

# MANUAL DO USUÁRIO

Software: LogisticTools

Baseado em:



Elaborado por: Fábio REGIS – duqueregis@gmail.com

## Sumário

<b>A. Informações Gerais:.....</b>	<b>4</b>
Objetivo do documento:.....	4
O software: .....	5
<i>Público a ser beneficiado pelo LogisticTools:</i> .....	6
<i>Finalidades do LogisticTools:</i> .....	6
Processo de Instalação do Software: .....	7
<i>Requisitos mínimos do computador.</i> .....	7
<i>Onde encontrar o software LogisticTools</i> .....	7
<b>B. Acessando as funcionalidades do <i>LogisticTools</i>:.....</b>	<b>9</b>
Funcionalidade de Suporte: Geração de Layer a partir de um arquivo EXCEL.....	11
Funcionalidade 1: Definição do Ponto Central.....	14
<i>Objetivo da funcionalidade:</i> .....	14
<i>Exemplo de aplicação da funcionalidade:</i> .....	15
<i>Passo a passo para executar a funcionalidade:</i> .....	16
Funcionalidade 2: Formação de <i>Cluster</i> .....	24
<i>Objetivo da funcionalidade:</i> .....	24
<i>Exemplo de aplicação da funcionalidade:</i> .....	25
<i>Passo a passo para executar a funcionalidade:</i> .....	25
Funcionalidade 3: Roteirização - Construção de roteiros com o método de Clarke e Wright.....	29
<i>Objetivo da funcionalidade:</i> .....	29
<i>Exemplo de aplicação da funcionalidade:</i> .....	30
<i>Contexto de aplicação:</i> .....	30
<i>Passo a passo para executar a funcionalidade:</i> .....	30
Funcionalidade 4: Roteirização - Melhoria de roteiros com o método 2-opt.....	35
<i>Objetivo da funcionalidade:</i> .....	36
<i>Exemplo de aplicação da funcionalidade:</i> .....	36
<i>Objetivo do exemplo de aplicação:</i> .....	37
<i>Passo a passo para executar a funcionalidade:</i> .....	37
Funcionalidade 5: Método de Construção de Zonas - Cálculo de Nível de Serviço por Tempo de Ciclo ou por Capacidade.....	39
<i>Objetivo da funcionalidade:</i> .....	40
<i>Exemplo de aplicação da funcionalidade:</i> .....	40
<i>Passo a passo para executar a funcionalidade:</i> .....	41
Funcionalidade 6: Método de Construção de Zonas - Cálculo de Área Admissível através do nível de serviço.....	41
<i>Objetivo da funcionalidade:</i> .....	42
<i>Exemplo de aplicação da funcionalidade:</i> .....	42
<i>Passo a passo para executar a funcionalidade:</i> .....	42
Funcionalidade 7: Método de Construção de Zonas - Formação de Zonas.....	43
<i>Objetivo da funcionalidade:</i> .....	44
<i>Exemplo de aplicação da funcionalidade:</i> .....	44
<i>Passo a passo para executar a funcionalidade:</i> .....	46
Funcionalidade 8: Método de Construção de Zonas - Método de Clarke e Wright com parâmetro de forma .....	49
<i>Objetivo da funcionalidade:</i> .....	50
<i>Exemplo de aplicação da funcionalidade:</i> .....	51

<i>Passo a passo para executar a funcionalidade:</i> .....	52
<b>Contato:</b> .....	<b>54</b>
<b>Anexos:</b> .....	<b>54</b>

## A. Informações Gerais:

### Objetivo do documento:

- Apresentar o *software*
- Expectativa de uso do *software*
- Informações para obtenção e instalação do *software*
- Apresentar as funcionalidades do *software*, incluindo exemplos de aplicação

## O software:

O *software* aqui denominado como *LogisticTools* é parte do trabalho final de dissertação do mestrado profissional em logística na PUC-RIO do aluno Fábio Trindade Duque Estrada Regis.

A ferramenta *LogisticTools* implementa alguns procedimentos fundamentais usados na resolução de problemas logísticos bem conhecidos na literatura. Nesse documento cada procedimento será denominado como “funcionalidade”.

Segue abaixo a tabela relacionando o nome no item de Menu, a funcionalidade e o tipo de problema de aplicação:

<b>Item de Menu</b> (Sequência de acesso)	<b>Funcionalidade</b>	<b>Categoria de Problema</b>
LogisticTools > Ponto Central	Método de Fibonacci (Método iterativo)	Definição de Ponto Central pela Métrica Retangular
LogisticTools > Ponto Central	Método da Derivada (Método Exato)	Definição de Ponto Central pela Métrica Retangular
LogisticTools > Ponto Central	Método de Weisfield	Definição de Ponto Central pela Métrica Euclidiana
LogisticTools > Formação de Clusters	Algoritmo de Kruskal adaptado para identificação de Cluster	Formação de <i>Clusters</i>
LogisticTools > Roteirização > Clarke e Wright	Método de Clarke e Wright	Roteirização - Construção de Roteiros
LogisticTools > Roteirização > 2-opt	Método 2-opt	Roteirização - Melhoria de Roteiros
LogisticTools > Zonas	Cálculo de Nível de Serviço por Tempo de Ciclo ou por Capacidade	Dimensionamento de Nível de Serviço
LogisticTools > Zonas	Cálculo de Área Admissível através do nível de serviço	Dimensionamento de área de atendimento
LogisticTools > Zonas	Formação de Zonas	Método de Construção de Zonas
LogisticTools > Roteirização > Clarke e Wright	Método de Clarke e Wright com parâmetro de forma	Método de Construção de Zonas

*Principais áreas de aplicação o LogisticTools no âmbito de negócios:*

- *Logística e Cadeia de Suprimentos*
  - *Clusterização*
  - *Roteirização*
  - *Planejamento de distribuição*
  - *Projeto de rede*
  - *Entre outros...*
- *Marketing*
  - *Geomarketing*

**Público a ser beneficiado pelo LogisticTools:**

Estudantes, profissionais e interessados em logística de forma geral.

**Finalidades do LogisticTools:**

- Contribuir no processo de aprendizado do estudante em logística
- Permitir experimentação de problemas fundamentais de logística
- Aproximar o estudando de logística a realidade empresarial
- Possibilitar abstração da complexidade matemática e computacional na resolução de problemas logísticos e permitir a observação de cenário *versus* resultado mais rápido
- Permitir a confirmação numérica de resolução de problemas manuais
- Permitir observar os resultados numericamente e visualmente (exemplo: plotagem em mapas, tabelas,etc.)

## Processo de Instalação do Software:

### Requisitos mínimos do computador

Para realizar a instalação do LogisticTools é necessário atender os requisitos mínimos conforme abaixo:

Os requisitos para executar o LogisticTools são os mesmos necessários para executar o OpenJUMP. É compatível com Linux, Unix, MacOSX, Microsoft Windows 98 ou versão posterior e qualquer outro sistema operacional que suporte o JAVA e que seja executado num computador que tenha uma memória RAM mínima de 256 MB.

Espaço livre em disco rígido requerido de aproximadamente 200 MB (OpenJUMP+ Plugin LogisticTools).

### Onde encontrar o software LogisticTools

O LogisticTools é uma extensão do programa OpenJUMP (<http://www.openjump.org>). Ele foi construído no formato de plugin e adicionado ao OpenJUMP. Então para usá-lo é necessário obter os seguintes arquivos:

- 1) JAVA – Caso não possua o JAVA instalado em seu computador ou a versão instalada seja inferior a versão Java 7, será necessário fazer o download da última versão disponível através do link :

[https://www.java.com/pt\\_BR/download/](https://www.java.com/pt_BR/download/)

Após o download, faça a instalação do JAVA no seu computador seguindo as instruções do instalador.

- 2) OpenJump – Faça o download do OpenJUMP 1.6.3 ou versão superior através do link abaixo:

<http://sourceforge.net/projects/jump-pilot/files/OpenJUMP/1.7.1/OpenJUMP-Installer-1.7.1-r4004-PLUS.exe/download>

Caso o arquivo não esteja disponível para download, busque o link indicado pelo fabricante na página abaixo:

[http://ojwiki.soldin.de/index.php?title=Downloading\\_OpenJUMP](http://ojwiki.soldin.de/index.php?title=Downloading_OpenJUMP)

Após o download faça a instalação do programa. Caso tenha dificuldades para a instalação acesse:

<http://ojwiki.soldin.de/index.php?title=Installation>

### Instalando o *LogisticTools*

PlugIn LogisticTools – Concluído a instalação dos itens anteriores, o próximo passo é obter o arquivo do plugin LogisticTools. Há duas maneiras de obter o arquivo, a primeira é solicitar o CD entregue a secretaria PUC-RJ ou fazer o download do arquivo no repositório a ser indicado pelo professor.

Agora com o arquivo em mãos, para instalar o plugin e poder executá-lo no OpenJUMP, siga os passos abaixo:

Passo 1: Vá até o local onde foi armazenado o arquivo de plugin LogisticTools e copie o arquivo.

Passo 2: Ir até o diretório onde está instalado o OpenJUMP. Clique na pasta “lib”, e depois na pasta “ext”, cole o arquivo de plugin dentro da pastas.

**Diretório: myOpenjumpFolder\lib\ext**

Agora ao iniciar o OpenJUMP, o plugin será carregado automaticamente.

Observação: Quem desejar visualizar o código, poderá fazer o download do mesmo em:

<https://github.com/fabioTrindade/LogisticTools-Plugin-OpenJUMP/archive/master.zip>

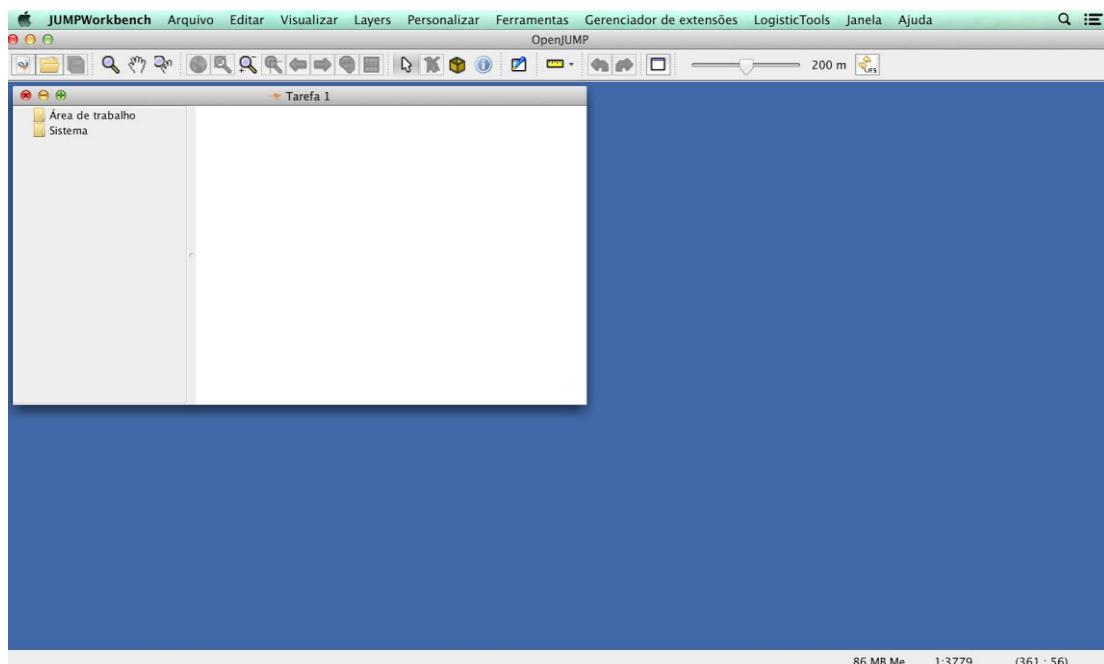
## B. Acessando as funcionalidades do *LogisticTools*

Para acessar as funcionalidades do LogisticTools, após iniciar o sistema operacional da máquina, localize o ícone (conforme exemplo abaixo) e execute o OpenJUMP.



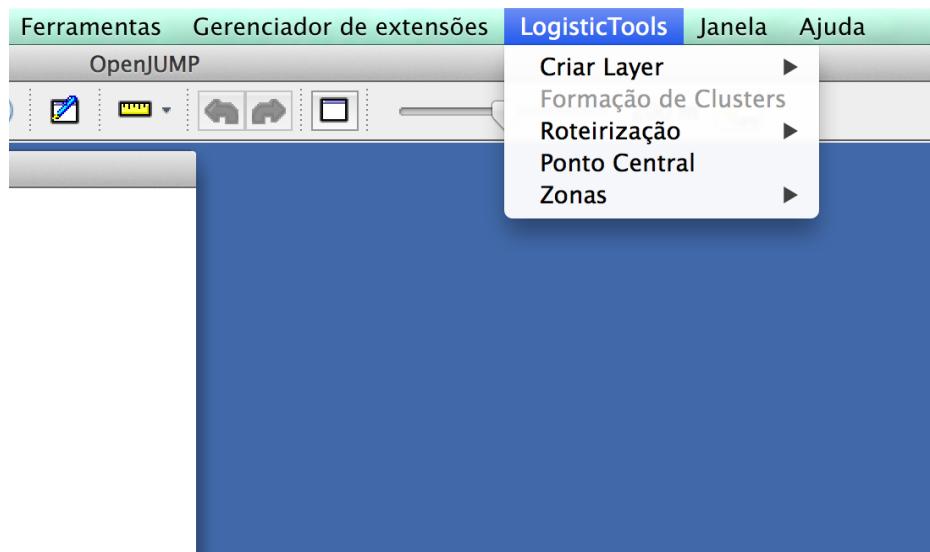
Ícone software OpenJUMP.

Ao carregar o OpenJUMP, abrirá uma tela conforme abaixo (dependendo do sistema operacional ou versão do OpenJUMP que será executada, podem haver pequenas mudanças no layout da tela):



Tela inicial OpenJUMP.

As funcionalidades estão agrupadas no menu “LogisticTools” conforme figura abaixo.



Menu de funcionalidades LogisticTools.

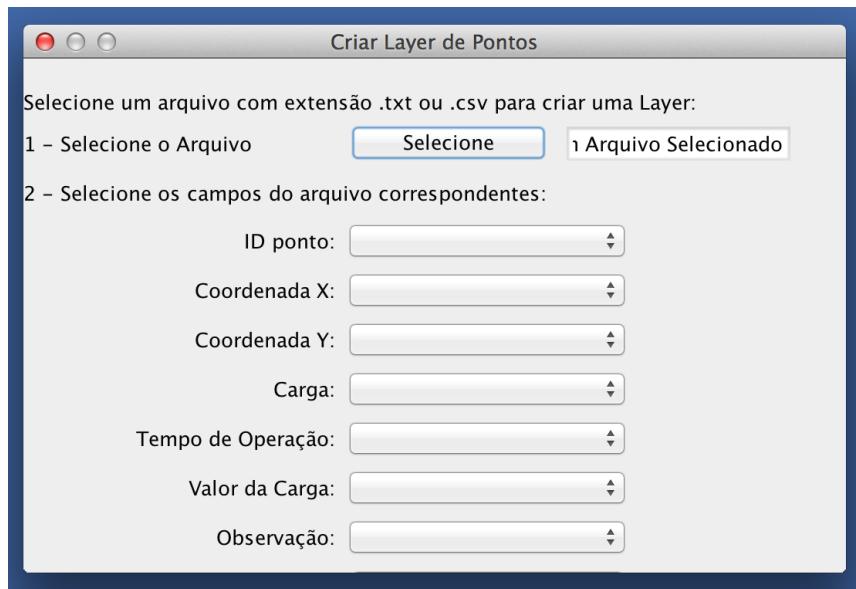
## Funcionalidade de Suporte: Geração de Layer a partir de um arquivo EXCEL

No primeiro item do menu “Criar Layer” (conforme figura abaixo) é uma funcionalidade de suporte que serve para gerar uma *layer* (camada) que por sua vez é necessária para a execução de algumas outras funcionalidades do LogisticTools.



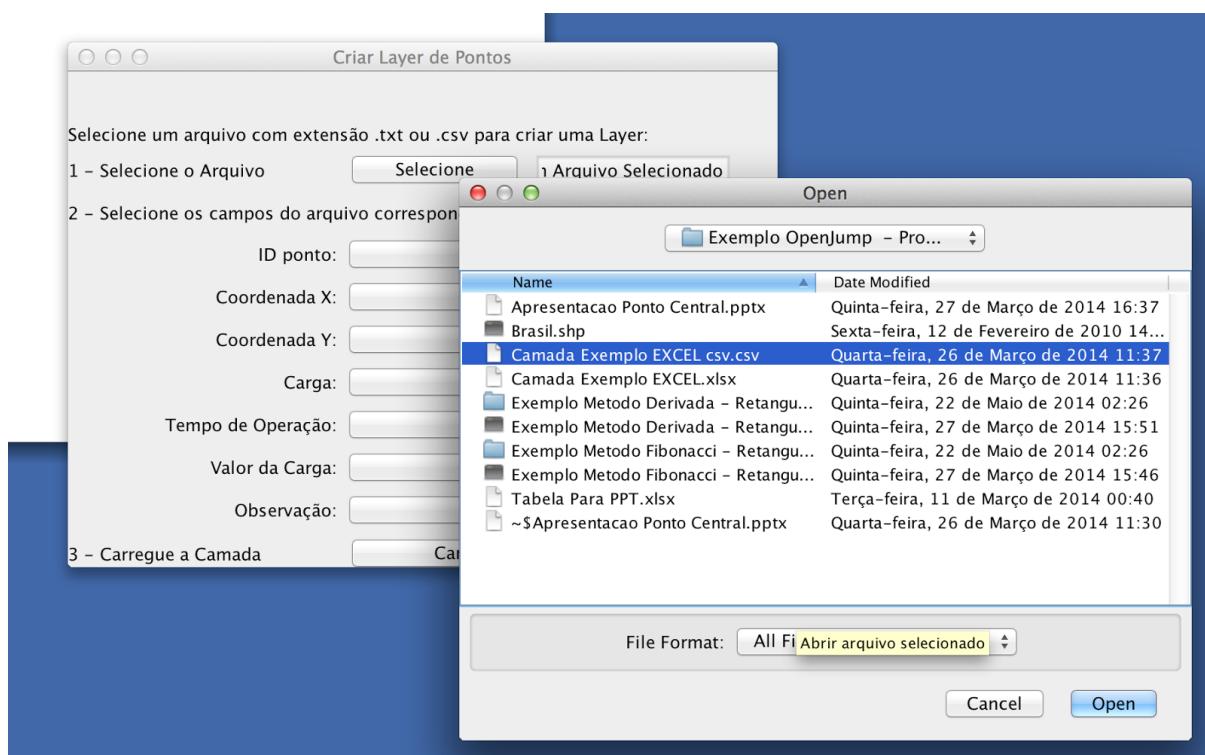
Funcionalidade de suporte “Criar Layer”.

O subitem “Layer de Pontos” acessa a tela que permite a criação de uma *layer*, baseada em pontos, através de um arquivo de MS-Excel gravado no formato “.csv” ou “.txt”. Segue abaixo a tela do subitem.



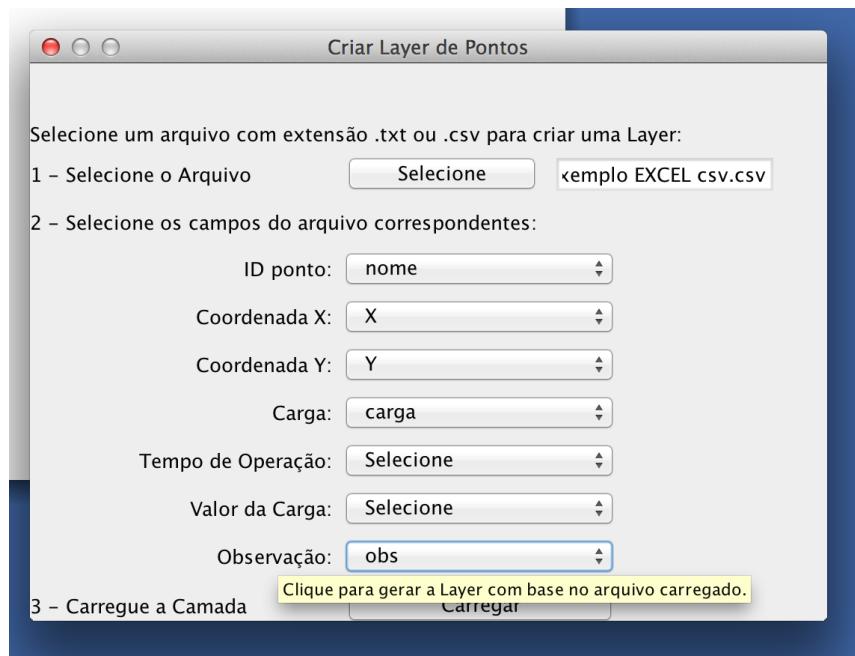
Tela de criação de *layer* de pontos.

Conforme a tela acima, no item 1 “Selecionar o arquivo”, deve-se localizar o diretório onde está o arquivo com as informações a serem carregadas e selecioná-lo. Conforme o exemplo abaixo.



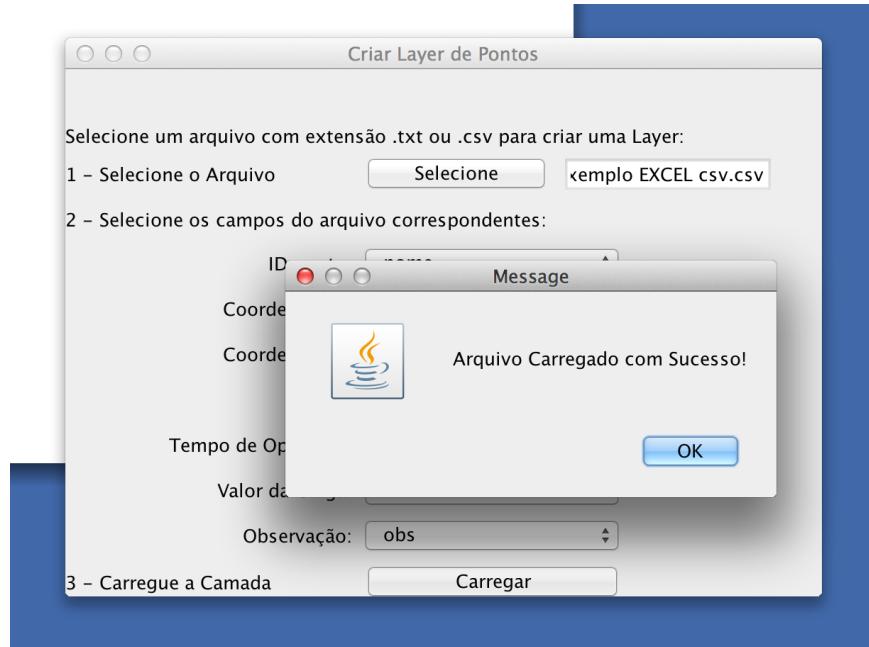
Exemplo de seleção de arquivo.

Após arquivo selecionado, no item 2, deve-se relacionar os nomes e tipos dos campos da camada a ser criada com os nomes e tipos dos campos do arquivo selecionado, conforme exemplo abaixo.



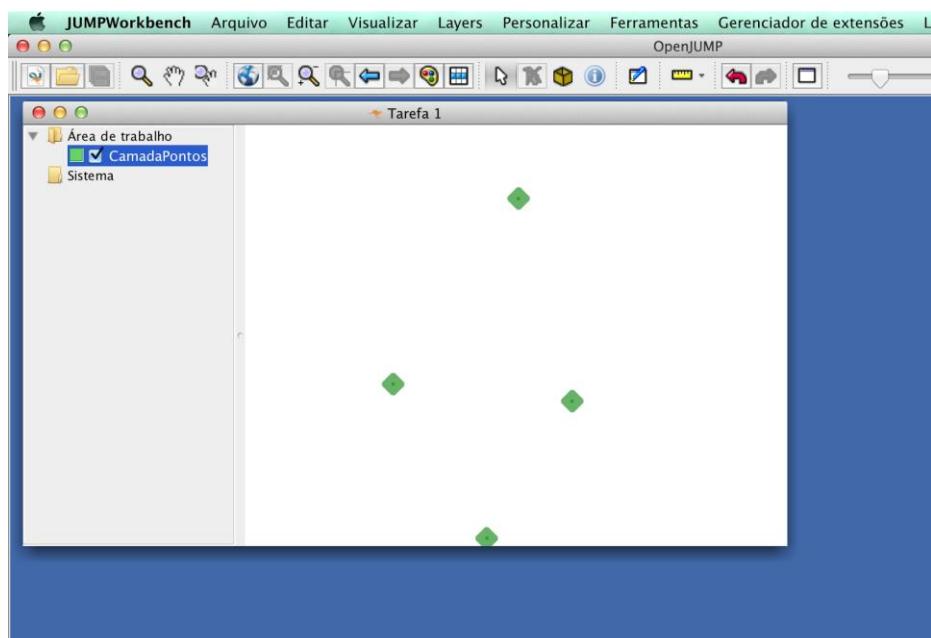
Exemplo de seleção de campos do arquivo com os campos da camada a ser gerada.

Após estabelecido o relacionamento entre os campos, clique em “carregar” para gerar a camada.



Tela de confirmação de criação de camada.

Após a exibição da tela de confirmação conforme a figura anterior, a camada gerada já está disponível dentro do OpenJUMP, conforme exemplo abaixo.

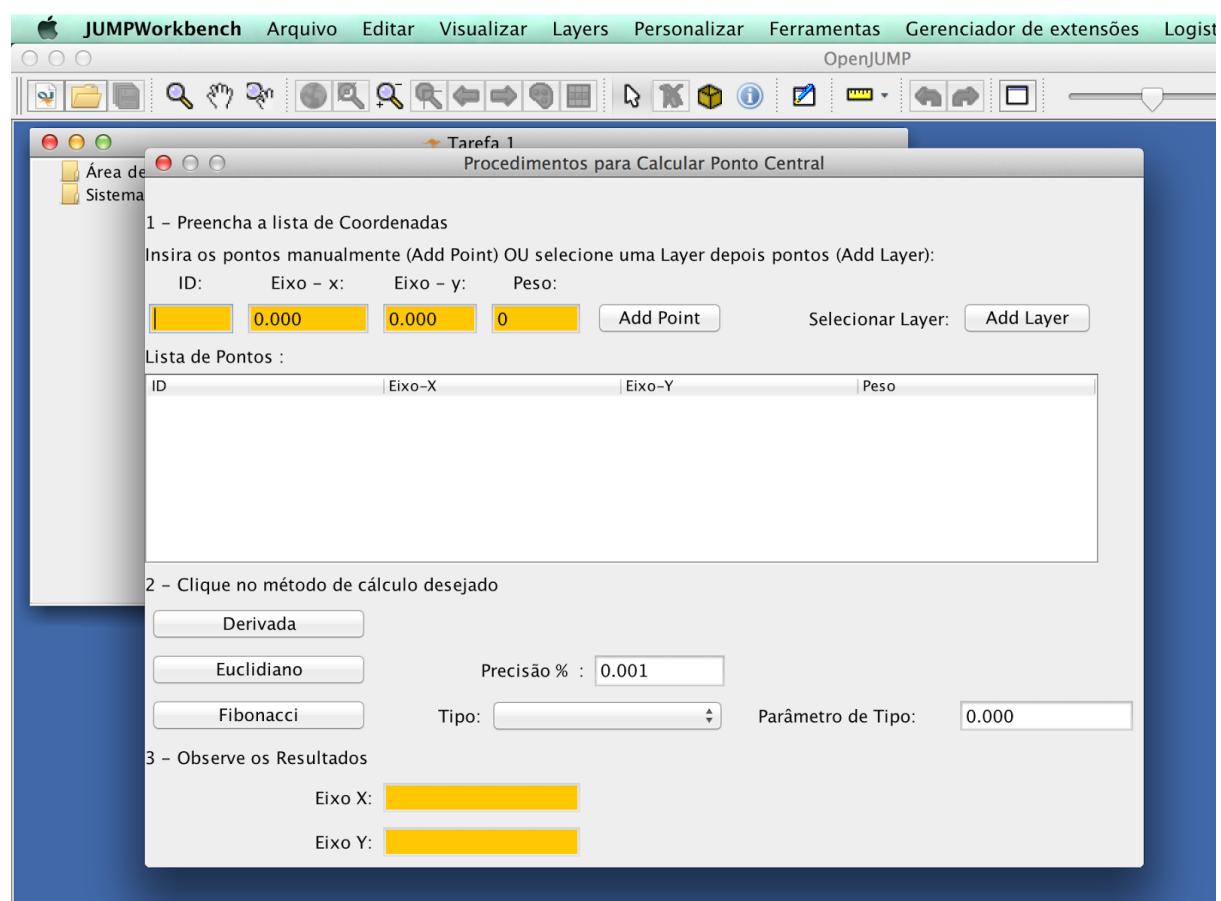


Tela de visualização da camada gerada através do arquivo exemplo com quatro pontos.

## Funcionalidade 1: Definição do Ponto Central



Acesso a funcionalidade de Ponto Central.



Tela formulário para cálculo de ponto central.

### Objetivo da funcionalidade:

A partir de um conjunto de pontos, calcular o ponto central através de três métodos com diferentes abordagens de resolução. Os métodos aplicados foram: método de Fibonacci, método de Weisfield (Euclidiano) e o método da derivada.

#### Exemplo de aplicação da funcionalidade:

##### Contexto de aplicação:

Seja um fabricante de eletrodomésticos que atende 4 grandes centros de consumo. Conforme analisado pela empresa, cada centro possui uma localização e uma demanda média de eletrodomésticos conforme a tabela abaixo.

##### Objetivo do exemplo de aplicação:

A empresa deseja definir o melhor local para a construção de um novo armazém para atender os 4 grandes centros de consumo.

Ponto de Consumo	Estado	Localização		Demanda (em unid)
		Eixo X	Eixo Y	
Centro1	BA	-41.94	-13.38	2000
Centro2	ES	-40.54	-18.66	3000
Centro3	MG	-45.20	-18.21	1000
Centro4	RJ	-42.76	-22.23	2000

Tabela de posições e demanda média para cada centro de consumo.

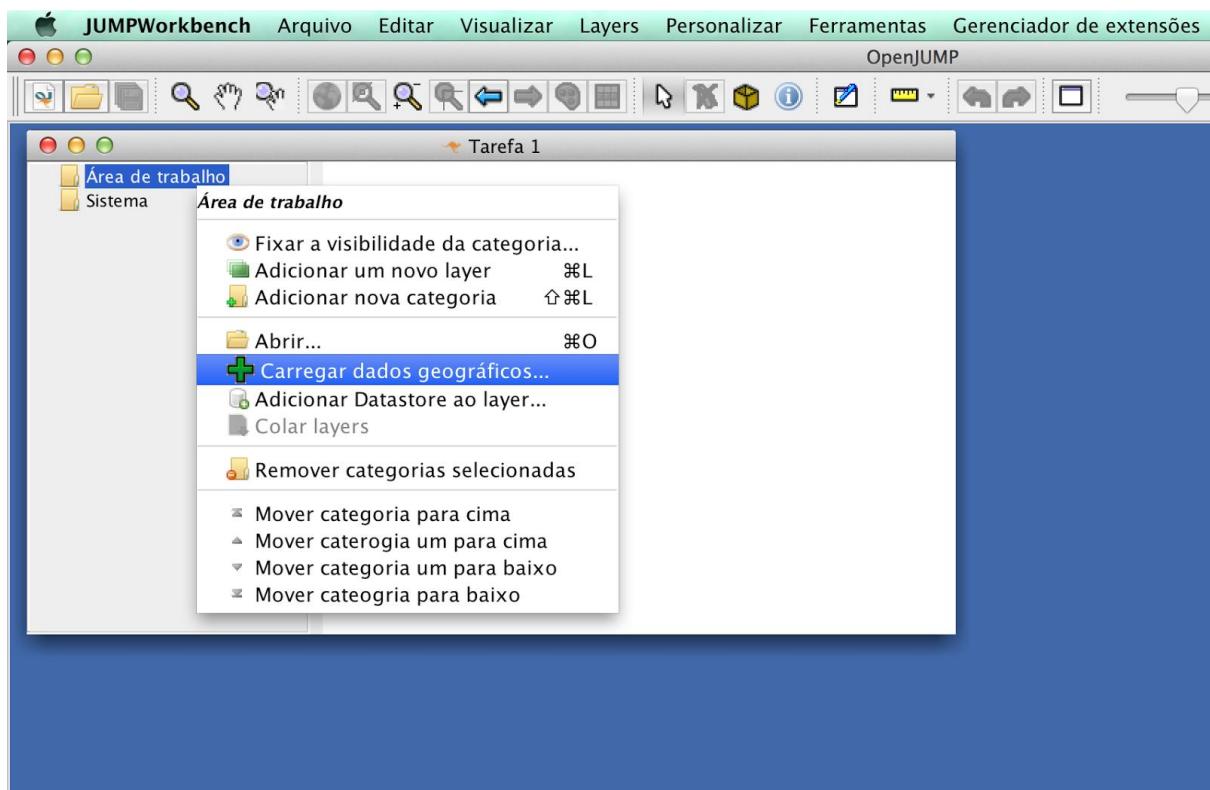


Localização dos centros de consumo no mapa do Brasil.

**Passo a passo para executar a funcionalidade:**

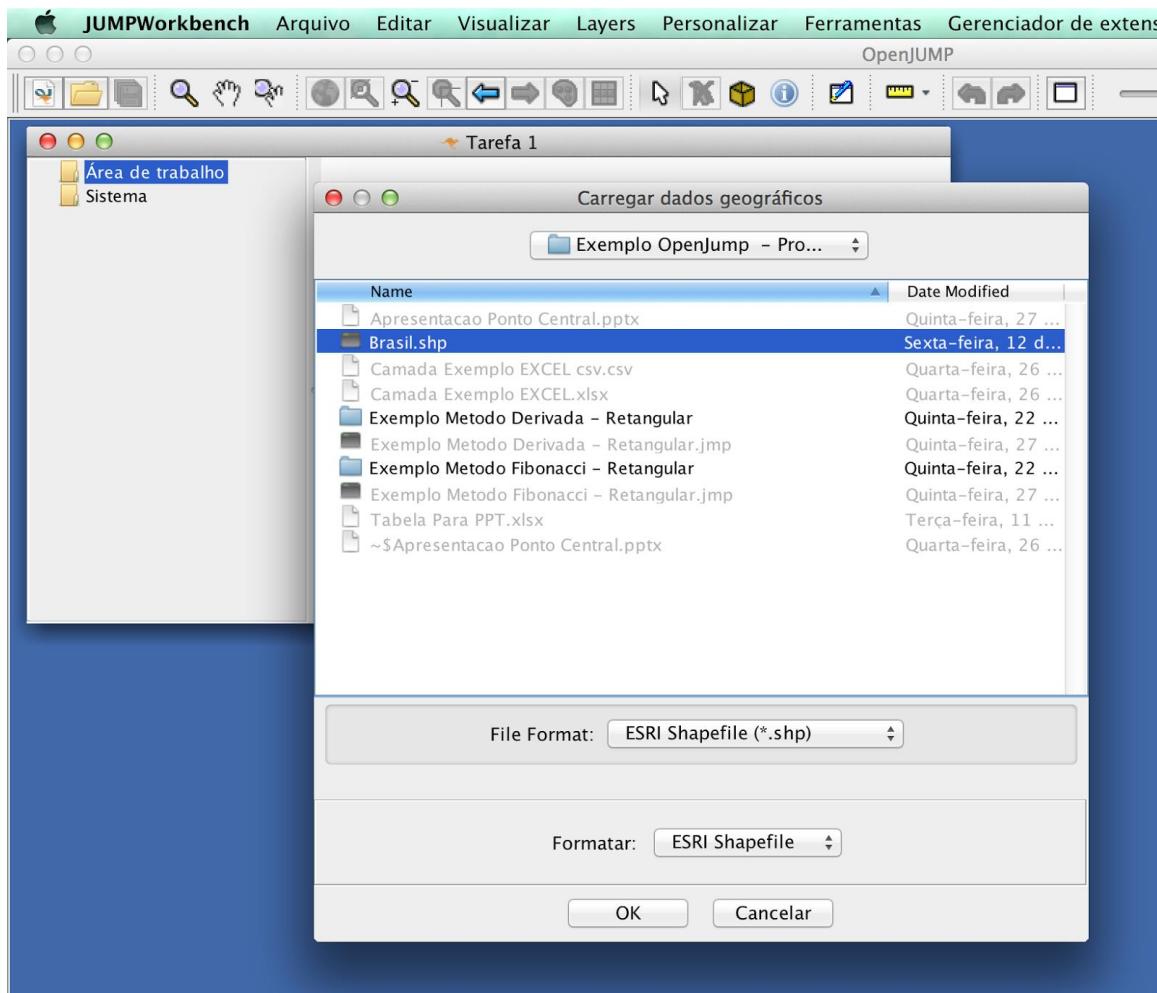
**Passo 1 - Carregar o mapa (layer) do Brasil ou qualquer outro mapa no OpenJUMP**

Deve-se clicar com o botão direito sobre o ícone “Área de Trabalho” no OpenJUMP localizado no lado superior esquerdo da janela do programa. Depois selecione a opção “Carregar dados geográficos”, conforme a figura abaixo.



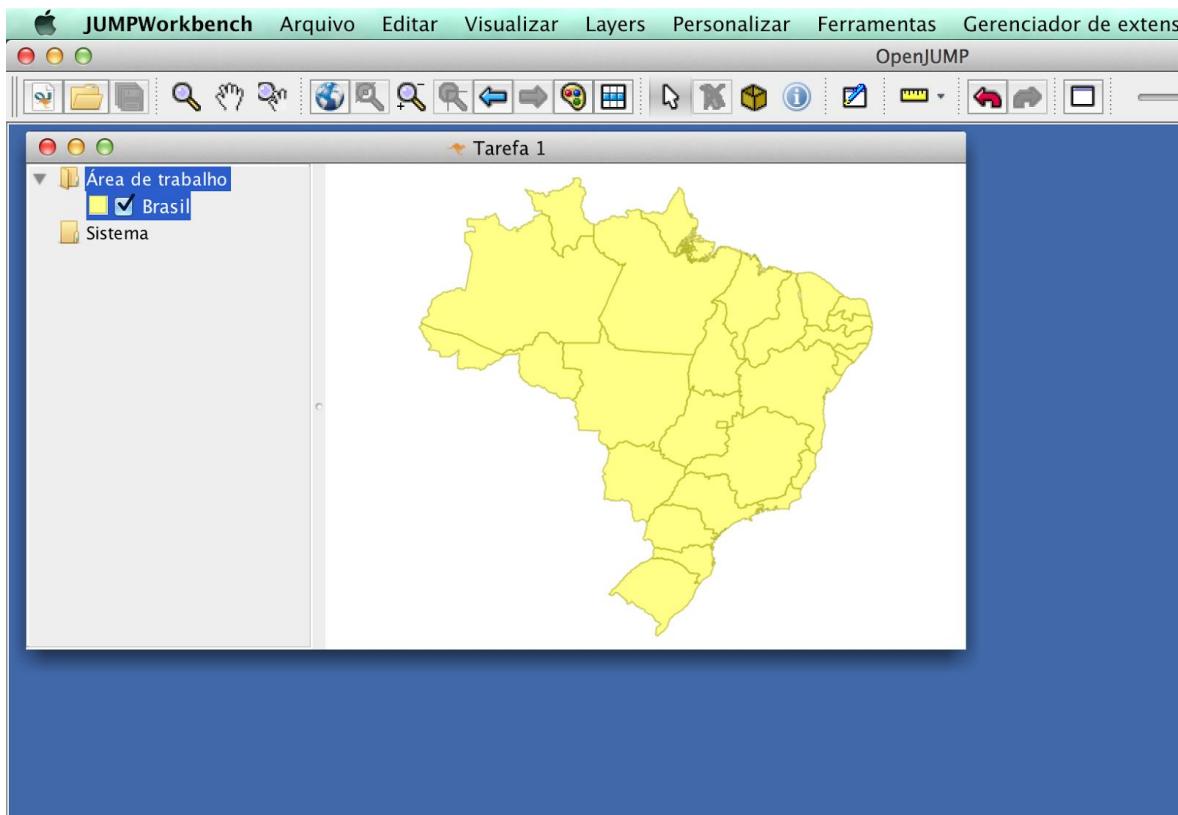
Carregando um mapa.

Posteriormente abrirá uma janela para selecionar o arquivo que contenha o mapa. Após selecionar o arquivo clique em “ok”.



Selecionado o arquivo com mapa.

Pronto! Agora o mapa foi carregado no projeto do OpenJUMP.



Mapa do Brasil carregado no OpenJUMP.

## **Passo 2 - Criar uma camada de pontos com os centros de consumo.**

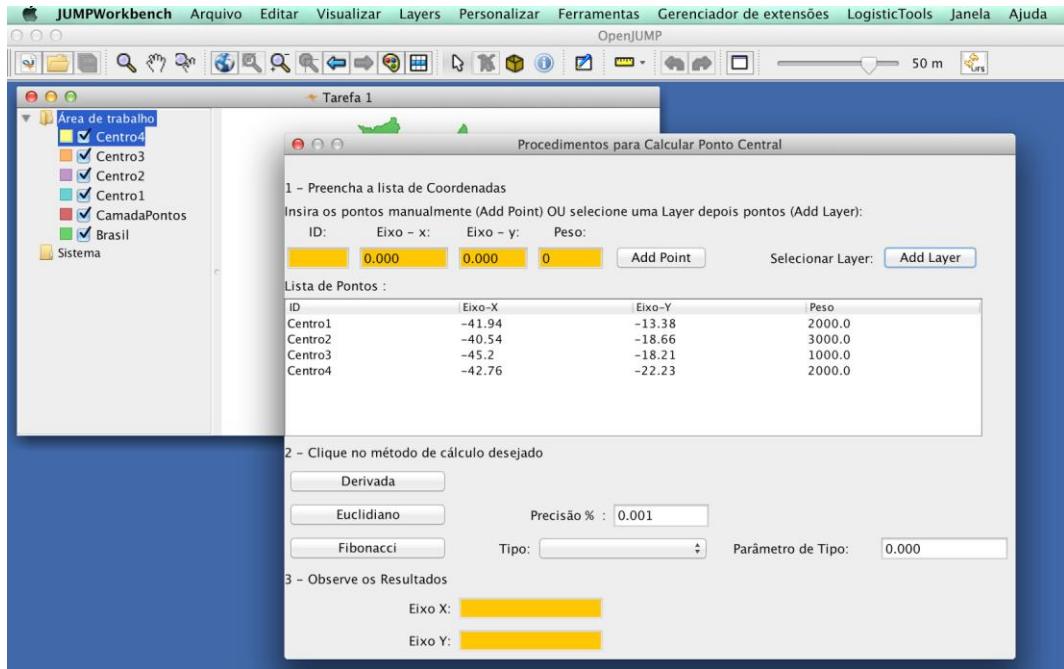
Há duas formas de carregar os pontos de consumo no mapa. A primeira forma é através do cadastro individual, ponto a ponto, através dos campos abaixo:

ID:	Eixo - x:	Eixo - y:	Peso:
<input type="text"/>	<input type="text" value="0.000"/>	<input type="text" value="0.000"/>	<input type="text" value="0"/>
<b>Add Point</b>			

Campos para cadastro de pontos.

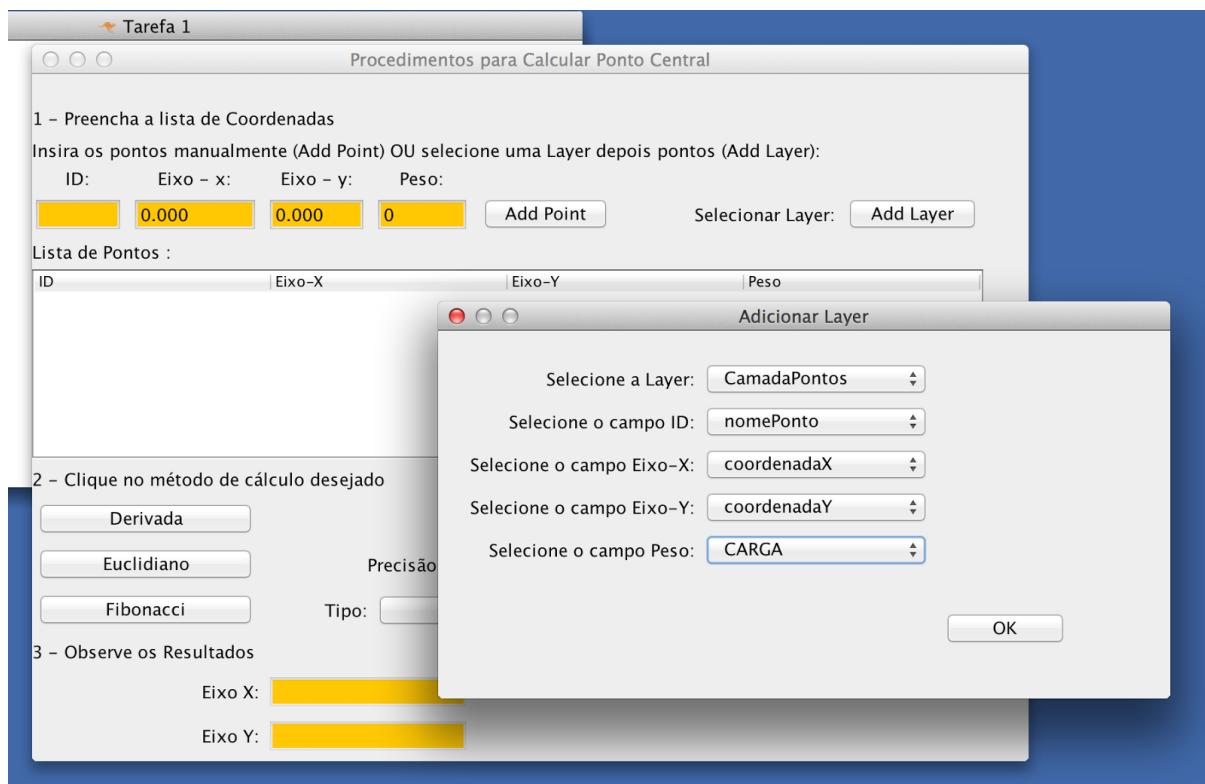
Deve-se inserir as informações do ponto em questão (ID, coordenadas, etc.) e confirmar o cadastro clicando no botão “Add Point”. Repetindo esse procedimento até que todos os pontos sejam cadastrados.

Após cadastrados os pontos podem ser visualizados numa lista conforme abaixo.



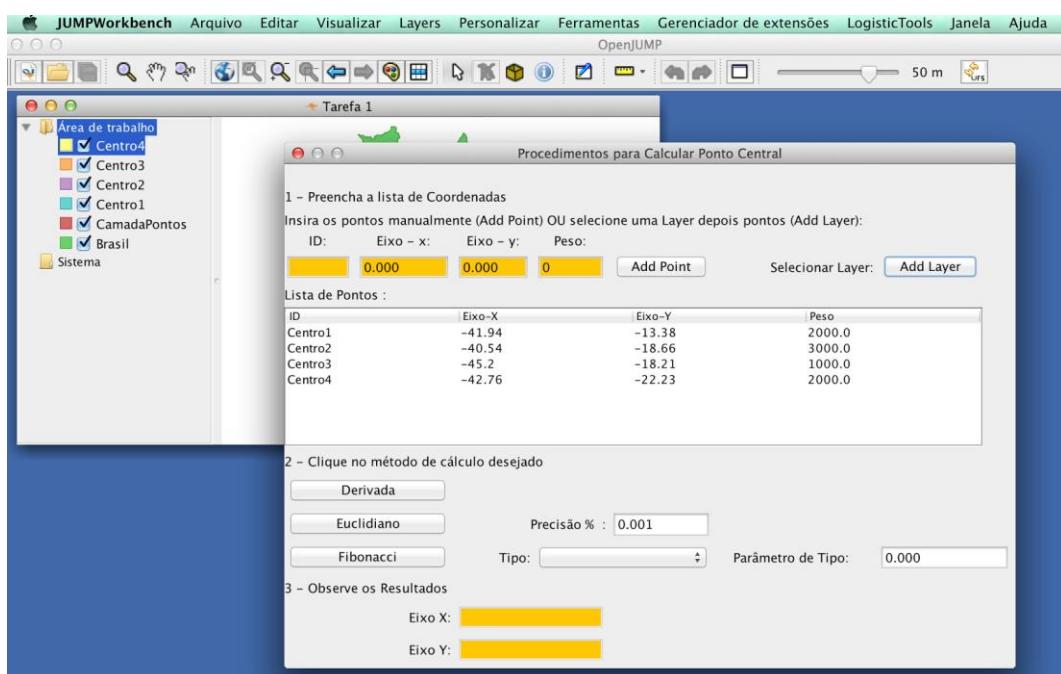
Lista com informações dos quatro centros de consumo cadastrados.

A segunda forma de inserir os pontos dos centros de consumo é através da seleção de alguma camada (layer) pré-carregada. Para carregar os pontos dessa maneira deve-se clicar no botão “Add Layer”. Posteriormente ao clique abrirá uma janela de formulário “Adicionar Layer” onde deve-se relacionar os campos da camada pré-carregada com os campos necessários para definição do ponto central. Segue abaixo o exemplo da janela:



Janela “Adicionar Layer”.

Após relacionar os campos na tela “Adicionar Layer” e clicar no botão “OK” o programa irá carregar as informações dos pontos na lista (conforme anteriormente).



Lista com informações dos quatros centros de consumo cadastrados.

### Passo 3 - Selecionar o método de cálculo desejado.

Agora deve-se selecionar o método e, caso necessário, inserir os parâmetros para o cálculo.

2 - Clique no método de cálculo desejado

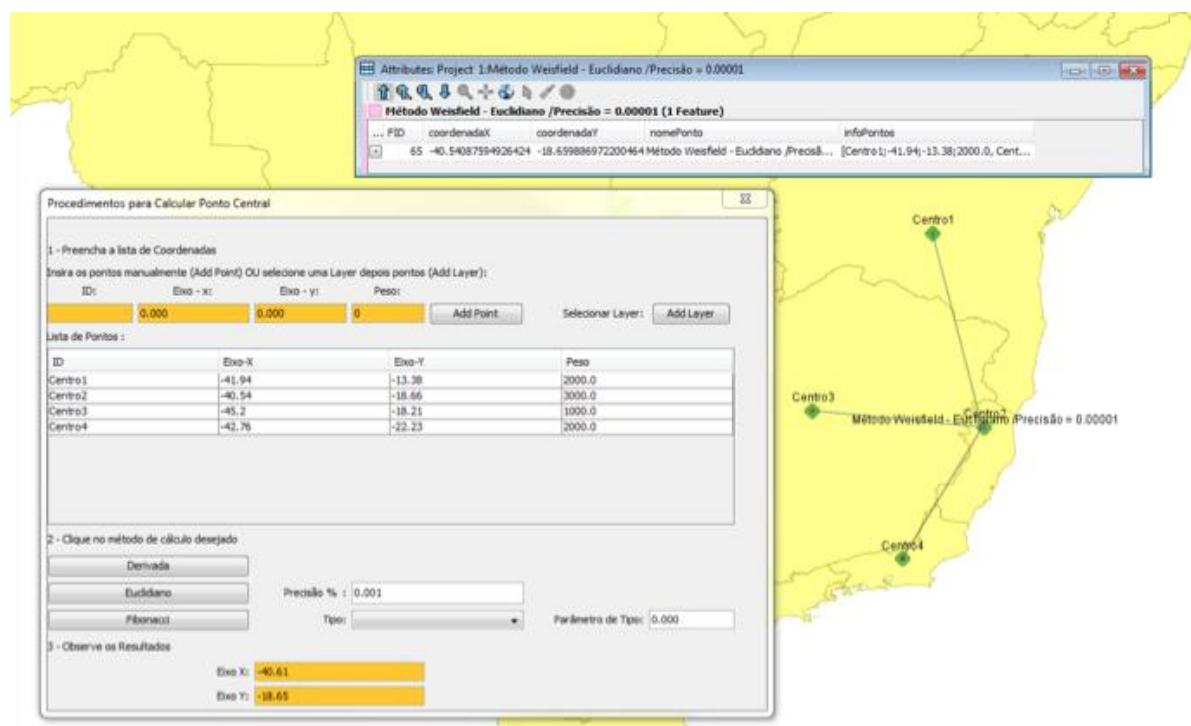
<input type="radio"/> Derivada	
<input checked="" type="radio"/> Euclidiano	Precisão % : <input type="text" value="0.001"/>
<input type="radio"/> Fibonacci	Tipo: <input type="button" value="▼"/> Parâmetro de Tipo: <input type="text" value="0.000"/>

Seção de seleção de método de cálculo de ponto central.

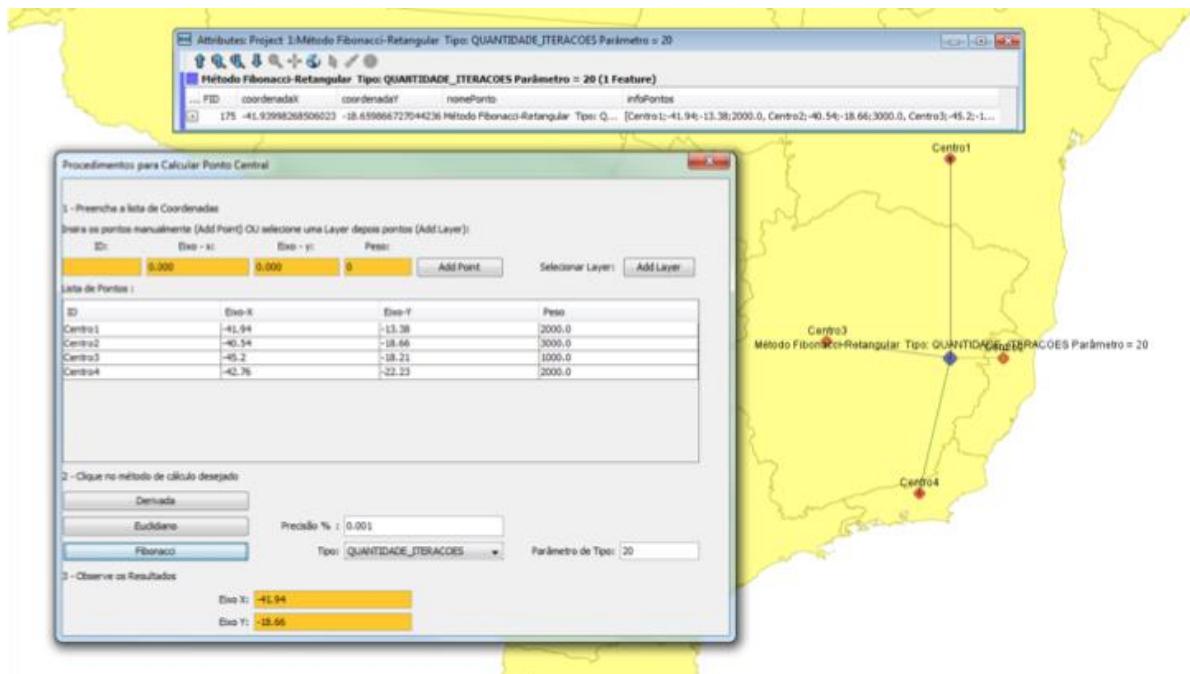
### Passo 4 - Clique no método selecionado para obter as respostas.

Segue abaixo as respostas calculadas para cada método selecionado.

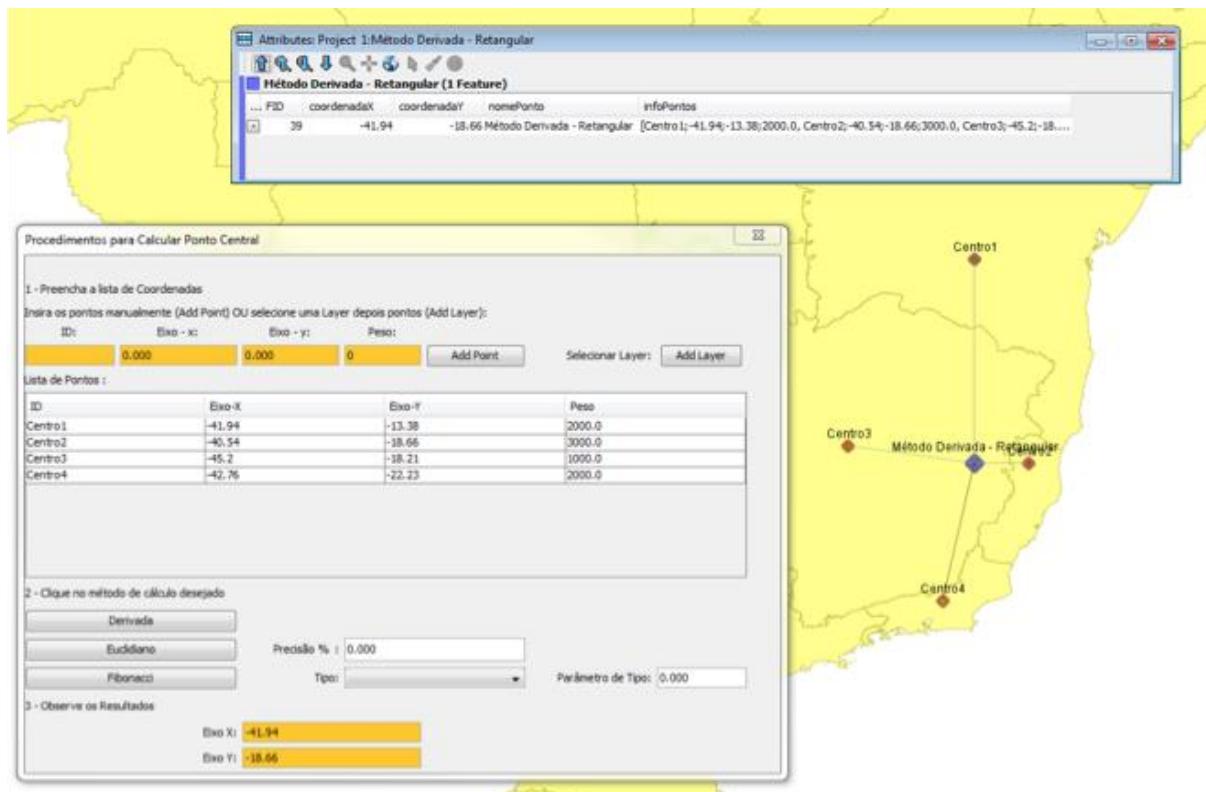
ATENÇÃO: Os valores dos parâmetros podem mudar dependendo do objetivo do usuário.



Resposta para o problema pelo método de Weisfield (Euclidiano).



Resposta para o problema pelo método de Fibonacci.

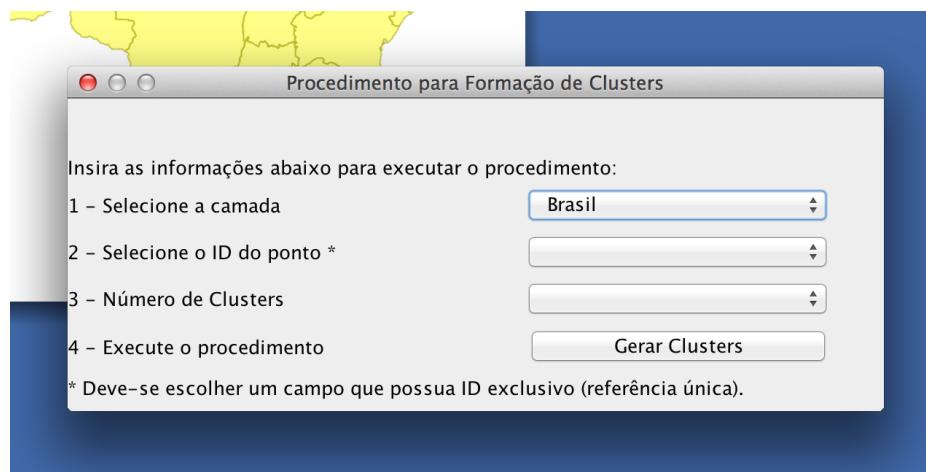


Resposta para o problema pelo método da derivada.

## Funcionalidade 2: Formação de *Cluster*



Acesso a funcionalidade de formação de *Cluster*.



Tela formulário para inserção dos parâmetros de formação de *Cluster*.

### Objetivo da funcionalidade:

A partir de um conjunto de pontos, identificar N subconjuntos de pontos (*Clusters*). A funcionalidade é baseada no algoritmo de Kruskal que retorna um subconjunto das arestas que forma uma árvore que inclui todos os vértices, onde o peso total, dado pela soma dos pesos das arestas da árvore, é minimizado. Depois aplica-se um procedimento de retirada de arestas de maior peso, formando assim o número de *clusters* desejados.

## Exemplo de aplicação da funcionalidade:

### Contexto de aplicação:

Uma distribuidora entrega seus produtos em 102 localidades diferentes em São Paulo. A empresa está buscando obter mais informações sobre a localização dos seus clientes com o objetivo melhorar a contratação de transportadoras. A empresa busca saber se há concentração do seu portfólio de clientes.

### Objetivo do exemplo de aplicação:

Fazer simulações para encontrar clusters dentro das localidades atendidas.

### Passo a passo para executar a funcionalidade:

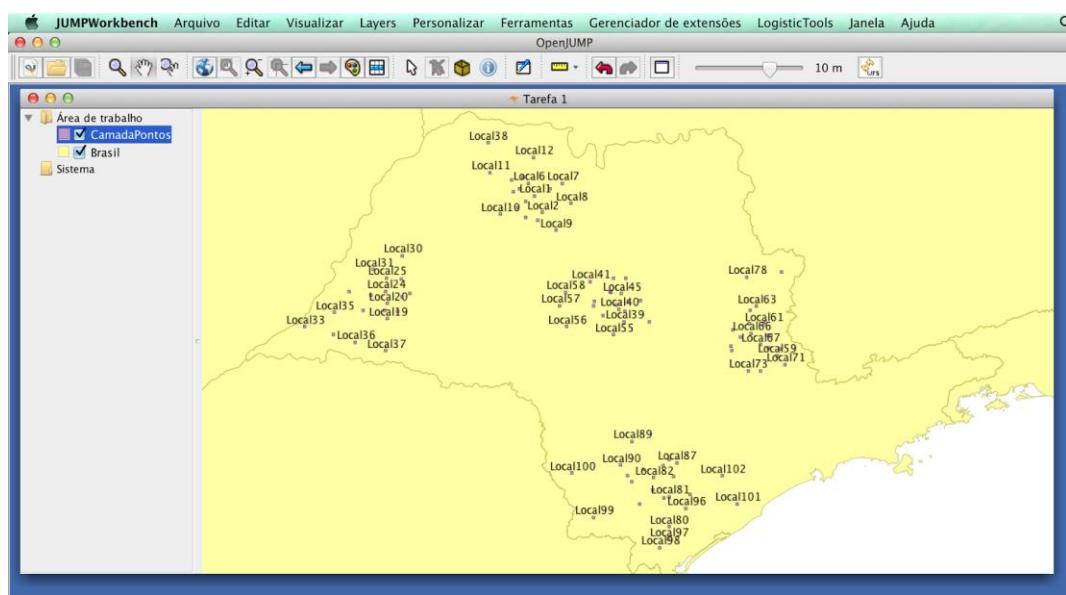
#### **Passo 1 - Carregar o mapa (layer) do Brasil ou qualquer outro mapa no OpenJUMP.**

Conforme explicado anteriormente no passo 1 na funcionalidade de definição do ponto central.

#### **Passo 2 - Carregar a camada (layer) de pontos de localidades.**

Conforme explicado anteriormente em funcionalidade de suporte.

Segue abaixo o resultado gráfico após o carregamento da camada de localizações.

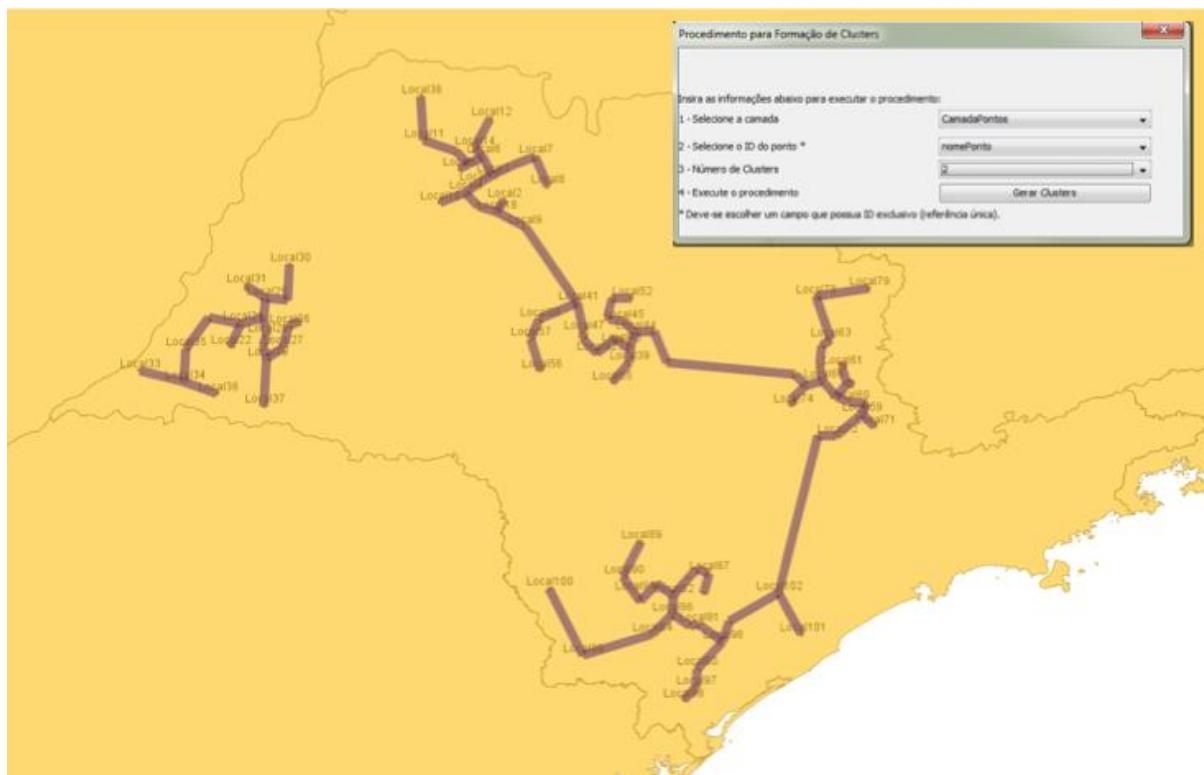


Tela de visualização com camada adicionada.

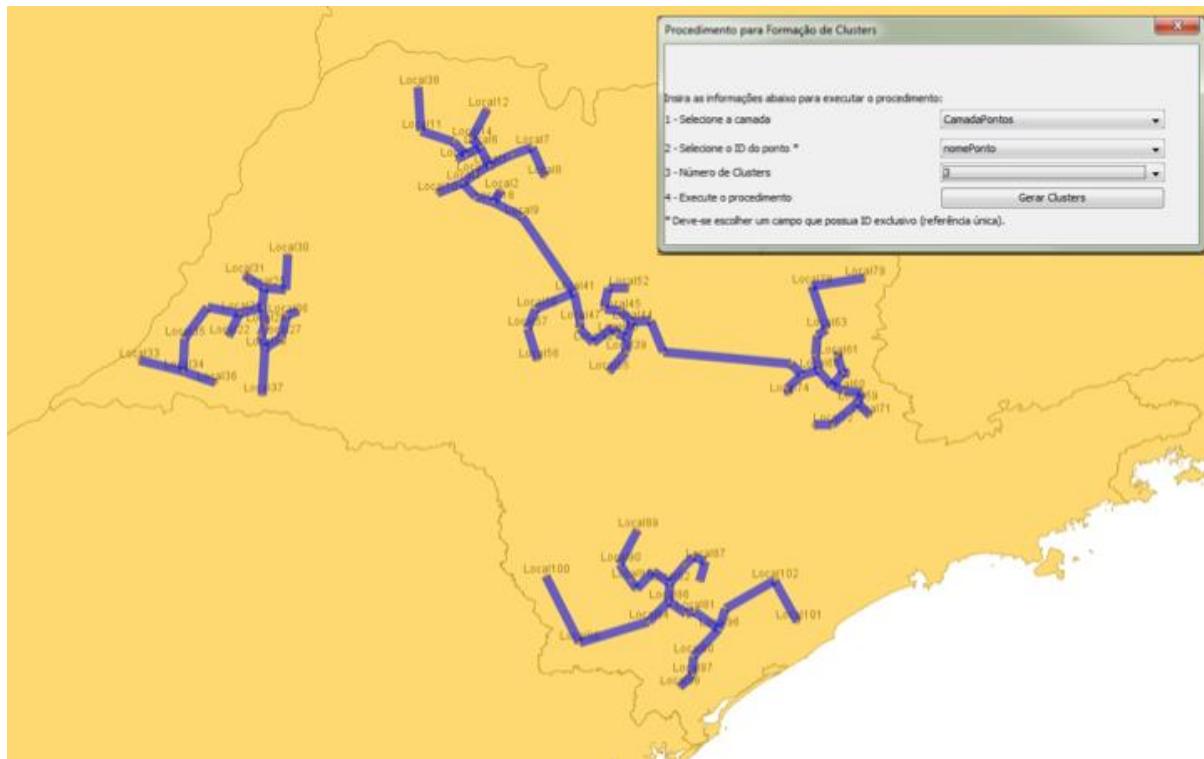
**Passo 3 - Acessar o menu da funcionalidade e definir os valores de parâmetros a serem considerados.**

No ínicio da descrição dessa funcionalidade há uma informação de como se acessa o menu.

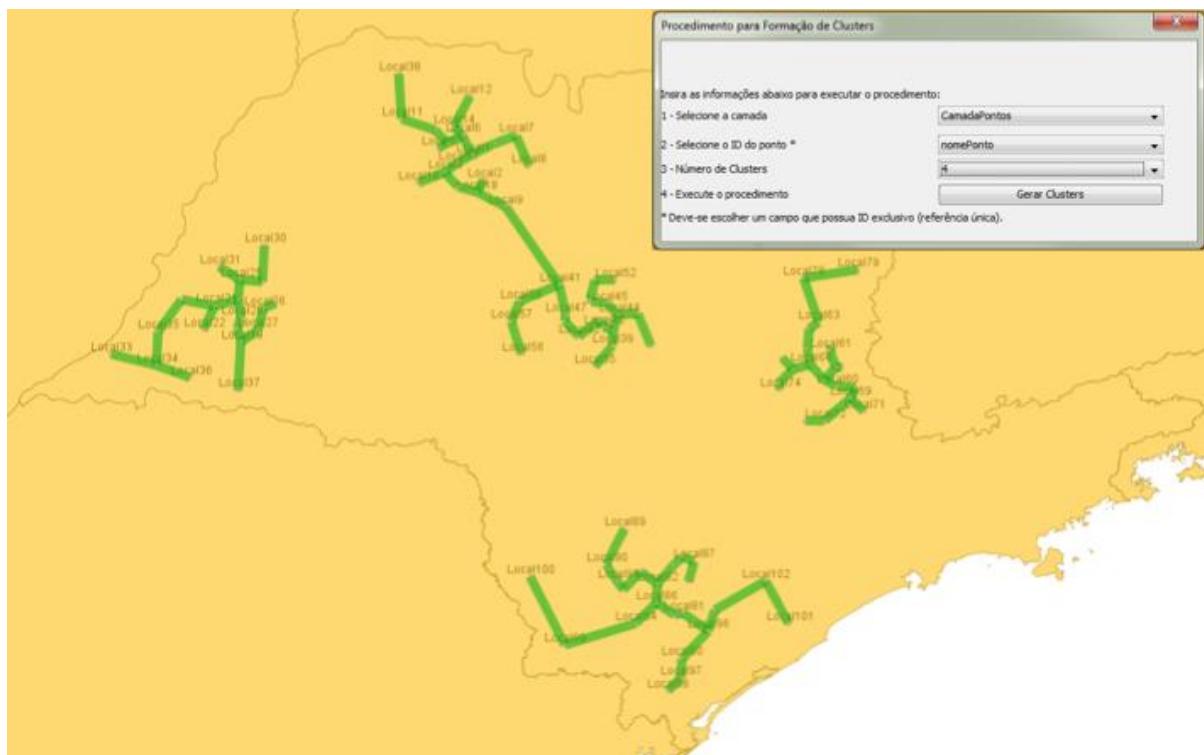
Após carregada a janela de formulário defini-se os valores de parâmetro e confirma o procedimento. Segue abaixo diferentes cenários apenas mudando os valorês de quantidade de *cluster*.



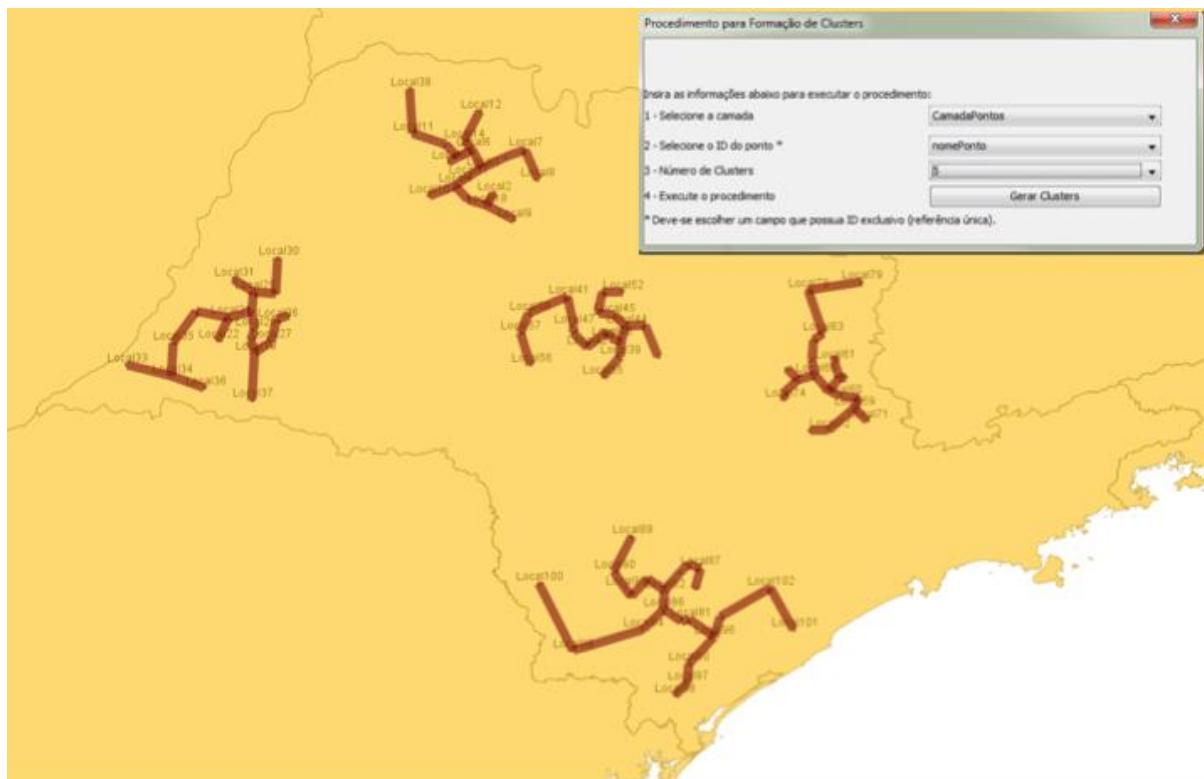
Resultado de para identificação de dois clusters.



Resultados para identificação de três clusters.

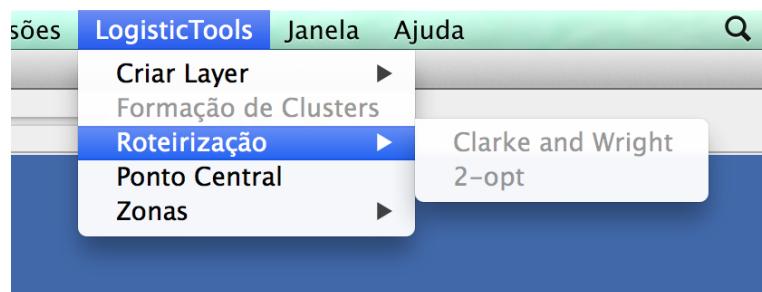


Resultados para a identificação de quatro clusters.



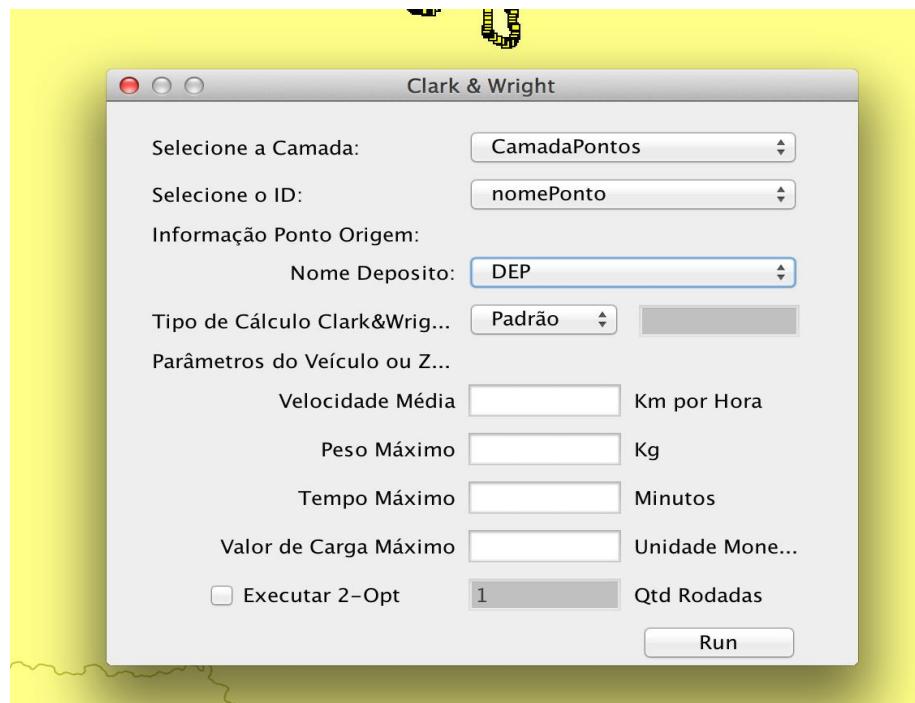
Resultados para a identificação de cinco clusters.

## Funcionalidade 3: Roteirização - Construção de roteiros com o método de Clarke e Wright



Acesso a funcionalidade de roteirização.

Conforme observado na figura anterior, os dois itens do menu “Roteirização” aparecem desabilitados. Para ativar a funcionalidade de roteirização é pré-requisito carregar a camada a ser usada antes de acessar o formulário de roteirização.



Tela formulário para inserção dos parâmetros de roteirização pelo método de Clarke e Wright.

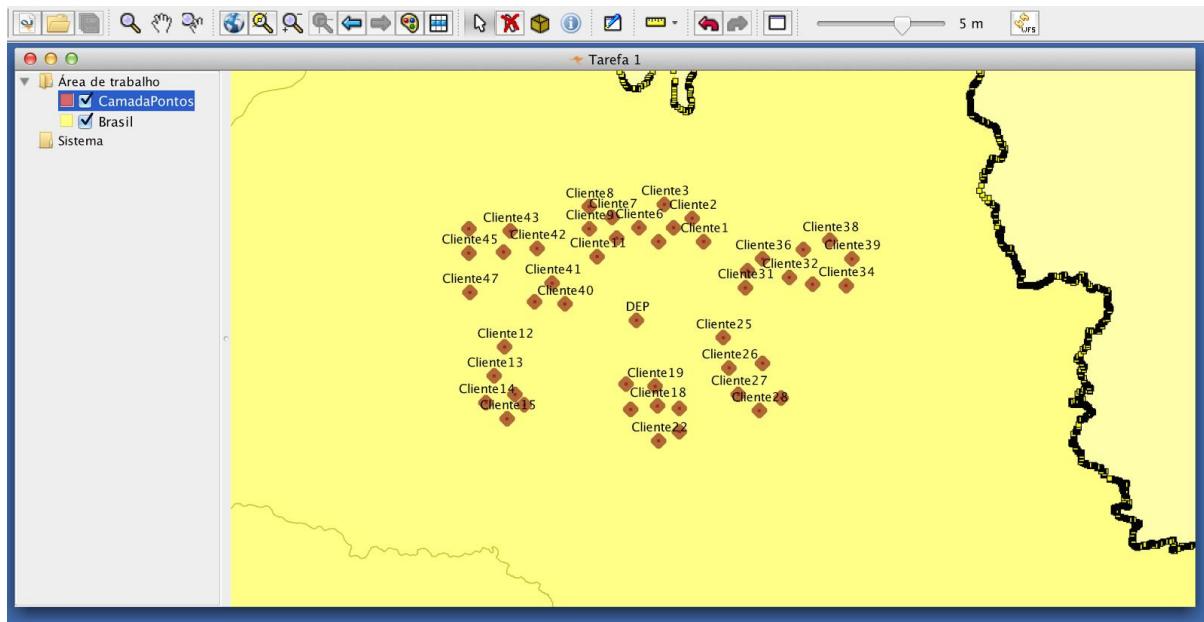
### Objetivo da funcionalidade:

Construir roteiros aplicando o consagrado método de “economias” proposto por Clarke e Wright.

### Exemplo de aplicação da funcionalidade:

#### Contexto de aplicação:

Uma transportadora atende em média 48 clientes na região de São Paulo por dia a partir de um depósito (DEP). A quantidade e localização dos clientes mudam diariamente. Num certo dia, a transportadora possui a seguinte localidades de clientes para atender conforme a figura abaixo.



Localidades a serem atendidas pela transportadora.

#### Objetivo do exemplo de aplicação:

Planejar as rotas de atendimento aos clientes.

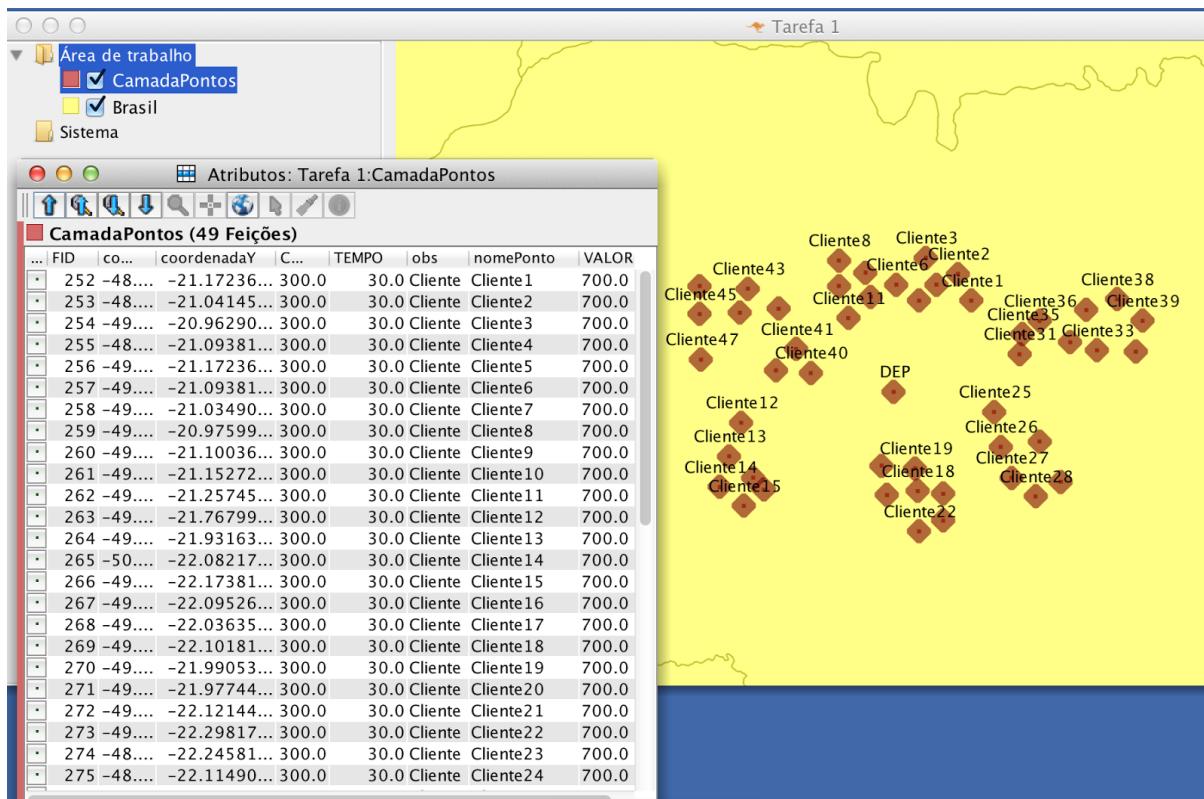
#### Passo a passo para executar a funcionalidade:

##### **Passo 1 - Carregar o mapa (layer) do Brasil ou qualquer outro mapa no OpenJUMP.**

Conforme explicado anteriormente no passo 1 na funcionalidade de definição do ponto central.

##### **Passo 2 - Carregar a camada (layer) de pontos de localidades de clientes a serem atendidos.**

Conforme explicado anteriormente em funcionalidade de suporte.

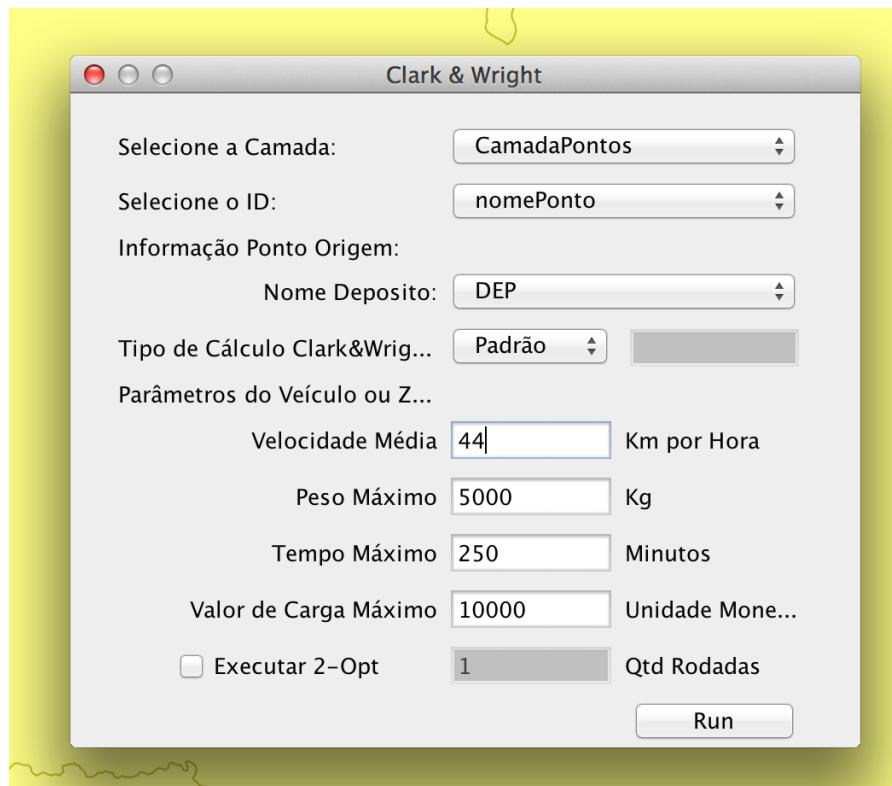


Lista de pontos (localidades) carregados na camada “CamadaPontos” que contém as informações para roteirização.

### Passo 3 - Acessar o formulário de roteirização - Clarke e Wright e inserir os parâmetros de roteirização.

Após acessar o formulário de roteirização >> Clarke e Wright, conforme demonstrado anteriormente, deve-se inserir os seguintes parâmetros de roteirização:

ATENÇÃO: Os parâmetros podem ser modificados conforme a necessidade da roteirização.



Parâmetros de roteirização definidos para o problema.

Uma vez inserido os parâmetros, deve-se clicar em “Run” para executar o procedimento.

#### Passo 4 - Analisar os resultados.

Após a execução do procedimento, o programa irá gerar diversas “visões” do resultado possibilitando análises diferentes. Para cada visão é criada uma camada. Basicamente, o programa sempre cria quatro tipos de visões:

1. Visão de Roteiro - O programa cria uma visão para cada roteiro gerado. A visão de roteiro possui informações somente sobre um roteiro. Exemplo de informações de uma camada roteiro.

Atributos: Tarefa 1:Layer Roteiros Clark & Wright – Roteiro – 40								
	FID	ROTEIRO	TEMPO_ROTEIRO	TEMPO_MAX	CARGA_ROTEIRO	CARGA_MAX	VALOR_ROTEIRO	VALOR_MAX
<b>Layer Roteiros Clark &amp; Wright – Roteiro – 40 (4 Feições)</b>								
.	422	40	90.02896874901076	250.0	900.0	5000.0	2100.0	10000.0 DEF
.	423	40	90.02896874901076	250.0	900.0	5000.0	2100.0	10000.0 DEF
.	424	40	90.02896874901076	250.0	900.0	5000.0	2100.0	10000.0 DEF
.	425	40	90.02896874901076	0	900.0	0	2100.0	0 DEF

Alguns dos campos disponíveis na camada do roteiro 40.

2. Visão de Arcos - O objetivo dessa visão é analisar as informações de cada arco, como distância do arco, tempo do arco, etc. de todos os roteiros separadamente. Exemplo de informações de uma camada de arcos.

...	FID	TEMPO TOTAL ROTEIRO	CARGA T...	VALOR T...	DEPOSITO...	ARCO	COMPRIMENTO ARCO	DISTAN...
302	240.06206371325572	2400.0	5600.0	DEP	Cliente35 + Cliente36	0.10735297590575764	2.7308	
303	240.06206371325572	2400.0	5600.0	DEP	Cliente36 + Cliente37	0.23499813011021306	2.7308	
304	240.06206371325572	2400.0	5600.0	DEP	Cliente37 + Cliente38	0.15939155023993754	2.7308	
305	240.06206371325572	2400.0	5600.0	DEP	Cliente38 + Cliente39	0.16258502043399772	2.7308	

Alguns dos campos disponíveis na camada de arcos.

3. Visão de Polígono-Zona - O objetivo dessa visão é analisar graficamente a composição de todos os roteiros como uma zona de atendimento, desconsiderando o ponto de depósito. Exemplo de informações de uma camada de Polígono-Zona.

...	FID	ROTEIRO	DISTANCIA	TEMPO	CARGA	VALOR	DEPOSITO
357	18	2.73080338...	240.0620...	2400.0	5600.0	DEP	
358	29	2.60253471...	240.0591...	2400.0	5600.0	DEP	
359	32	2.71700034...	240.0617...	2400.0	5600.0	DEP	
360	35	2.54232855...	210.0577...	2100.0	4900.0	DEP	
361	36	2.32372651...	210.0528...	2100.0	4900.0	DEP	
362	39	1.69215001...	210.0384...	2100.0	4900.0	DEP	
363	40	1.27461105	00.02806	000.0	2100.0	DEP	

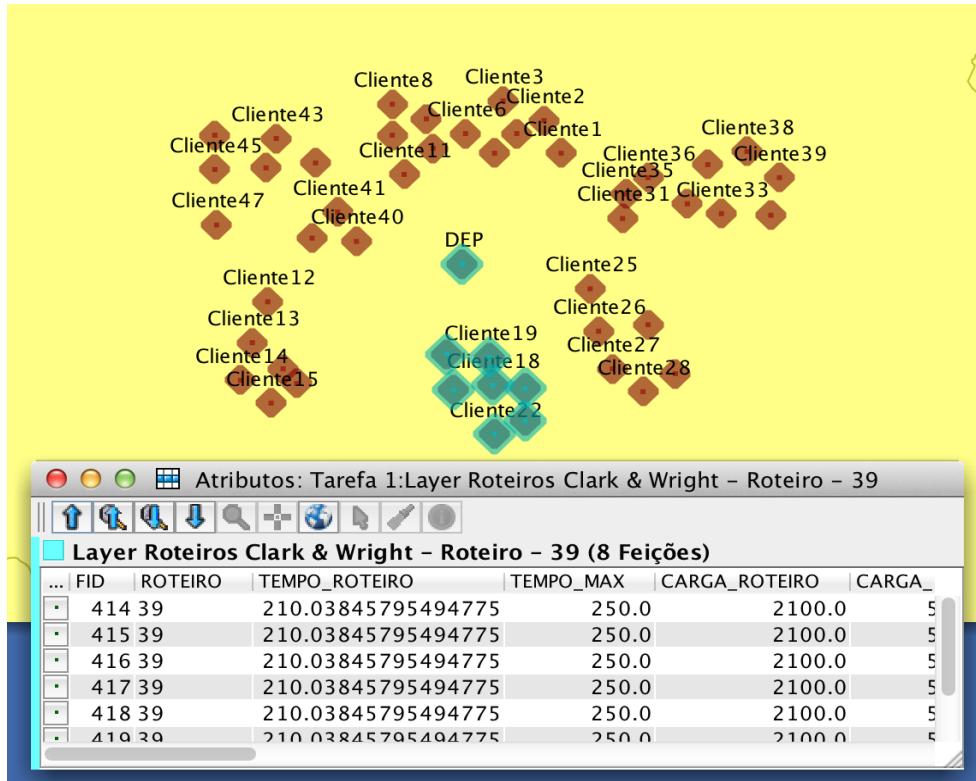
Campos disponíveis na camada Polígono-Zona.

4. Visão de Polígono-Roteiro - Objetivo similar a visao anterior, porém considerando o ponto de depósito, ou seja, o ponto de início e término de cada roteiro.

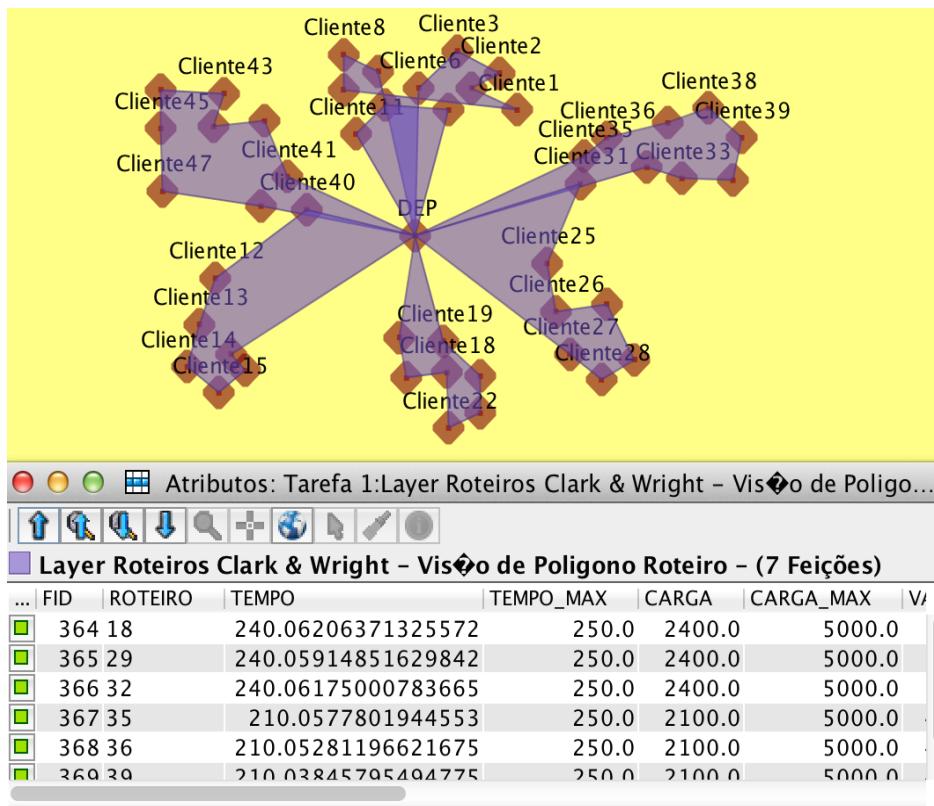
...	FID	ROTEIRO	TEMPO	TEMPO_MAX	CARGA	CARGA_MAX	VALOR	VALC
364	18	240.0620...	250.0	2400.0	5000.0	5600.0		
365	29	240.0591...	250.0	2400.0	5000.0	5600.0		
366	32	240.0617...	250.0	2400.0	5000.0	5600.0		
367	35	210.0577...	250.0	2100.0	5000.0	4900.0		
368	36	210.0528...	250.0	2100.0	5000.0	4900.0		
369	39	210.0384...	250.0	2100.0	5000.0	4900.0		

Alguns dos campos disponíveis na camada Polígono-Roteiro.

Segue abaixo os resultados para o problema em questão.

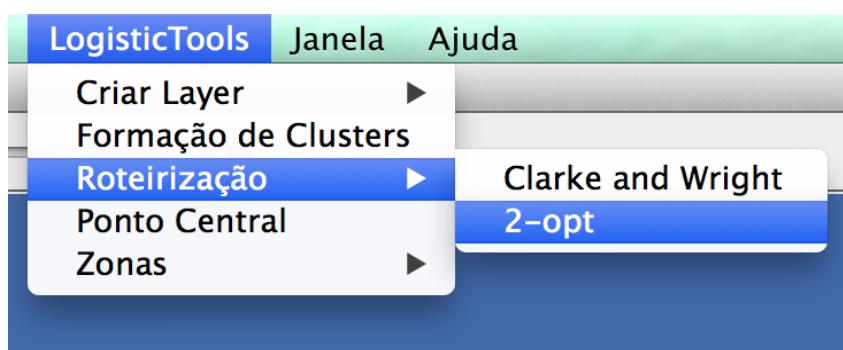


Resultados do problema na visão de roteiro.



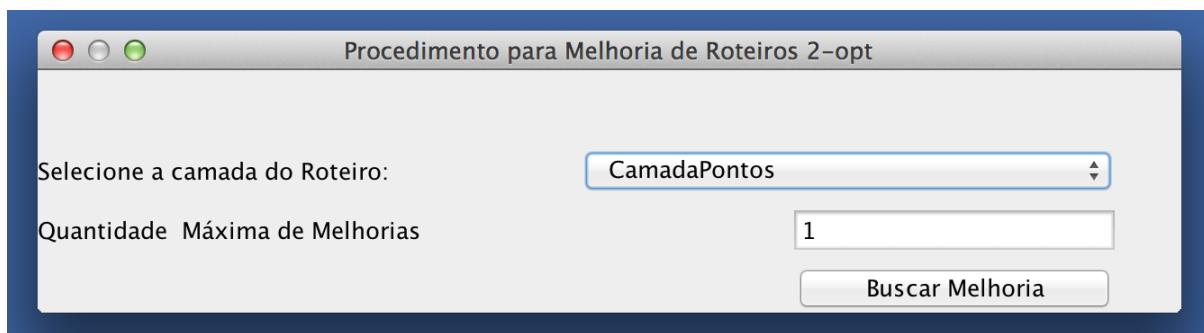
Resultados do problema na visão de Polígono-roteiro.

#### Funcionalidade 4: Roteirização - Melhoria de roteiros com o método 2-opt



Acesso a funcionalidade de melhoria de roteiros 2-opt.

Conforme observado na figura anterior, os dois itens do menu “Roteirização” aparecem desabilitados. Para ativar a funcionalidade de roteirização é pré requisito carregar a camada a ser usada antes de acessar o formulário de roteirização.



Tela formulário para inserção dos parâmetros do método 2-opt.

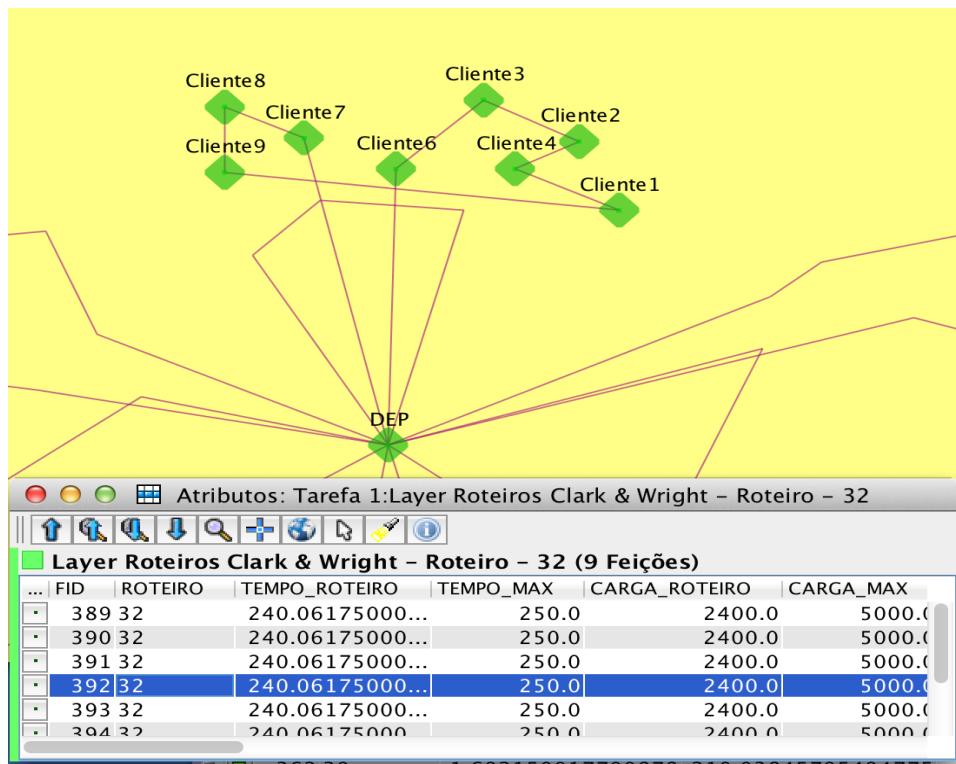
#### Objetivo da funcionalidade:

O método consiste em tentativas sucessivas em formar dois arcos novos, ou seja, que não existiam no roteiro inicial, que promovam uma redução na extensão total do roteiro.

#### Exemplo de aplicação da funcionalidade:

#### Contexto de aplicação:

Após a execução do procedimento de Clarke & Wright, um dos roteiros gerados, roteiro 32, possui alguns cruzamentos, denunciando possíveis melhorias. O analista de logística precisa definir novamente a sequência desse roteiro com o objetivo de reduzir a distância total percorrida.



Roteiro 32.

**Objetivo do exemplo de aplicação:**

Reducir a distância total percorrida no roteiro 32, através da definição de uma nova sequência de atendimento.

**Passo a passo para executar a funcionalidade:**

**Passo 1 - Executar todos os passos da funcionalidade 3.**

**Passo 2 - Acessar o formulário de aplicação 2-opt e inserir os parâmetros do método.**

Segue abaixo a figura com os valores a serem inseridos no formulário 2-opt.

Procedimento para Melhoria de Roteiros 2-opt

Selezione a camada do Roteiro: Layer Roteiros Clark & Wright – Roteiro – 32

Quantidade Máxima de Melhorias: 5

Buscar Melhoria

Formulário de aplicação do procedimento 2-opt preenchido.

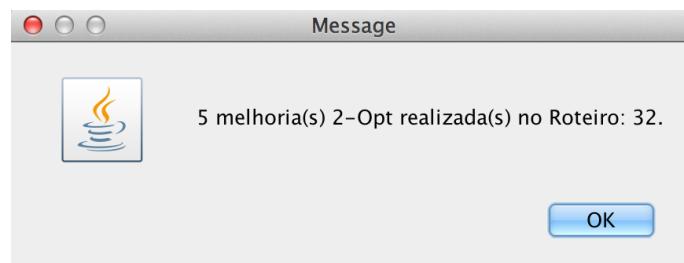
Conforme mostrado na figura anterior, deve-se selecionar primeiro a camada a ser aplicado o método, no caso será a camada do roteiro 32. Depois deve-se estabelecer uma quantidade máxima de melhorias (que em outras palavras será o critério de parada do método).

ATENÇÃO: Foi definido a quantidade de melhorias igual a “5” para poder observar e comparar aos poucos a evolução do método. Deve-se escolher com cuidado o número de melhorias, pois escolher um número de melhorias muito grande, além de ser demorado, pode ser inviável.

### Passo 3 - Executar o procedimento.

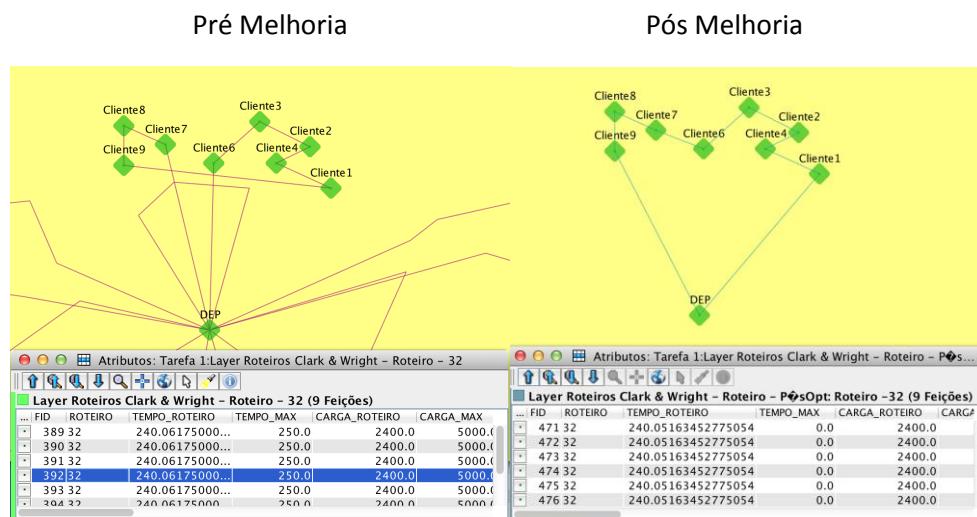
Clicar no botão “Buscar Melhoria”.

Ao encontrar a melhoria, o programa irá emitir uma mensagem confirmando.



Mensagem de melhoria realizada.

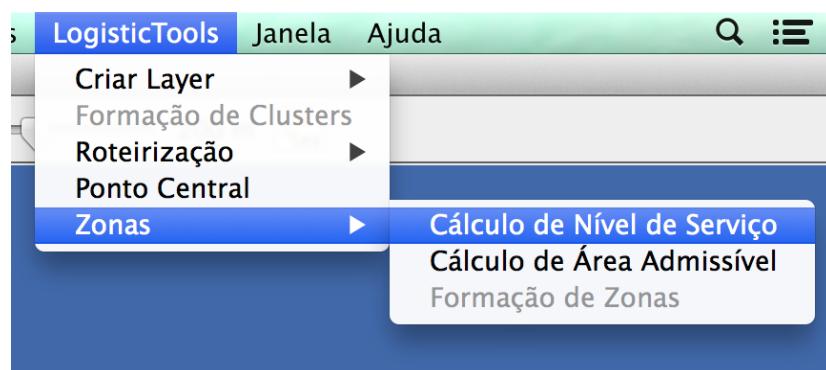
Agora é possível perceber, através da comparação das informações do roteiro 32 pré e pós aplicação do método 2-opt, a melhoria realizada. Segue abaixo o comparativo.



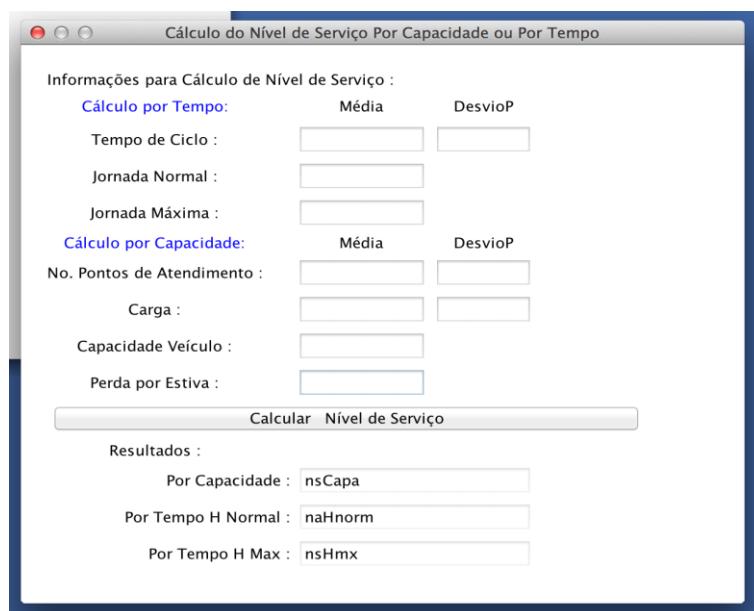
Comparativo gráfico e de tempo total percorrido do roteiro 32 pré e pós melhorias.

Conforme a figura anterior, graficamente é possível perceber melhoria na sequência de atendimento do roteiro. Essa melhoria é concretizada ao compararmos o tempo total percorrido, acusando uma redução de 0,0042% no tempo total necessário.

### Funcionalidade 5: Método de Construção de Zonas - Cálculo de Nível de Serviço por Tempo de Ciclo ou por Capacidade



Acesso a funcionalidade de cálculo de nível de serviço por tempo de ciclo ou capacidade.



Tela formulário para inserção dos parâmetros de cálculo de nível de serviço por capacidade ou por tempo.

**Objetivo da funcionalidade:**

Calcular o nível de serviço por capacidade ou por tempo, de acordo com os parâmetros de entrada.

Essa funcionalidade não possui resultados gráficos, o objetivo é garantir o cálculo correto do nível de serviço que posteriormente, dentro da funcionalidade 7, será um parâmetro de entrada para divisão de uma região em zonas de atendimento.

**Exemplo de aplicação da funcionalidade:****Contexto de aplicação:**

Uma transportadora atende diariamente diversos clientes numa determinada região e de acordo com seus dados históricos temos as seguintes informações:

Quantidade média de clientes atendidos por dia: 15 clientes

Desvio padrão da quantidade média de clientes atendidos por dia: 3 clientes

Tempo médio de ciclo: 6h 42m

Desvio padrão do tempo médio de ciclo: 2h

Jornada padrão de trabalho: 8h

Jornada máxima de trabalho (com hora extra): 10h

Percentual médio de perda por estiva: 30%

Carga média por cliente: 500kg

Desvio padrão da carga média por cliente: 200kg

Capacidade do veículo: 15.000kg

**Objetivo do exemplo de aplicação:**

Calcular o nível de serviço por capacidade e por tempo.

**Passo a passo para executar a funcionalidade:**

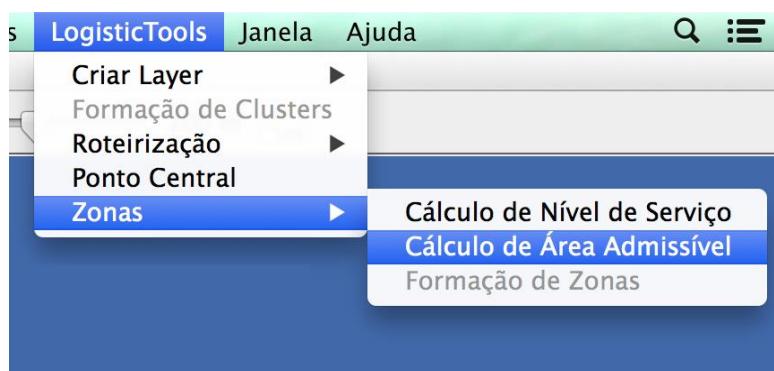
**Passo 1 - Acessar o formulário para cálculo de nível de serviço.**

**Passo 2 - Inserir os parâmetros de cálculo informados anteriormente.**

**Passo 3 - Clique no botão “Calcular Nível de Serviço”.**

Segue abaixo o resultado do cálculo.

**Funcionalidade 6: Método de Construção de Zonas - Cálculo de Área Admissível através do nível de serviço**



Acesso a funcionalidade de área admissível de acordo com o nível de serviço.

**Cálculo de Área Admissível Por Nível de Serviço**

Informações para Cálculo de Área Admissível:

Média	DesvioP		
Tempo In/Out Zona :	<input type="text"/>	Em minu...	
Tempo de Parada :	<input type="text"/>	Em minu...	
Carga :	<input type="text"/>	Kg ou M <sup>3</sup> .	
Coeficiente Ajuste :	<input type="text"/>	Distância	Tempo
Velocidade Média :	<input type="text"/>	km/h	
Capacidade Veículo :	<input type="text"/>	Mesma unidade da Carga.	
Nível de Serviço :	<input type="text"/>	Em formato decimal. Exemplo: 0.95	
Lambda :	<input type="text"/>	Pontos de atendimento por Unid de Área.	
Jornada :	<input type="text"/>   <input type="text"/>	Em minutos.	

**Resultados :**

Por Carga :

Por Tempo :

**Calcular Área Admissível**

Tela formulário para inserção dos parâmetros de cálculo de área admissível.

**Objetivo da funcionalidade:**

Calcular a área admissível através da definição do percentual de nível de serviço.

Essa funcionalidade não possui resultados gráficos, o objetivo é garantir o cálculo correto de área admissível que posteriormente, dentro da funcionalidade 7, será um parâmetro de entrada para divisão de uma região em zonas de atendimento.

**Exemplo de aplicação da funcionalidade:****Contexto de aplicação:**

Uma transportadora atende diariamente diversos clientes numa determinada região e de acordo com seus dados históricos temos as seguintes informações:

Tempo médio de entrada ou saída da zona: 45min

Desvio padrão do tempo de entrada e saída da zona: 20min

Tempo médio por parada (atendimento): 20min

Desvio padrão do tempo de parada: 15min

Jornada padrão de trabalho: 480min

Carga média por cliente: 500kg

Desvio padrão da carga média por cliente: 250kg

Velocidade média do veículo na zona: 35km/h

Capacidade do veículo: 1500kg

Nível de serviço desejado: 95%

Pontos de atendimento por unidade de área (Lambda): 10

**Objetivo do exemplo de aplicação:**

Calcular a área admissível que garante o nível de serviço desejado.

**Passo a passo para executar a funcionalidade:**

**Passo 1 - Acessar o formulário de cálculo de área admissível.**

**Passo 2 - Inserir os parâmetros de cálculo conforme informado anteriormente.**

**Passo 3 - Clique em “Calcular Área Admissível”.**

Segue abaixo o resultado do problema:

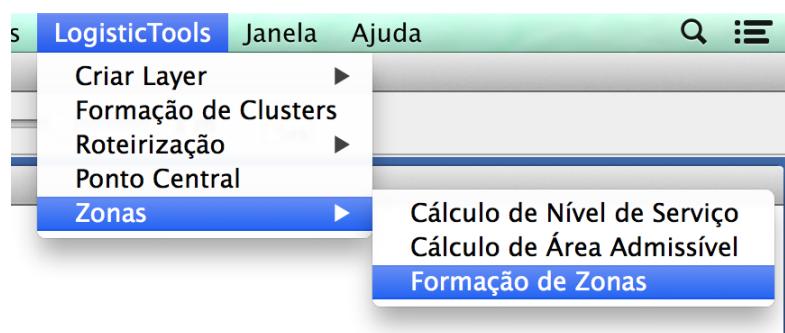
Média	DesvioP	
Tempo In ou Out Zona : 20	20	Em minutos.
Tempo de Parada : 20	15	Em minutos.
Carga : 500	250	Kg ou M <sup>3</sup> .
Coeficiente Ajuste : 0.765	0.745	
Velocidade Média : 35		km/h
Capacidade Veículo : 1500		Mesma unidade da Carga.
Nível de Serviço : 0.95		Em formato decimal. Exemplo: 0.95
Lambda : 10		Pontos de atendimento por Unid de Área.
Jornada : 480		Em minutos.

**Resultados :**

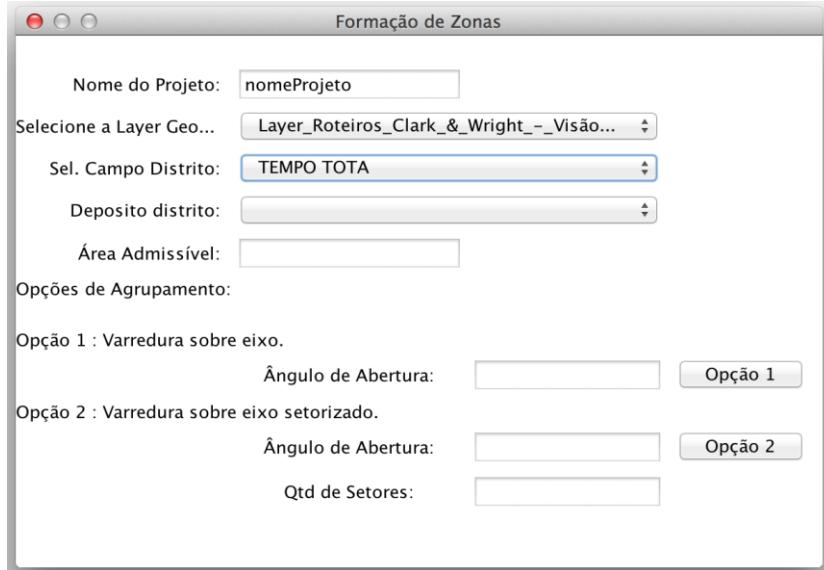
- Por Carga : 0.10846993565612006
- Por Tempo : 1.1936594287661724

Tela com os resultados do cálculo de área admissível.

## Funcionalidade 7: Método de Construção de Zonas - Formação de Zonas



Acesso a funcionalidade de formação de zonas.



Tela formulário para inserção dos parâmetros de formação de zona.

#### Objetivo da funcionalidade:

O objetivo do procedimento é agrupar distritos, pré-definidos, de modo a formar zonas de atendimento. O procedimento é “guloso”, ou seja, agrupa-se distritos até que o somatório de áreas dos distritos agrupados atinjam um determinado valor limite. Esse valor limite é a área admissível definida.

O agrupamento é realizado através de um processo denominado “varredura”. Na funcionalidade foram implementados dois tipos de varredura:

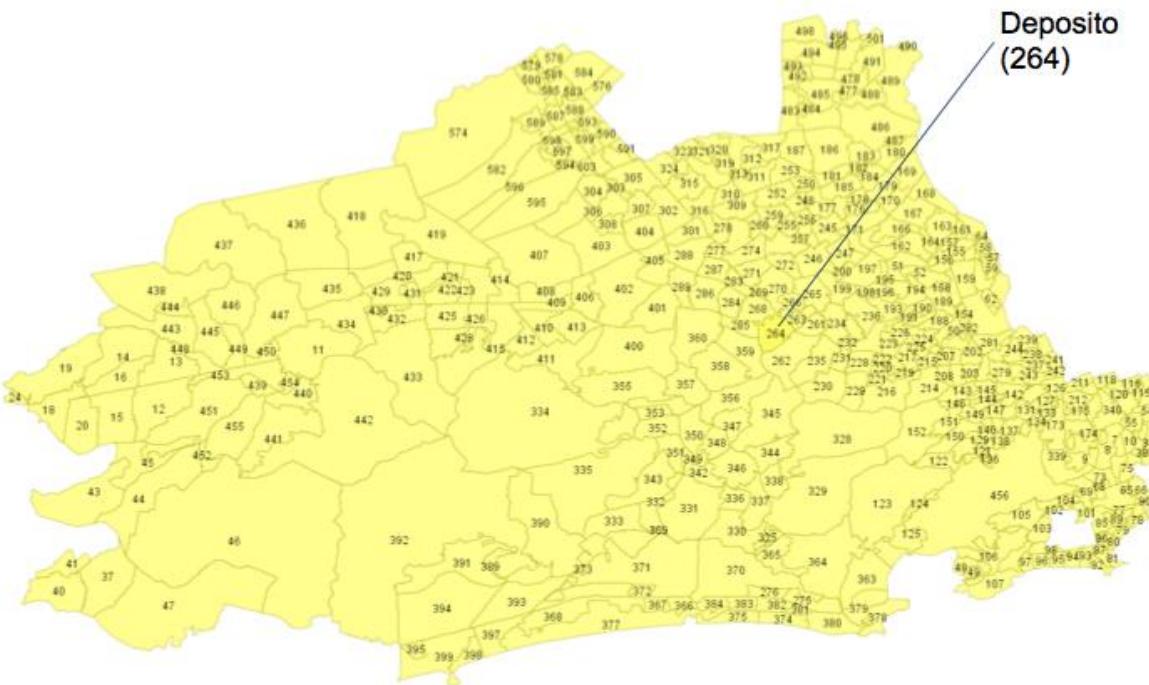
1. Varredura sobre eixo
2. Varredura sobre eixo setorizado

Para entendimento sobre o funcionamento do método, favor consultar a dissertação conforme citado no início do documento.

#### Exemplo de aplicação da funcionalidade:

#### Contexto de aplicação:

Uma transportadora atende vários distritos (em amarelo) localizados no Rio de Janeiro. A empresa precisa agrupar os distritos em zonas de atendimento de forma que possa garantir um determinado nível de serviço.



Mapa com os distritos a serem atendidos pela transportadora no Rio de Janeiro. O depósito da transportadora fica localizado no distrito 264.

O analista fez o cálculo de área que garante o nível de serviço padrão de sua empresa e encontrou o valor de 0.01.

Ou seja, uma zona de atendimento deverá ter uma área próxima ao valor calculado.

O analista também definiu que o ângulo de abertura do triângulo deverá ter 22°.

#### Objetivo do exemplo de aplicação:

Agrupar os distritos em zonas de atendimento de forma que possa garantir um determinado nível de serviço.

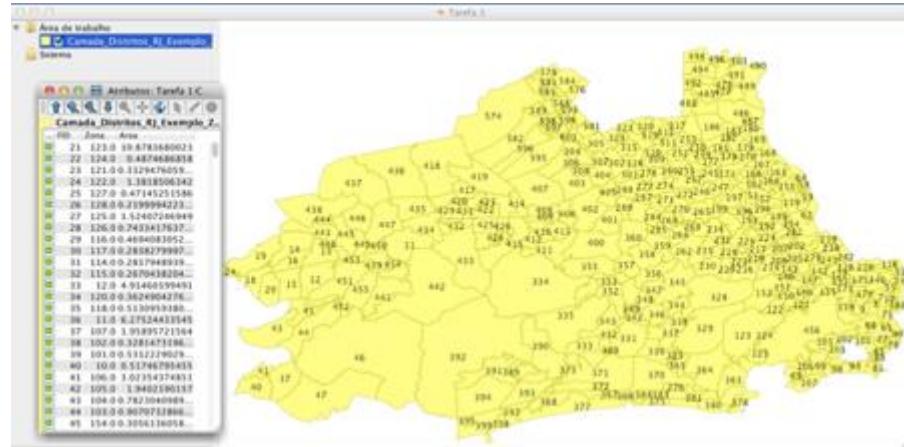
Serão apresentadas duas soluções diferentes para o mesmo problema.

1. Solução através de varredura sobre eixo
2. Solução através de varredura sobre eixo setorizado

#### 1. Solução através de varredura sobre eixo

### Passo a passo para executar a funcionalidade:

#### Passo 1 - Carregar a camada com os distritos e informações.



Tela com a camada de distritos carregada.

#### Passo 2 - Acessar a funcionalidade Formação de Zonas.

#### Passo 3 - Inserir as informações no formulário, conforme a figura abaixo.

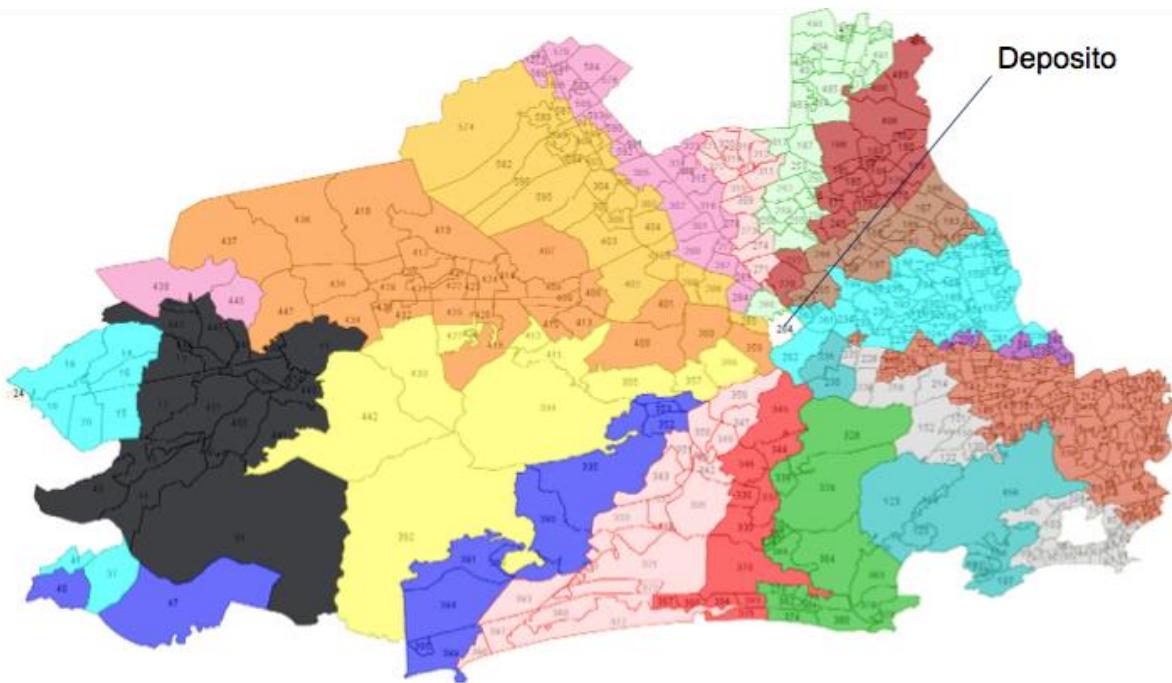
The dialog box has the following fields:

- Nome do Projeto: projeto264
- Selezione a Layer Geometry: Camada\_Districtos\_RJ\_Exemplo\_Zo...
- Sel. Campo Distrito: Zona
- Depósito distrito: 264.0
- Área Admissível: 0.01
- Opcões de Agrupamento:
- Opcão 1: Varredura sobre eixo. Ângulo de Abertura: 22 [button: Opcão 1]
- Opcão 2: Varredura sobre eixo setorizado. Ângulo de Abertura: [button: Opcão 2]
- Qtd de Setores: [button: ]

Tela com as premissas consideradas para a formação de zonas.

#### Passo 4 - Clique na “opção 1”.

Segue abaixo o resultado do problema:



Visão final com os distritos agrupados, formando zonas, através do método de varredura sobre eixo.

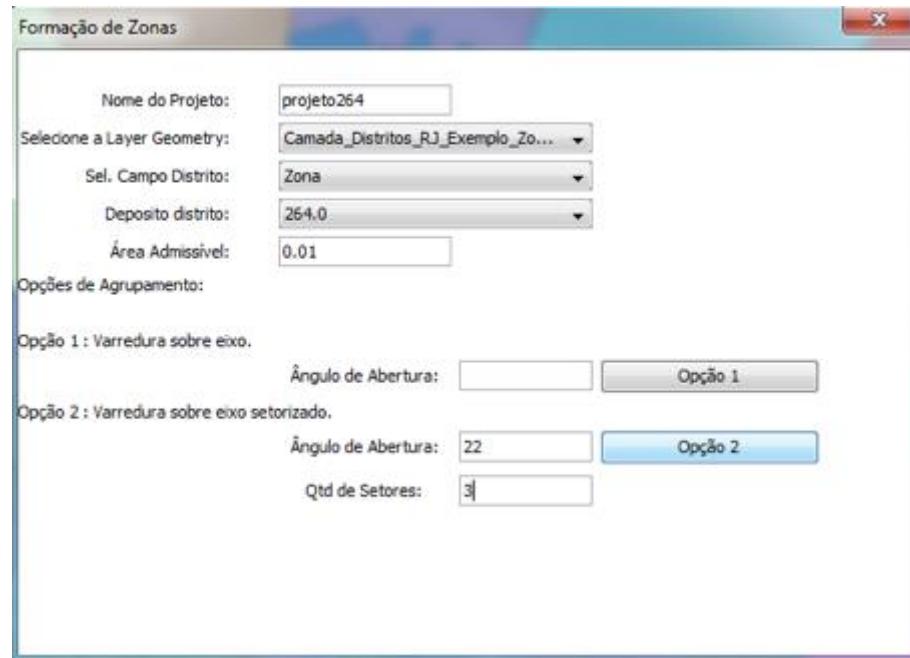
## 2. Solução através de varredura sobre eixo setorizado

Passo a passo para executar a funcionalidade:

**Passo 1 - Conforme a solução anterior.**

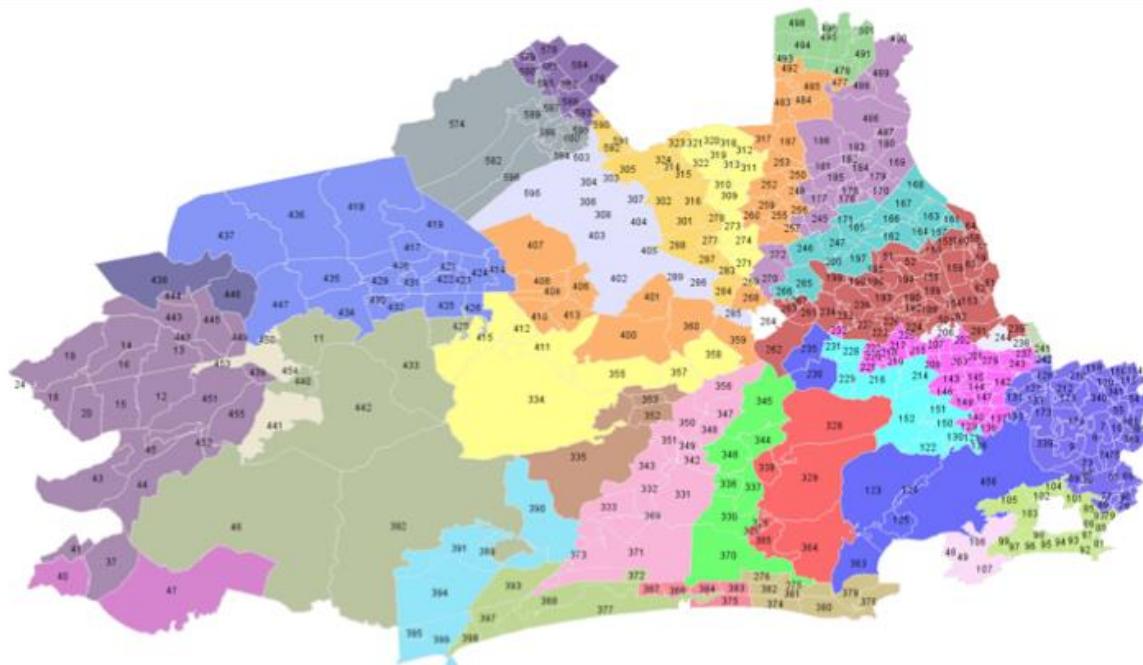
**Passo 2 - Conforme a solução interior.**

**Passo 3 - Inserir as informações no formulário, conforme a figura abaixo.**

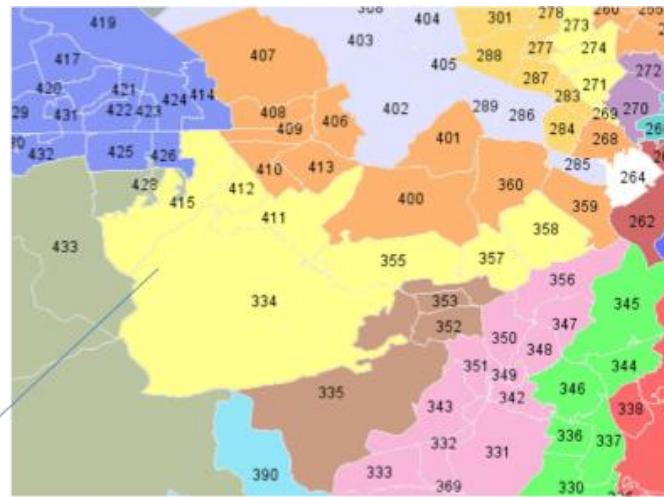


Tela com as premissas inseridas.

Segue abaixo o resultado do problema:



Visão final com os distritos agrupados, formando zonas, através do método de varredura sobre eixo setorizado.

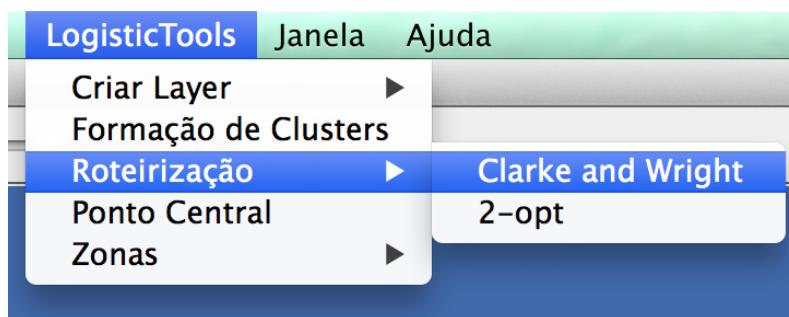


Attributes: Projeto Exemplo Setorizado Area 0 SubZona 8

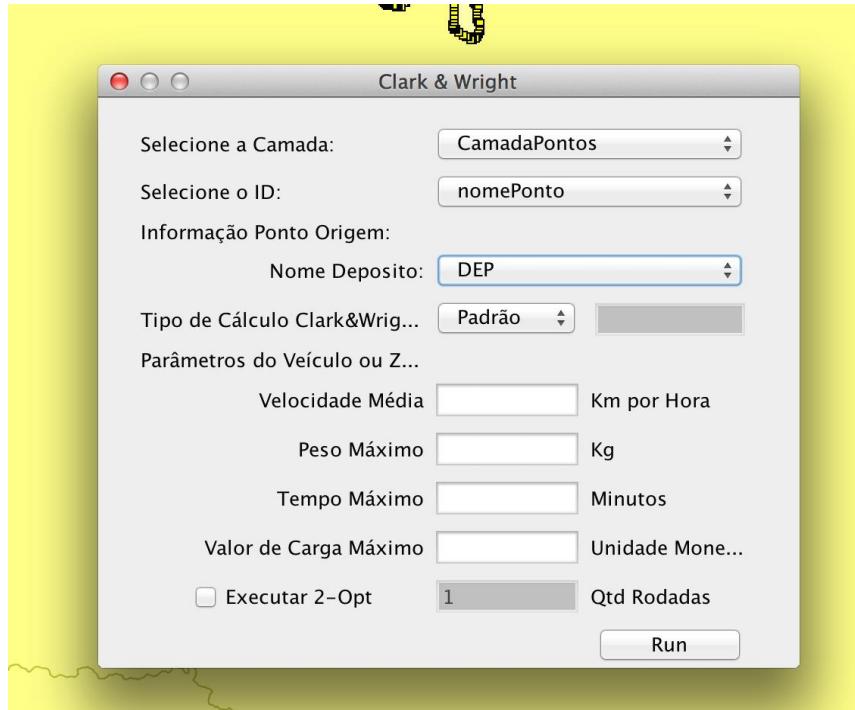
	FID	IdSubZona	IdDistrito	InfoGeraçãoSubZona	AreaDistrito	AreaTotalSubZona	AreaAdmissivelMeta	QtdDistritos	DistritoDeposito	InfoZona	InfoDistrito
614	8	358.0	Método de Geração: Triângulo Rotacionado	3.316979242883882E-4	0.0045888281173714325	0.01	7	264.0	projeto264	Distrito [idDistrito=358.0, isAlocadoSu...	
615	8	357.0	Método de Geração: Triângulo Rotacionado	2.1260920259937922E-4	0.0045888281173714325	0.01	7	264.0	projeto264	Distrito [idDistrito=357.0, isAlocadoSu...	
616	8	355.0	Método de Geração: Triângulo Rotacionado	4.734694025294483E-4	0.0045888281173714325	0.01	7	264.0	projeto264	Distrito [idDistrito=355.0, isAlocadoSu...	
617	8	334.0	Método de Geração: Triângulo Rotacionado	0.002499598144034H2	0.0045888281173714325	0.01	7	264.0	projeto264	Distrito [idDistrito=334.0, isAlocadoSu...	
618	8	411.0	Método de Geração: Triângulo Rotacionado	-4.0897810700817776E-4	0.0045888281173714325	0.01	7	264.0	projeto264	Distrito [idDistrito=411.0, isAlocadoSu...	
619	8	412.0	Método de Geração: Triângulo Rotacionado	1.3521278767820876E-4	0.0045888281173714325	0.01	7	264.0	projeto264	Distrito [idDistrito=412.0, isAlocadoSu...	
620	8	415.0	Método de Geração: Triângulo Rotacionado	5.672018780582926E-4	0.0045888281173714325	0.01	7	264.0	projeto264	Distrito [idDistrito=415.0, isAlocadoSu...	

Detalhamento de informações da zona número “8” (em amarelo).

## Funcionalidade 8: Método de Construção de Zonas - Método de Clarke e Wright com parâmetro de forma



Acesso a funcionalidade de construção de zonas pelo método de Clarke e Wright.



Tela formulário para inserção dos parâmetros de formação de zonas pelo método de Clarke e Wright com parâmetro de forma.

#### Objetivo da funcionalidade:

O objetivo da funcionalidade é formar zonas, ou seja, agregar pontos de demanda ou oferta, respeitando as restrições como; velocidade média, peso máximo, tempo máximo e valor de carga máximo.

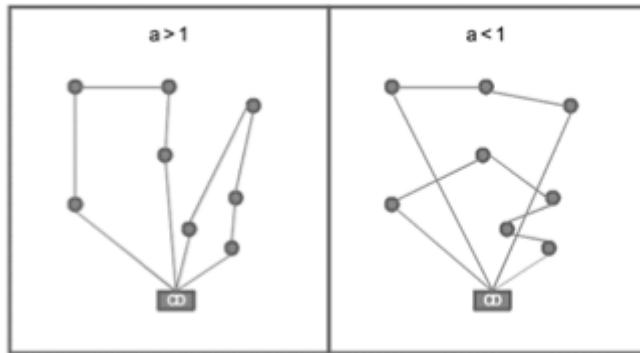
Essa funcionalidade implementa uma variação do método de Clarke e Wright, que definiremos como método de Clarke e Wright com Parâmetro de Forma.

O método adiciona um parâmetro de forma, representado aqui pelo fator  $\alpha$ , na parte da fórmula que reduz o ganho, com o objetivo de modificar a forma geométrica da solução, podendo ser mais agrupada ou mais dispersa.

Para  $\alpha > 1$ : Quando utilizados valores de  $\alpha$  acima de 1, o resultado do método tende a formar *clusters*, ou seja, favorece a união de pontos que estão muito distantes da origem, quando as distâncias entre eles são relativamente pequenas em comparação à distância até a origem.

Para  $\alpha < 1$ : Para valores de  $\alpha$  menores que 1, os resultados possuem favorecem a formação de roteiros ordenados, agregando primeiro os pontos

mais próximos da origem e depois agrupando gradativamente os pontos mais distantes da origem.

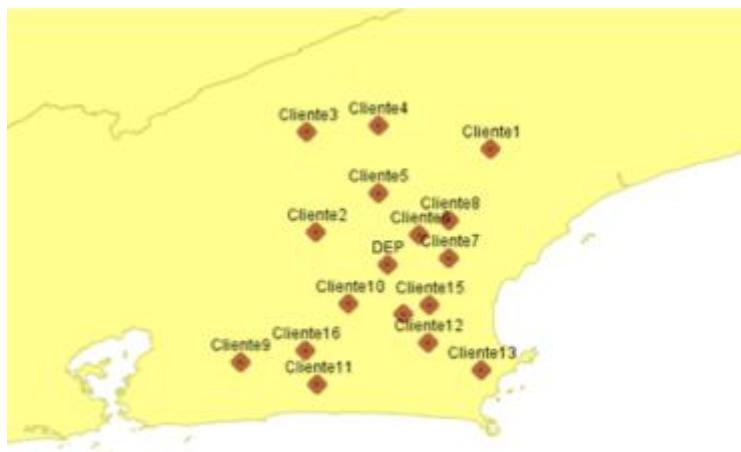


Impacto gráfico após variação do  $\alpha$ .

#### Exemplo de aplicação da funcionalidade:

##### Contexto de aplicação:

Uma transportadora possui vários clientes numa determinada região (conforme a figura abaixo). A empresa deseja agrupar os clientes que estão mais próximos entre si (perfil de *cluster*), respeitando as restrições impostas.



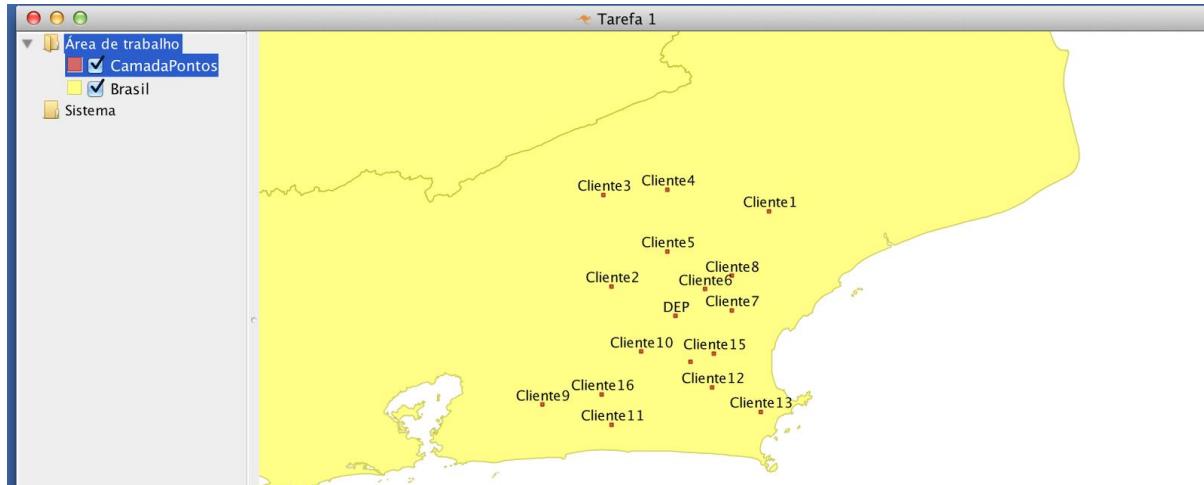
Mapa de clientes da transportadora.

##### Objetivo do exemplo de aplicação:

Agrupar os clientes em zonas de atendimento respeitando as restrições impostas.

### Passo a passo para executar a funcionalidade:

#### Passo 1 - Carregar a camada com os clientes a serem agrupados.



Camada de clientes carregada.

#### Passo 2 - Acessar a funcionalidade Roteirização > Clarke e Wright.

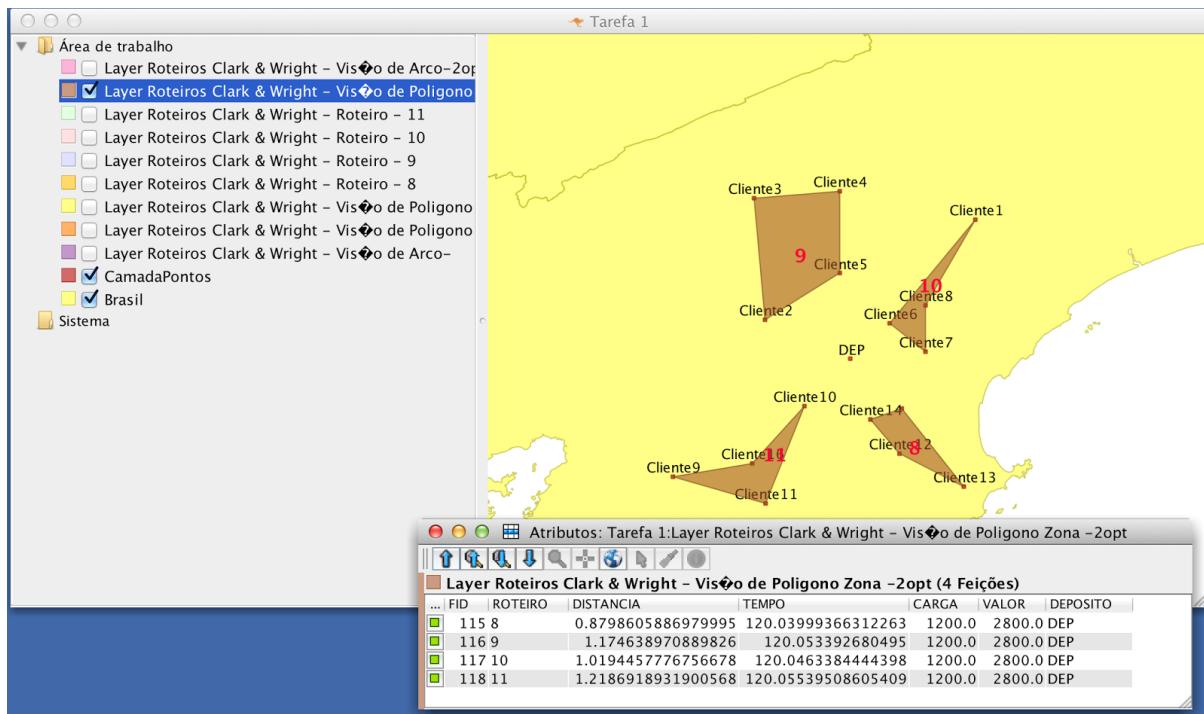
#### Passo 3 - Inserir os parâmetros conforme tela abaixo:



Quadro com as restrições aplicadas.

#### Passo 4 - Clique em “Run”.

Segue abaixo o resultado do problema:



Tela com as zonas formadas (8,9,10 e 11) pelo procedimento.

### **Contato:**

Elaborado por: Fábio Trindade Duque Estrada Regis

Email: duqueregis@gmail.com

### **Anexos:**

Todos os arquivos usados nos exemplos abordados nesse documento estão disponíveis no CD entregue a secretaria da PUC-RJ.