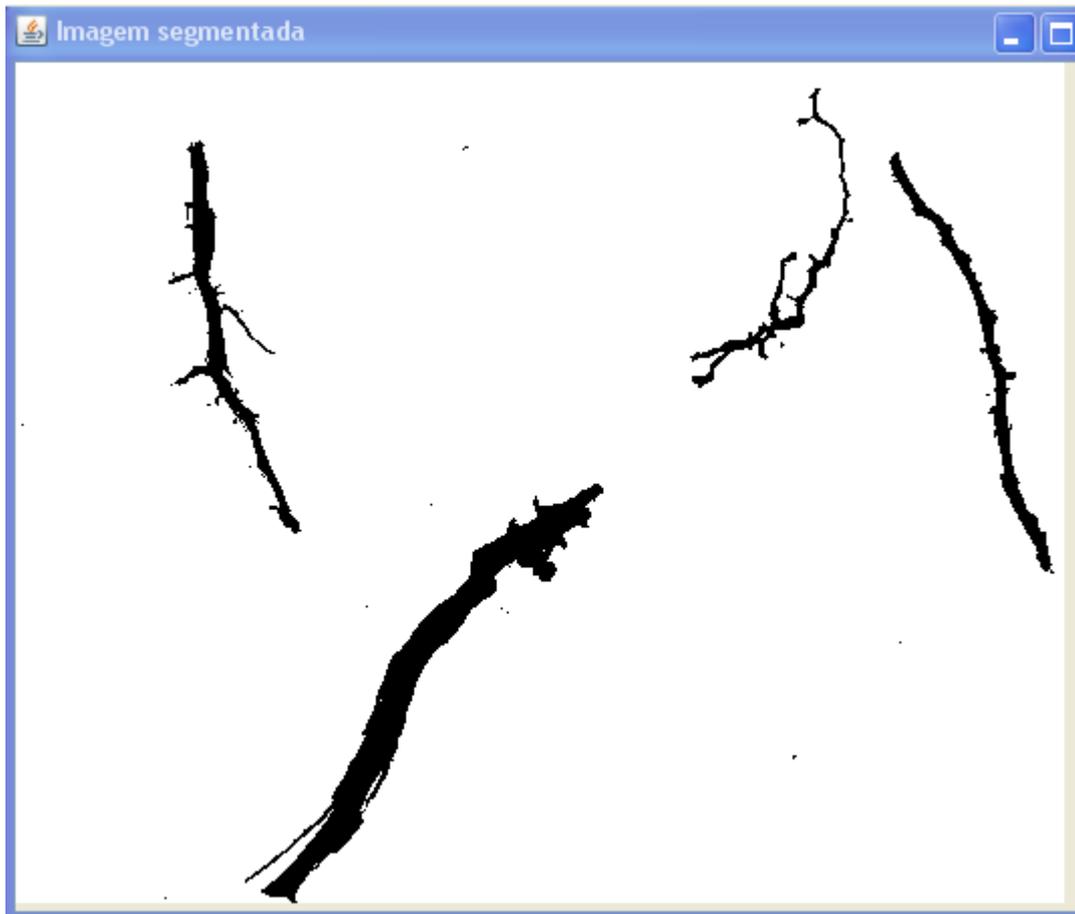


**Figura 21: Exemplo de uma binarização aceitável**

O limiar utilizado para a obtenção deste resultado foi próximo de 190. Apesar de algumas imagens apresentarem fundo preto e objetos brancos nesta etapa, as manipulações morfológicas e as próximas etapas do processamento assumem que o fundo é branco e os objetos são pretos. Clicando-se no botão “Inverter Cores” troca-se as cores dos objetos e do fundo, conforme menu da Figura 22, resultando na imagem invertida da Figura 23.



**Figura 192: Botão para inverter as cores da imagem binarizada**



**Figura 2320: Cores invertidas**

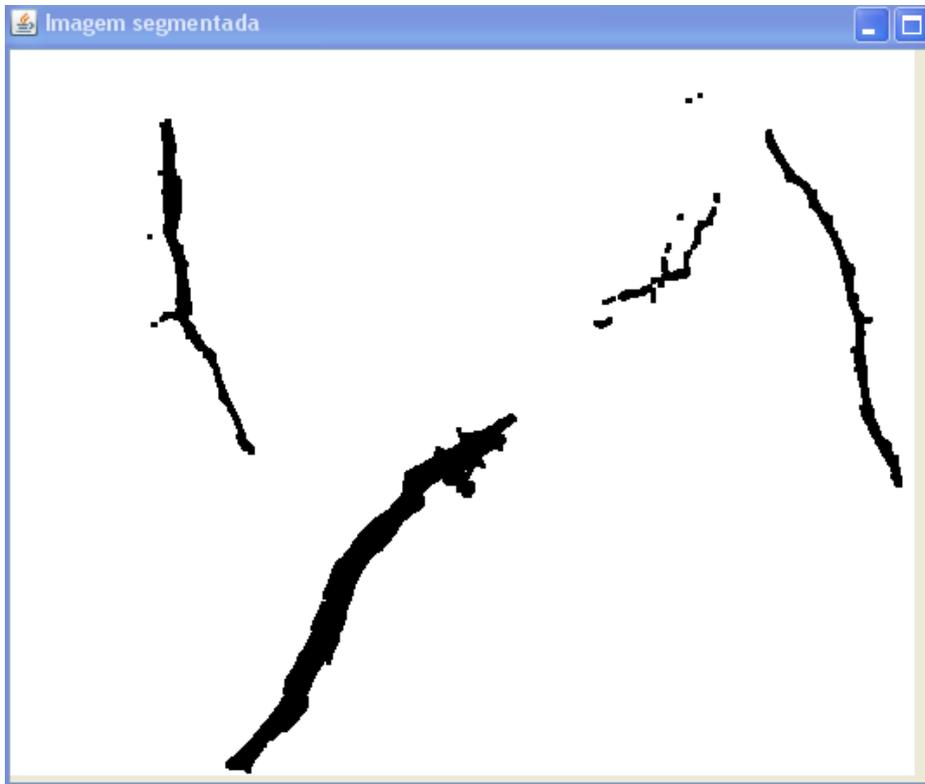
### **3.2 Operações morfológicas**

Antes de se prosseguir para a próxima fase do processamento, é possível aplicar algumas operações morfológicas na imagem, a saber: erosão, dilatação e fechamento. Estas operações servem para tirar ruído e fechar buracos nos objetos. É possível também aplicar o *watershed*, utilizado para separar objetos que estão se tocando. Estas manipulações são aplicadas à imagem clicando-se nos botões que levam seus nomes na barra de ferramentas. A erosão retira pixels das bordas dos objetos, deixando-os menores, conforme apresentado na Figura 24.



**Figura 24: Erosão**

A dilatação faz o inverso, adiciona pixels nas bordas dos objetos (Figura 25).

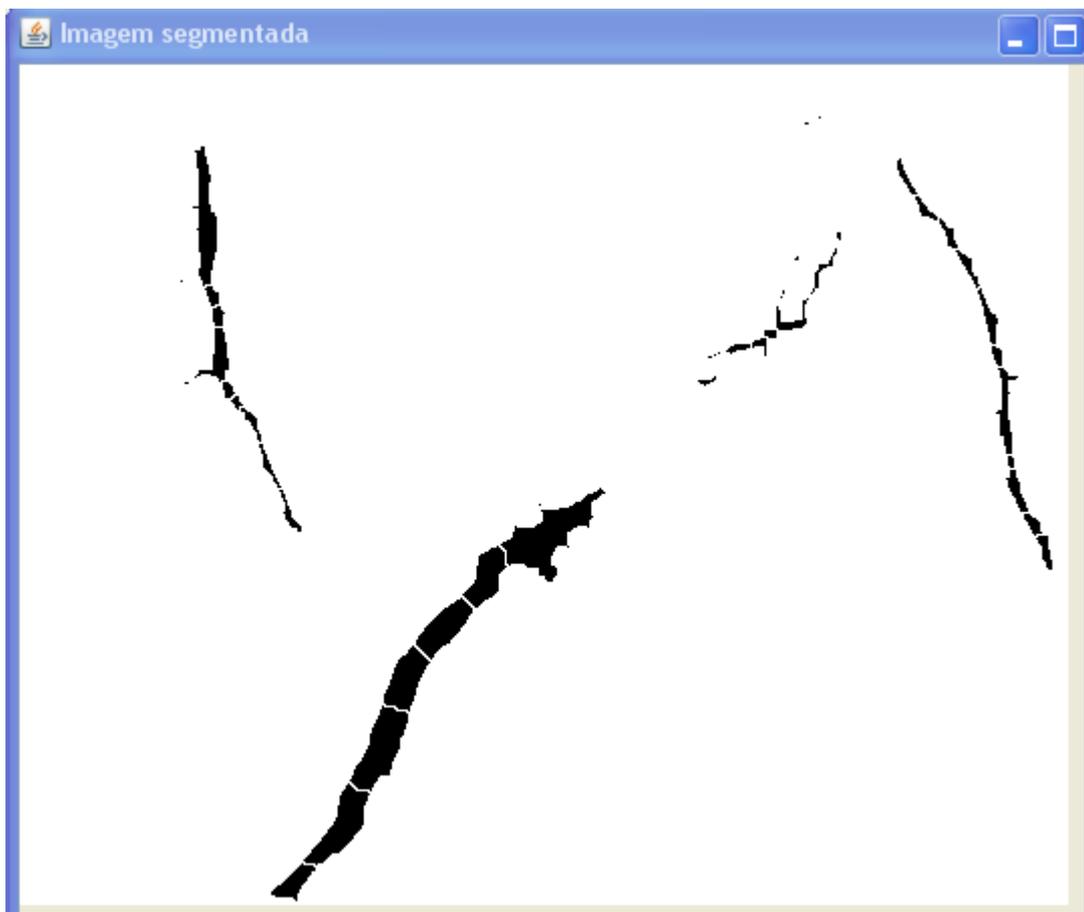


**Figura 25: Dilatação**

A operação de fechamento na verdade consiste de uma dilatação seguida de uma erosão, de forma que o resultado obtido seria semelhante ao das imagens apresentadas na Figura 25.

Como a imagem utilizada neste tutorial não apresenta objetos encostados, não há necessidade de se aplicar o *watershed* nela. Entretanto, o seguinte resultado seria obtido se ele fosse utilizado.

Na Figura 26 é possível observar que algumas separações nas fibras foram obtidas. É esta operação que é realizada para separar objetos que estão se tocando.



**Figura 216: Watershed**

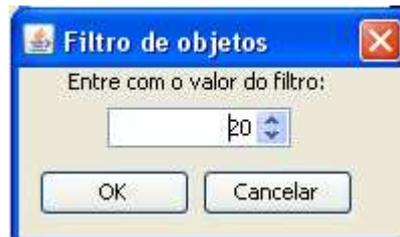
### **3.3 Rotulação**

Feitas todas as manipulações necessárias, deve-se prosseguir para a fase de rotulação, onde cada objeto receberá um rótulo único que os distinguirá dos demais. No caso, o objeto é uma raiz ou uma fibra. Após a rotulação um filtro de pequenos objetos será aplicado à imagem. Sua função é descartar qualquer objeto que possua menor área que o considerado por objetos da aplicação, ou seja, com isto se pode retirar pequenos ruídos indesejados.. Para isso, deve-se clicar no menu “Ferramentas” e em “Filtro” (Figura 27) e inserir o valor mínimo de área (em pixels).



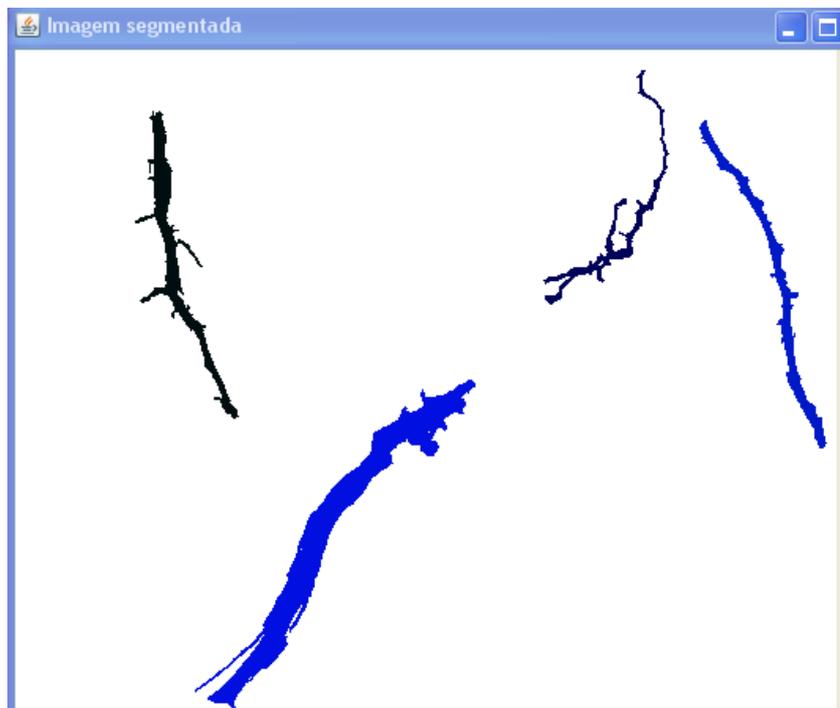
**Figura 27: Abrindo o filtro de objetos**

Na Figura 28 pode ser observada a janela exibindo um diálogo onde o usuário pode ajustar a quantidade mínima de pixels que cada objeto deve conter para não ser descartado.

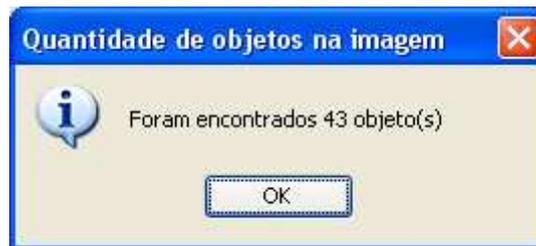


**Figura 28: Configurando o valor dos filtros**

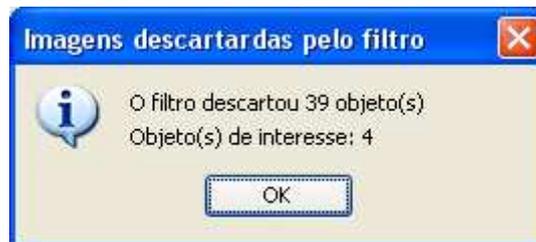
O propósito do filtro é eliminar ruídos que não puderam ser retirados com a limiarização local e as transformações morfológicas. Dependendo do tamanho da imagem, este processo de rotulação e aplicação do filtro pode levar alguns minutos para ser realizada. Após o ajuste do filtro, deve-se clicar no botão de avançar para iniciar a rotulação. Ocorrerá então a rotulação, a aplicação do filtro, e cada objeto que permanecer na imagem será pintado de uma cor (Figura 29). O resultado será mostrado ao usuário bem como quantos objetos foram encontrados no total, quantos foram descartados e quantos sobraram (Figuras 30 e 31).



**Figura 29: Imagem rotulada e ruídos eliminados**



**Figura 30: Total de objetos encontrados**



**Figura 31: Objetos descartados e objetos de interesse**

Em qualquer estágio do processamento é possível salvar a imagem sendo manipulada. Para isso deve-se clicar no botão com um disquete na barra de ferramentas (Figura 32).

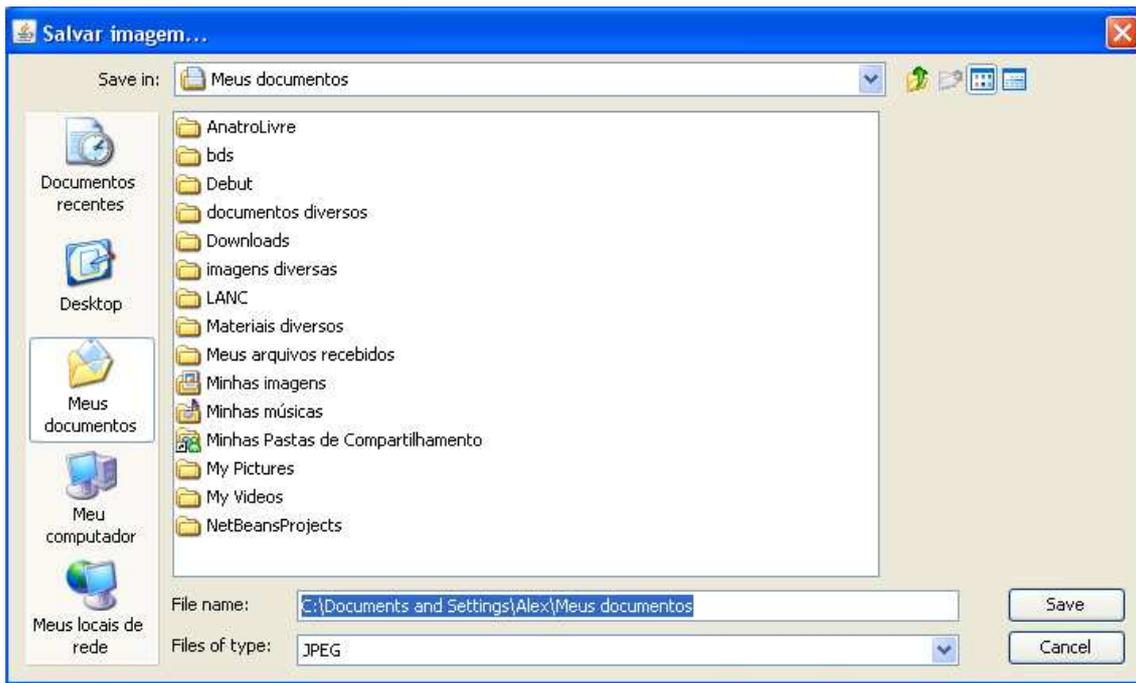


**Figura 32: Botão para salvar a imagem**

Neste caso, será exibido um diálogo perguntando o nome da imagem e logo após, um diálogo de seleção de arquivos, para que o usuário escolha onde ela será armazenada (Figuras 33 e 34).



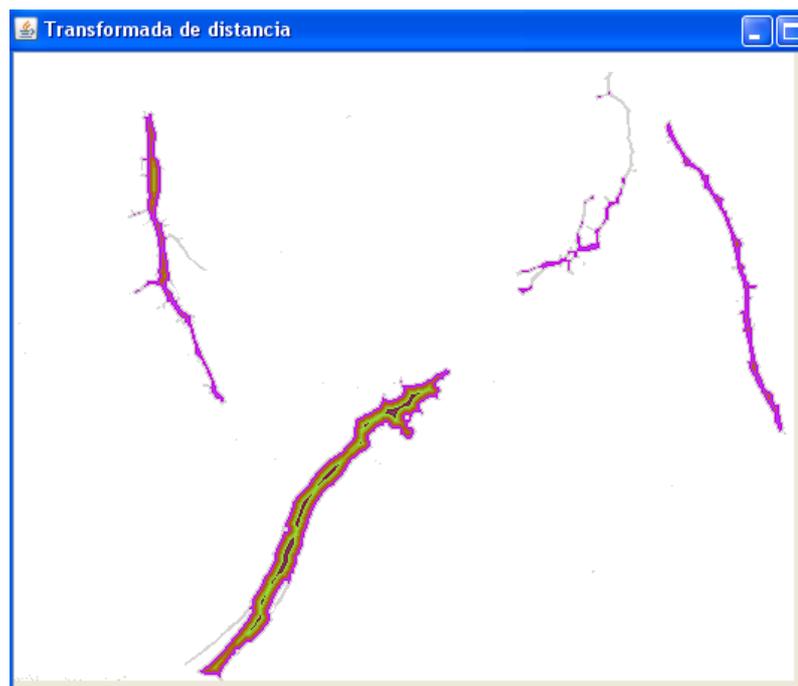
**Figura 223: Nome da imagem a ser salva**



**Figura 34: Escolhendo um local para armazenar o arquivo**

### *3.4 Transformada de distância*

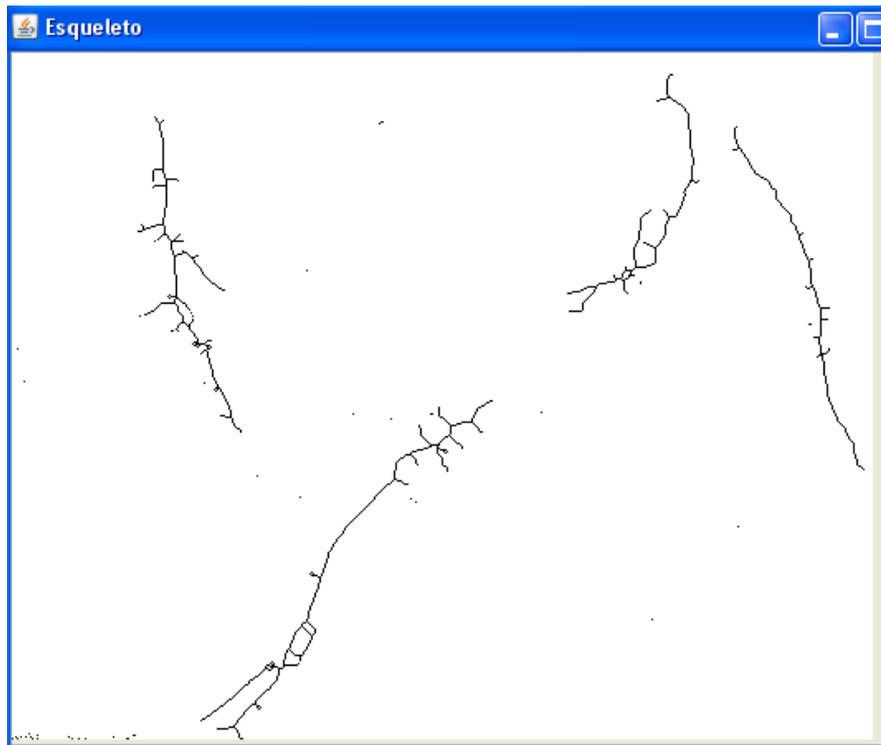
Clicando-se no botão avançar, a próxima etapa do processamento terá início: a obtenção da transformada de distância da imagem. Originalmente, a imagem resultante é dada em tons de cinza, mas um degradê da mesma com outras cores foi feito para que o resultado possa ser mais bem analisado. Este degradê pode ser observado na Figura 35 e ele indica as distâncias da parte central da raiz em relação à sua borda, ou seja, indica as variações de diâmetros.



**Figura 35: Transformada de distância**

### 3.5 Esqueletonização

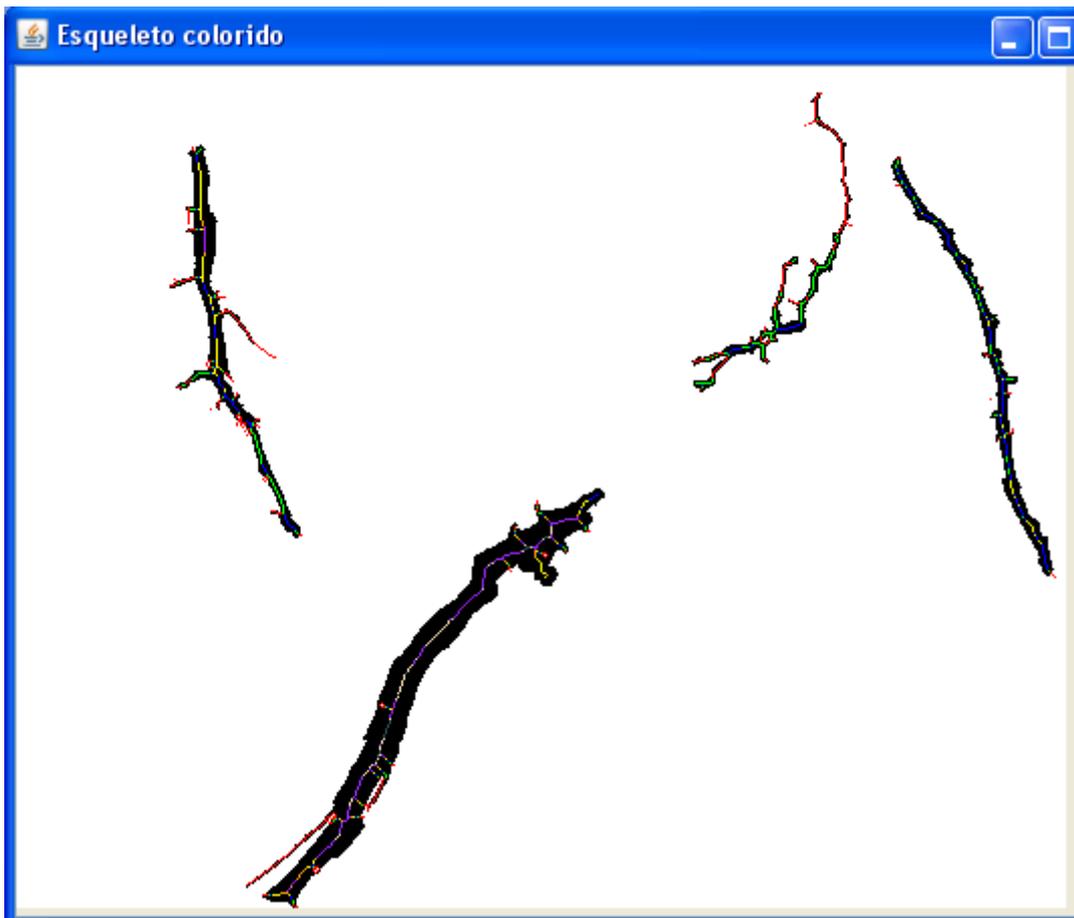
Deve-se, em seguida, prosseguir para a próxima etapa do processamento, a obtenção dos esqueletos dos objetos. Os esqueletos servem para identificar as partes centrais das raízes e através deste esqueleto se utilizará uma representação em cores indicando os trechos com diâmetros diferentes. Isto é feito clicando-se no botão de avançar, gerando o resultado apresentado na Figura 36.



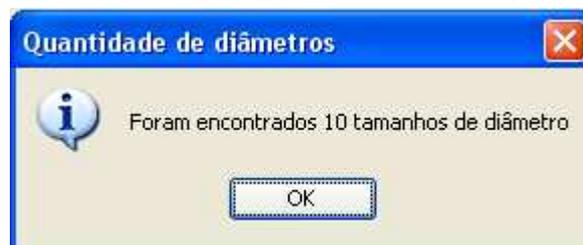
**Figura 236: Esqueleto dos objetos da imagem**

### 3.6 Diâmetros

Na próxima etapa os objetos terão seus esqueletos coloridos na imagem binária de acordo com o diâmetro no qual eles se encontram (Figura 37). Para cada diâmetro é utilizada uma cor diferente e uma mensagem indicando quantos deles foram encontrados será exibida (Figura 38).

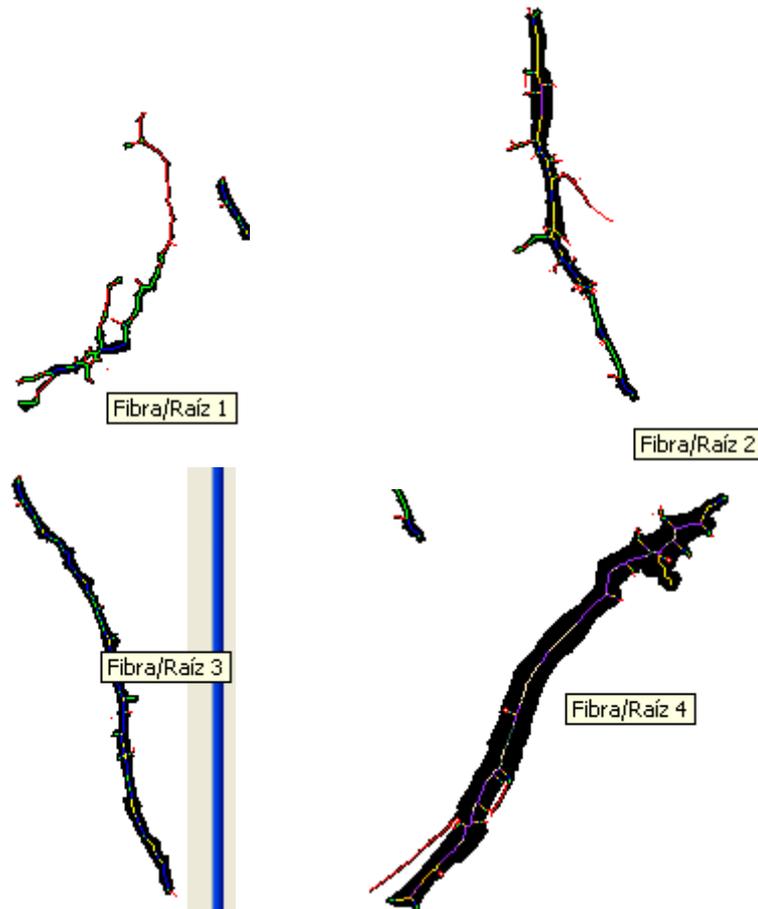


**Figura 247: Esqueletos coloridos conforme o tamanho dos diâmetros**



**Figura 258: Quantidade de diâmetros encontrados**

Deixando o ponteiro do mouse em cima da raiz ou fibra é possível ver qual rótulo foi atribuído. Um rótulo surgirá logo abaixo dele mostrando esta informação. Figura 39.



**Figura 26: Identificação das fibras**

#### 4. Resultados

Por fim tem-se a última etapa do processamento, na qual serão gerados gráficos e tabelas contendo informações sobre as fibras. Isso pode ser feito tanto clicando no botão avançar ou através do menu “Ferramentas”, opção “Analisar dados” (Figura 40).



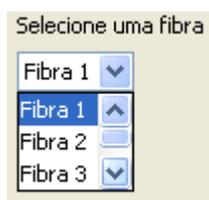
**Figura 40: Obtendo os dados finais via menu**

Uma barra de progresso possibilita ao usuário acompanhar o decorrer do processamento desse último estágio. Quando ele estiver concluído, a tela de resultados será apresentada ao usuário (Figura 41).



**Figura41: Tela de resultados**

O primeiro histograma mostra uma distribuição do comprimento de fibra ou raiz em cada diâmetro encontrado. O segundo mostra os resultados para cada fibra individualmente. Um histograma como este é gerado para cada fibra. Para alterar entre eles, deve-se utilizar a caixa de seleção para escolher para qual das fibras deseja-se visualizar o histograma (Figura 42).



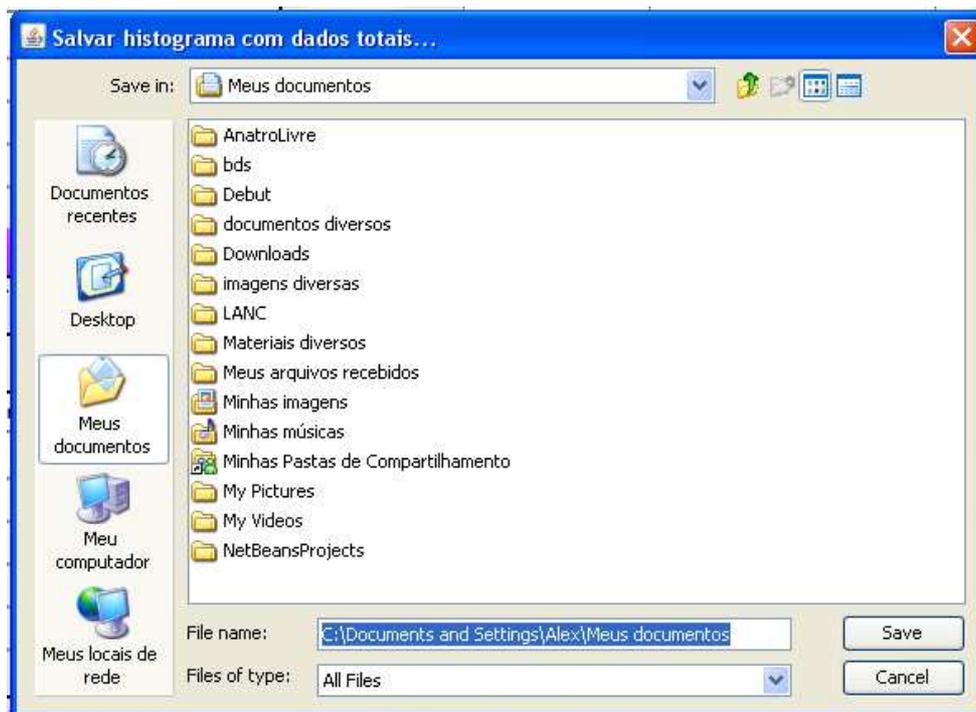
**Figura 42: Seleção de fibras individuais**

É possível salvar qualquer um dos histogramas como uma imagem no formato JPEG, para ser analisado posteriormente. Para tanto, deve-se clicar no botão “Salvar” à direita do histograma que se deseja salvar. Um diálogo pedindo um nome para a imagem surgirá (Figura 43).



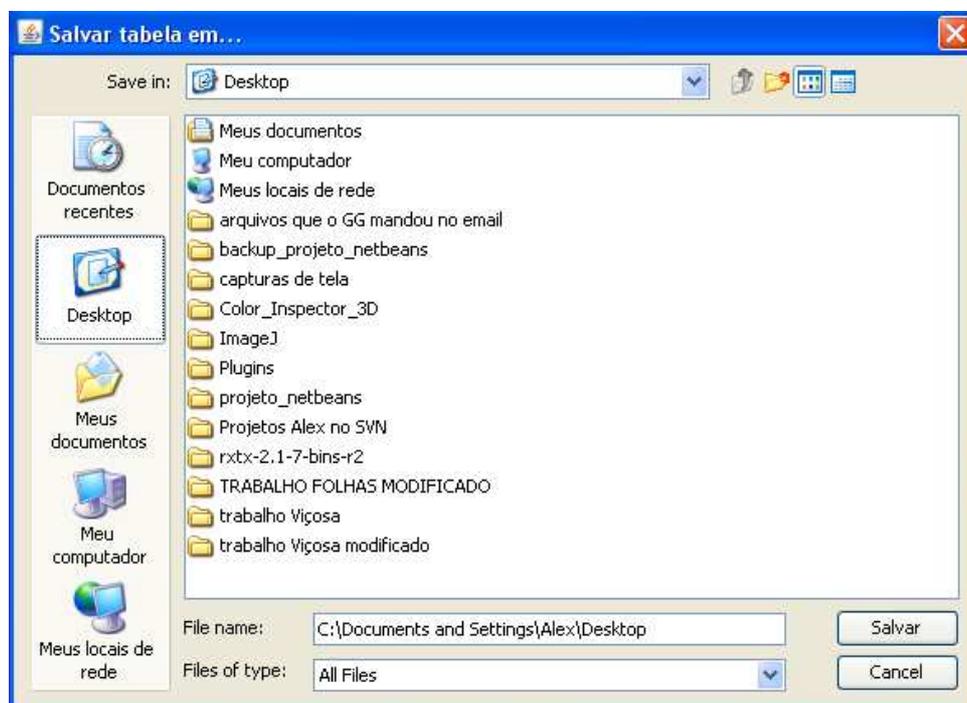
**Figura 43: Nomeando o histograma**

Depois que o nome é definido, um diálogo de seleção de arquivos surge para que seja escolhido o local onde o arquivo será armazenado (Figura 44).



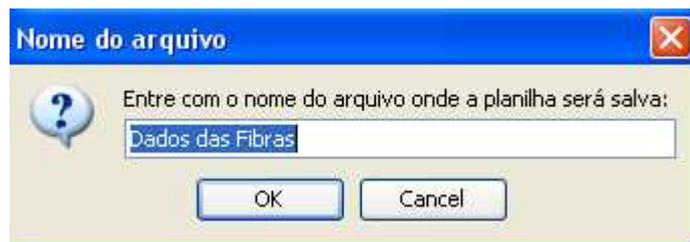
**Figura 44: Seleção do local para armazenar o arquivo da imagem**

Pode-se salvar também a planilha gerada em um arquivo do Excel. Para isto, deve-se clicar botão “Exportar para o Excel”. Um diálogo de seleção de arquivos será exibido e através dele o usuário deve indicar um local no qual o arquivo gerado será armazenado (Figura 45).



**Figura 45: Seleção do local para salvar o arquivo do Excel a ser gerado**

Uma vez que o local de armazenamento tenha sido definido, um diálogo pedindo um nome para o arquivo aparecerá (Figura 46).



**Figura 46: Nomeando o arquivo do Excel a ser gerado**

Como um arquivo do Excel pode ser composto por várias planilhas, é necessário definir um nome para esta planilha. Um diálogo será exibido para que o usuário forneça esta informação (Figura 47).



**Figura 47: Nomeando a planilha a ser gerada**

## 6. Referências

- ARSENAULT J, L.; POULEUR, S.; MESSIER, C.; GUAY, R. WinRHIZO, a root-measuring system with a unique overlap correction method. **HortScience**, Alexandria, v. 30, p. 906, 1995.
- BOHM, W. **Methods of studying root systems**. New York: Springer-Verlag, 1979. 194 p.
- CINTRA, F. L. D.; NEVES, C. S. V. J. Aspectos metodológicos do estudo do sistema radicular de plantas perenes através de imagens. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, n. 3, set./dez. 1996.
- CRESTANA, S.; GUIMARÃES, M. F.; JORGE, L. A. C.; RALISCH, R.; TOZZI, C. L.; TORRE-NETO, A.; VAZ, C. M. P. Avaliação da distribuição de raízes no solo auxiliada por processamento de imagens digitais. **Revista brasileira de ciência do solo**, Campinas, v. 18, n. 3, p. 365-371, 1994.
- GUIMARÃES, M. F.; JORGE, L. A. C.; DE MARIA, I. C.; TAVARES FILHO, J.; BICUDO, S. J.; CRESTANA, S. Três metodologias de avaliação de raízes: descrição, limitações e vantagens. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE INSTRUMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA-SIAGRO, I., 1996, São Carlos-SP. **Anais...** São Carlos: EMBRAPA-CNPDIA, 1996. p. 295-304.
- IVO, W. M. Monólito com Placas de Pregos. In: WORKSHOP SOBRE SISTEMA RADICULAR: METODOLOGIAS E CASOS, 1., 1999, Aracajú, SE. **Anais...** Aracajú: EMBRAPA-Tabuleiros Costeiros, 1999. p. 269-274.
- JORGE, L. A. C. Descrição detalhada do método de trincheira com produção de imagens para uso de SIARCS®. In: WORKSHOP SOBRE SISTEMA RADICULAR: METODOLOGIAS E CASOS, 1., 1999, Aracajú, SE. **Anais...** Aracajú: EMBRAPA-Tabuleiros Costeiros, 1999. p. 255-267.

JORGE, L. A. C.; CRESTANA, S. **Recomendações práticas para utilização do SIARCS 3.0 nos estudos de raízes, cobertura vegetal, folhas e outras aplicações.** São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 1996. não paginado. (Embrapa Instrumentação Agropecuária. Recomendação Técnica, 4).

JORGE, L. A. C.; GUIMARÃES, M. F.; ABI SAAB, O. J. G.; RALISCH, R.; MEDINA, C. C.; CRESTANA, S. Estudo da influência da calagem de solos ácidos no sistema radicular do milho (*Zea mays* L.), auxiliado por processamento de imagens. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 21., 1996, Londrina. **Resumos...** Londrina: [s. n.], 1996. p. 139.

JORGE, L. A. C.; **Recomendações práticas para aquisição de imagens digitais analisadas através do SIARCS®** São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 1996. não paginado. (Embrapa Instrumentação Agropecuária. Circular Técnica, 01).

KOPKE, U. Methods for studying root growth. In: RUSSEL, R. C.; IGUE, K.; MEHTA, U. R. **The soil** : root systems in relation to brazilian agriculture. Londrina: IAPAR, 1981. p. 303-318.

MEDINA, C. C. Método da trincheira com contagem manual das raízes. In: WORKSHOP SOBRE SISTEMA RADICULAR: METODOLOGIAS E CASOS, 1., 1999, Aracajú, SE. **Anais...** Aracajú: EMBRAPA-Tabuleiros Costeiros, 1999. p. 275-281.