



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
Campus USP “Luiz de Queiroz”  
Centro de Energia Nuclear na Agricultura  
Laboratório de Geoprocessamento



**Ecología da Paisagem – CEN0628**  
*Apostila de aulas práticas*

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> María Victoria Ramos Ballester

Piracicaba, SP  
2022

## Índice

---

1. INTRODUÇÃO.....	2
2. ROTEIROS DAS PRÁTICAS .....	2
PRÁTICA 1: análise espacial de paisagens, se familiarizando com um SIG.....	3
PRÁTICA 2: definição espacial de uma paisagem.....	16
PRÁTICA 3: Planejamento, obtenção, entrada e preparação dos dados para um projeto de SIG	19
PRÁTICA 4: Elementos da paisagem: matriz, fragmentos e corredores .....	30
PRÁTICA 5: escalas e hierarquias em paisagens.....	35
PRÁTICA 6: fatores que originam padrões e heterogeneidade da paisagem.....	41
PRÁTICA 7: fatores que originam padrões e heterogeneidade da paisagem: biodiversidade .....	51
PRÁTICA 8: análise da fragmentação e métricas da paisagem I.....	57
PRÁTICA 9: análise da fragmentação de paisagens pela ação antrópica, , métricas II .....	63
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E DE BASES DE DADOS .....	68
4. FOLHAS DE RESPOSTAS .....	69
PRÁTICA 1: análise espacial de paisagens, se familiarizando com um SIG.....	70
PRÁTICA 2: definição espacial de uma paisagem.....	73
PRÁTICA 3: Planejamento, obtenção, entrada e preparação dos dados para um projeto de SIG	75
PRÁTICA 4: elementos da paisagem: matriz, fragmentos e corredores .....	77
PRÁTICA 5: escalas e hierarquias em paisagens.....	79
PRÁTICA 6: fatores que originam padrões e heterogeneidade da paisagem.....	81
PRÁTICA 7: fatores que originam padrões e heterogeneidade da paisagem.....	86
PRÁTICA 8: análise da fragmentação e métricas da paisagem I.....	87
PRÁTICA 9: análise da fragmentação pela ação antrópica, métricas II .....	89

## 1. INTRODUÇÃO

---

A Ecologia da paisagem estuda as relações entre padrões espaciais e processos ecológicos e as causas e conseqüências da heterogeneidade espacial em várias escalas (Gergel e Turner, 2015). Os estudos nesta área concentram-se em entender a dinâmica ecológica do mosaico (Forman 1983) e identificar e quantificar padrões e processos. Especificamente, considera o desenvolvimento e a dinâmica da heterogeneidade espacial, as interações e trocas na paisagem, as influências da heterogeneidade espacial nos processos bióticos e abióticos e a gestão da heterogeneidade espacial (Risser et al. 1984). Assim, a ecologia da paisagem não só se preocupa com o quanto existe de um componente particular, ela também considera como está organizada (Gergel e Turner, 2015). Portanto, é fundamental entender o desenvolvimento e dinâmica dos padrões dos fenômenos ecológicos, o papel das perturbações e as escalas espaciais e temporais características dos eventos ecológicos (Urban et al. 1987; Turner 1989).

Os exercícios apresentados a seguir foram organizados de modo a abordar os métodos de quantificação em ecologia da paisagem mais comumente utilizados. Os objetivos das aulas práticas são: 1) Aplicar os conhecimentos teóricos apresentados nas aulas; 2) Desenvolver conceitos básicos e familiaridade com terminologias e técnicas comumente utilizadas na quantificação da paisagem e 3) Desenvolver o raciocínio sobre métodos de quantificação em ecologia da paisagem.

## 2. ROTEIROS DAS PRÁTICAS

---

Em cada aula prática, você receberá um roteiro de atividades e perguntas que deverão ser respondidas, por escrito, até o término da mesma e entregues ao professor. As ferramentas que serão usadas para desenvolver as atividades são o Sistema de Informações Geográficas *ArcGIS* ([www.esri.com](http://www.esri.com)) e o programa quantificação da estrutura da paisagem *Fragstats* (McGarigal, et al., 2012). Estes programas foram escolhidos por serem as plataformas utilizadas no Laboratório de Geoprocessamento (LabGeo) do CENA, mas todas as atividades podem ser desenvolvidas com outros programas. As aulas não pretendem ensinar como usar um dado programa, mas sim identificar e aplicar conceitos básicos sobre análise espacial em ecologia da paisagem. Desta forma, não importa o programa que você irá usar, já que a meta é oferecer uma noção geral sobre quais são os procedimentos envolvidos em cada tipo de análise. Sempre que possível, são utilizados bancos de dados de locais e regionais.

## **PRÁTICA 1: análise espacial de paisagens, se familiarizando com um SIG**

---

Os objetivos desta aula são:

- 1) desenvolver a capacidade de valorizar a utilidade de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) como uma ferramenta importante em ecologia da paisagem;
- 2) aprender conceitos básicos e se familiarizar com algumas das terminologias comumente empregadas e
- 3) obter experiência prática usando um SIG para responder questões.

Para tal, será utilizado o aplicativo *ArcMap*, um dos módulos do *ArcGIS*. O *ArcMap* é uma ferramenta para criar, visualizar, consultar, editar, compor e publicar mapas. Nesta primeira aula você utilizará as bases de dados da *Broad Street* de Londres (Houser, 2013).

Os dados referentes a esta prática estão disponíveis em **C:\CEN628\lab1**.

### **Etapa I – Conhecendo o programa e os tipos de representação**

Inicie o programa *ArcMap* selecionando, na barra do *Windows*, *Iniciar*, *Todos os Programas*, *ArcGIS* e clique em *ArcMap* ou usando o ícone na tela referente ao programa. Ao iniciar o programa, uma janela com uma mensagem perguntando se você deseja trabalhar em um mapa já existente ou em um novo que irá aparecer na tela, escolha a opção

*New empty map* (novo mapa) e clique OK.



Na tela agora deverão aparecer os seguintes elementos (Figura 1):

- (1) menu principal,
- (2) barra de menus,
- (3) área de visualização e consulta de vetores e grades, e
- (4) área de listagem de planos de informação e manipulação de suas propriedades.

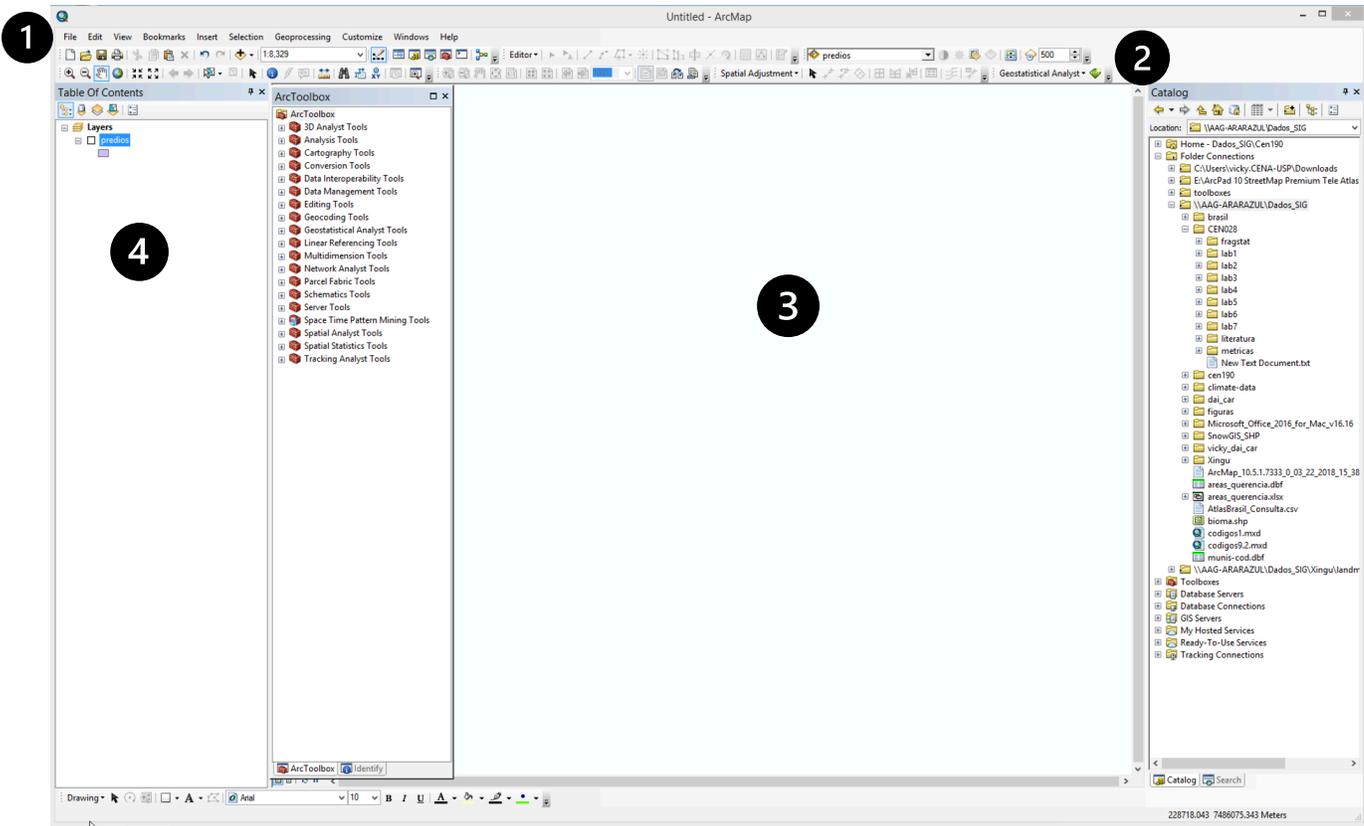


Figura 1. Tela principal do ArcMap.

O ArcGis oferece duas opções de menu: com botões ou de puxar, os mais comumente utilizados são apresentados na Figura 2.

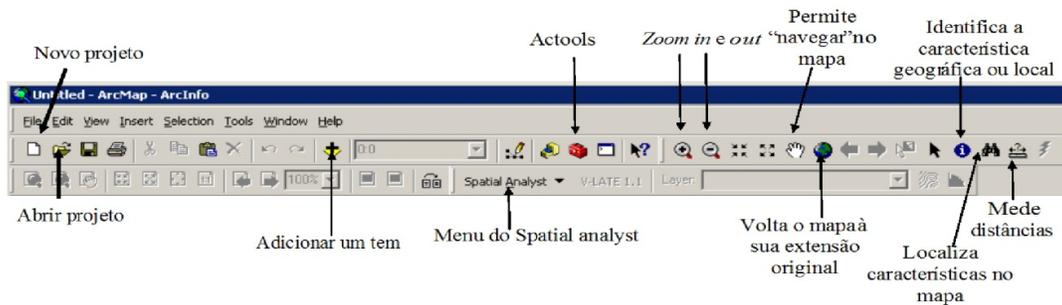


Figure2. Menu principal do ArcMap.

## Etapa II- Visualizando os dados (planos de informação)

Utilize a opção *File, Open*, localizada no menu principal (ou o ícone  abrir projeto localizado na barra de menus) e abra o projeto *colera*, localizado na pasta C:\CEN0628\lab1. Você pode observar que os PI's (Planos de Informação, chamados *layers* em inglês) estão listados na janela à esquerda, chamada de **Tabela de Conteúdo** (*Table of Contents*), como exemplificado na Figura 3.

Cada PI tem uma **caixa de checagem**, que permite **ativá-lo e desativá-lo para visualização e/ou consulta**. Faça-o e observe o que ocorre na janela à direita ou painel de visualização. Neste caso, todos os estão expandidos, mostrando uma série distinta de feições (*features*) armazenadas no banco de dados.

Cada PI contém dois tipos de informação: 1- a espacial, que descreve a localização e a forma das feições geográficas e 2- a de atributos, que armazena outras características destas feições. Explore os PIs: *ruas*, *bombas*, *quarteirões* e *landsat2018* e identifique as diferenças que você observa entre eles

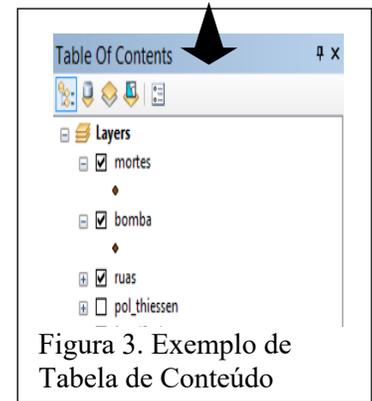


Figura 3. Exemplo de Tabela de Conteúdo

Tabela 1. Nome, tipo de representação e descrição dos PIs contidos no projeto cólera.

Nome do PI	Tipo de representação	Descrição
Bombas		
Mortes		
Ruas		
Uso_1854		
Imagem2018		
Foto1945		

## Etapa III- Conhecendo a tabela de atributos e as formas de visualização dos dados

A visualização dos mapas listados na Tabela de Atributos pode ser ativada e desativada pela marca de checagem no quadrado à esquerda de cada um. Para ativar o tema para consulta ou análise o cursor deve ser colocado sobre o mesmo, selecionando-o. Quando você seleciona um tema significa que

todas as operações de consulta ao banco de dados serão efetuadas no mesmo.

Agora você irá modificar a forma de visualização das bombas de água e das mortes por cólera na área de estudo de John Snow. Inicie esta etapa selecionando e ativando para visualização o PI *ruas*. Note que as feições deste vetor são representadas no modo *default* (*modo pré-selecionado no programa*), sendo desenhadas com uma única simbologia. Para melhor visualizar os diferentes tipos de ruas, pode-se atribuir uma nova simbologia (cores, símbolos) para representar estas feições, neste caso você o fará de acordo com a velocidade máxima permitida atualmente em cada uma. Na tabela de conteúdo, selecione o PI *ruas* e clique no botão direito do *mouse* sobre o nome do PI para abrir o seu menu. Entre diversas opções que aparecem escolha e clique em propriedades (*properties*).

A caixa ou janela (*Layer Properties*) deverá aparecer (Figura 4). O PI *ruas* possui várias propriedades  armazenadas na sua tabela de atributos. Como nos interessa saber a velocidade máxima, iremos agrupá-las em 5 classes de acordo as mesmas. Para tal, na janela de propriedades, clique na lingueta *Symbology*, utilizada para modificar o esquema de símbolos e a aparência de qualquer PI. Selecione a opção *Quantities* e *Graduate Symbols*. Observe que o painel muda de modo a possibilitar o controle do desenho com gravações de cores.

Como o que você deseja é simbolizar velocidades diferentes com diferentes tamanhos (espessuras) de linhas, selecione opção *Graduate Symbols*, que possibilita atribuir uma espessura diferente para cada valor de velocidade. Para tal, ainda, você precisa selecionar na opção *Value Field*, campo *Value* a opção *KPH*. O *ArcMap* automaticamente agrupará os dados em classes. Agora a espessura das linhas simboliza a velocidade máxima permitida em cada uma delas em quilômetros por hora.

Para melhor visualizar a rede existente, você irá modificar a cor dos mesmos para vermelho. Para tal clique em *Template*, na janela *Symbol Selector*, é possível modificar o tipo, cor e o tamanho dos símbolos. Para modificar a cor, em *options*, clique em *Color* e selecione a vermelha. Todas as linhas serão agora desenhadas nesta cor. Clique *OK* nesta janela e também na janela das propriedades. Você pode

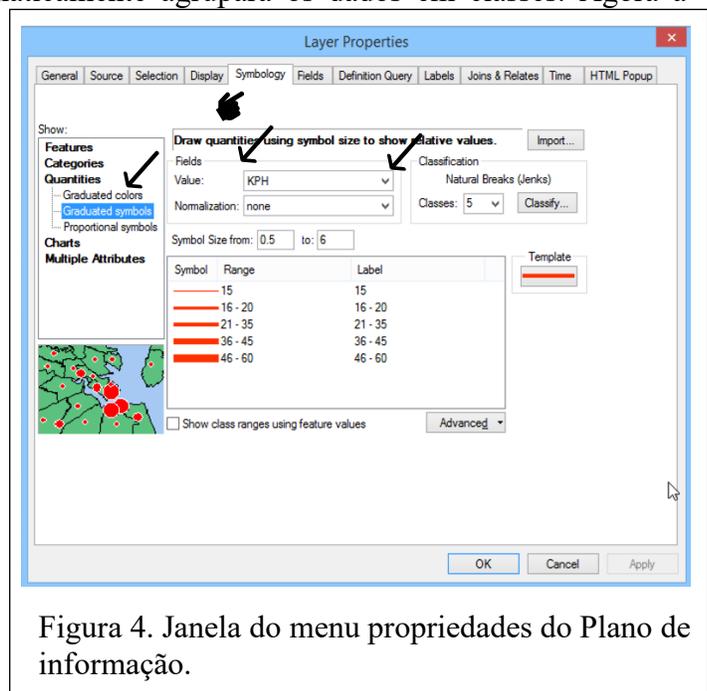


Figura 4. Janela do menu propriedades do Plano de informação.

clique em **Aplicar (Apply)** para ver como ficou e não feche a janela se quiser alterar a cor novamente.

Para cada tema representado espacialmente, existe uma tabela de atributos associada, a qual armazena as informações. Esta tabela é utilizada nas consultas, análises e representação da legenda desejada. Ative o tema (PI ou layer, já deve estar ativado) **ruas** para consulta e pressione o botão direito do mouse sobre o nome **ruas** para abrir o menu. Selecione abrir a tabela de atributos (*open attribute table*) e identifique os campos da mesma (Figura 5). Na Tabela de atributos, os campos são os registros associados a cada feição espacial organizados em linhas, enquanto as colunas apresentam os valores de cada um dos atributos.

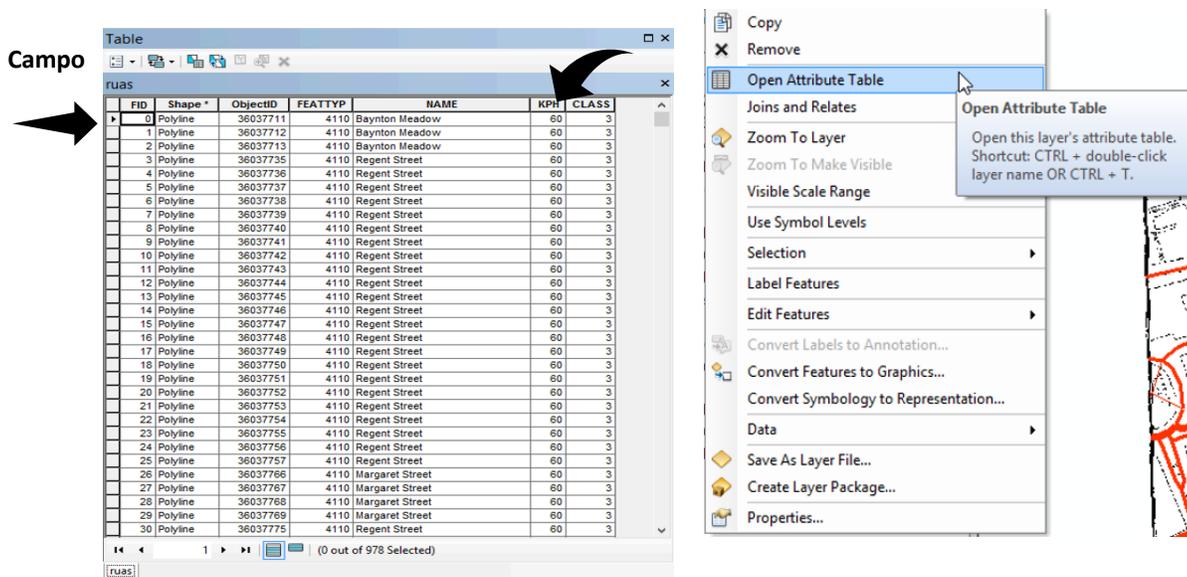


Figura 5. Menu de um vetor e respectiva tabela de atributos visualizada no *ArcMap*.

Com o botão esquerdo do *mouse* selecione uma linha qualquer da tabela de atributos pressionando o botão esquerdo do mesmo no quadrado cinza em auto-relevo à esquerda da linha. A mesma deverá se tornar azul clara. Minimize a tabela de atributos e observe que uma das ruas do mapa também está selecionado com uma linha da mesma cor. Isto ocorre por que para cada elemento (neste caso linhas) representado no mapa, existe um registro com a topologia, o identificador numérico interno do programa, a área, perímetro ou comprimento (*length*) e demais características. Para remover a seleção, no menu da tabela de atributos clique no botão *Options, clear selection*. Ou no ícone

Adicione (*Add Data* ) o *PI* chamado **uso\_1854**, o qual representa os quarteirões e o tipo de imóveis (comercial ou residencial) nestas áreas em 1854, localizado em C:\cen628\lab1\proto-sig.mdb.

Observe que a sobreposição dos temas pode ser modificada simplesmente arrastando o tema ativo com o *mouse*. Experimente, clique com o botão esquerdo do mouse no tema ou PI, e não solte o botão, e arraste o tema ou PI para o topo da área de legenda. Observe o que acontece. Recoloque o tema na posição inicial.

Abra a tabela de atributos do *PI uso\_1854* e identifique os campos do mesmo. Selecione uma das linhas (como feito para os rios no início da página), minimize a tabela e observe que agora um polígono do mapa também está selecionado por uma linha de cor azul clara, já que este mapa representa o uso do solo utilizando polígonos.

Agora vamos definir uma legenda (simbologia) para este mapa:

1. Ative o tema (*uso\_1854*) para visualização (se não estiver ativado) e selecione-o;
2. Abra o menu do mesmo clicando com o botão direito do *mouse* sobre o nome do PI e clique em *Properties* (Figura 6A);
3. Na lingueta simbologia (Figura 6B) escolha agora, na caixa de menu a opção *Categories, unique values*. Na opção de *value field*, usado para selecionar o atributo que se deseja representar, escolha *Uso*

(*uso do solo*). Isto significa que, aos polígonos visualizados no mapa, será atribuído um valor (ou uma categoria) associado aos blocos de quarteirões pertencentes a cada bairro da área de estudo. Acione o botão *add values*, ou para selecionar todas as categorias apresentadas de uma vez clique em *add all values*. Pressione o botão *OK*, neste e demais menus que deverão aparecer.

4. Você pode modificar qualquer uma das cores no menu de propriedades selecionando a classe de uso do solo. Experimente, crie sua própria paleta de cores.

5. Cores influenciam muito a nossa percepção visual do tamanho dos objetos. Vamos testar a seguir esta afirmativa.

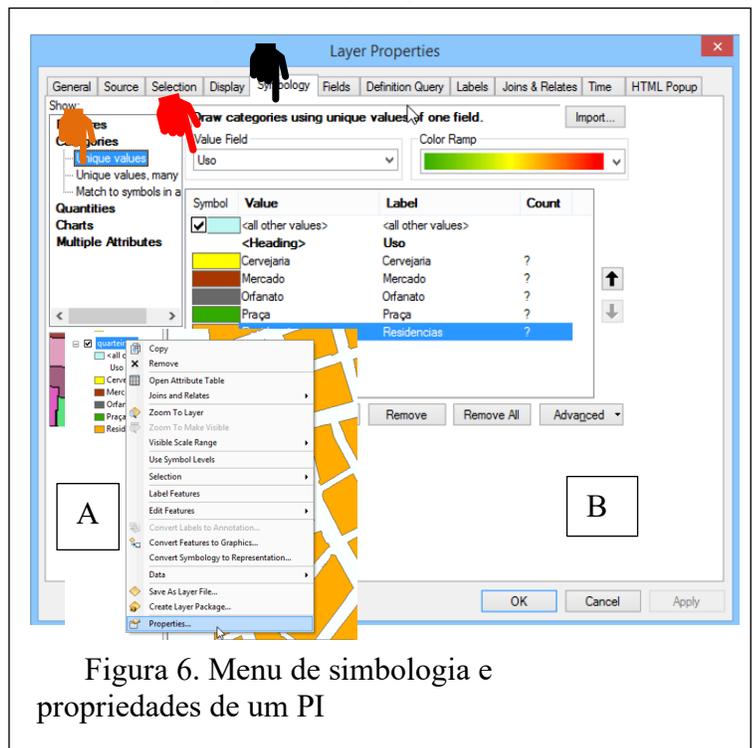


Figura 6. Menu de simbologia e propriedades de um PI

Para avaliar qual o percentual de área pertencente ao bairro com uso residencial que você estima que esteja representado no mapa:

- Faça uma estimativa visual do percentual da área total que você acha que pertence ao bairro no PI *uso\_1854* e anote sua resposta.
- Agora mude a cor desta categoria para uma cor brilhante e contrastante, como por exemplo rosa choque e faça a estimativa novamente. Isto modifica ou não a forma de interpretação visual do mapa? ou seja a área residencial parece maior ou menor?
- Na Tabela de conteúdo selecione e abra a tabela *uso\_valores\_percentuais*  
Compare os valores que você estimou visualmente com os valores calculados.

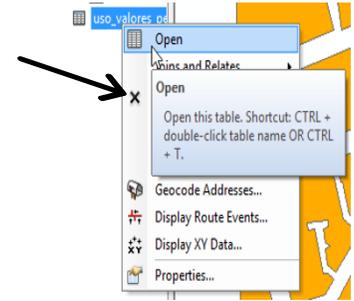
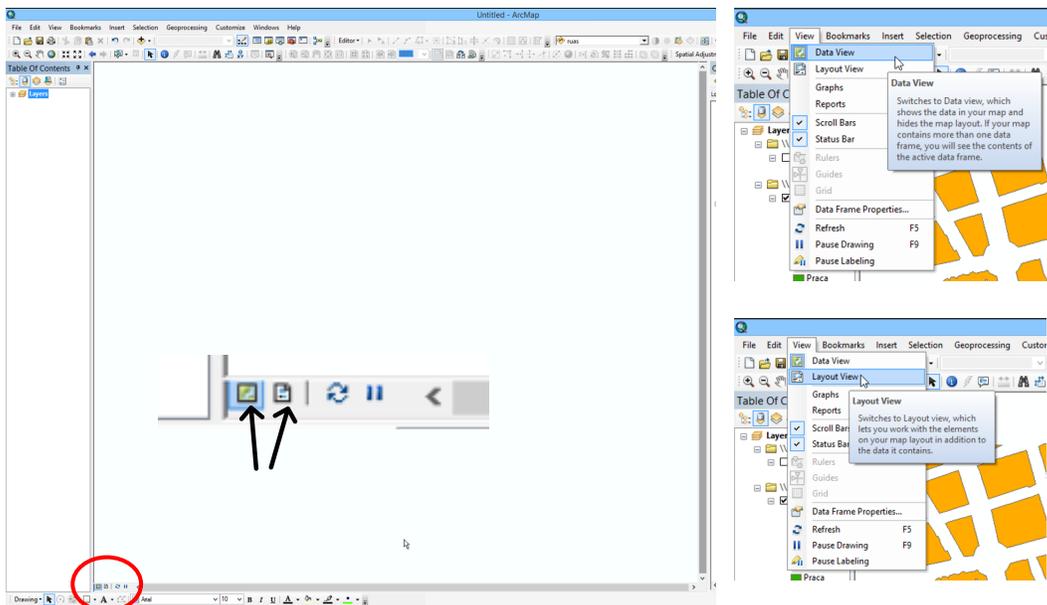


Tabela 2. Estimativa da área residencial (%).

Tipo de estimativa	Valor (Percentual)
Visual com cores suaves	
Visual com cores fortes	
Calculados	

Agora que todos os dados que você necessita para compor seu mapa estão devidamente simbolizados, você irá compor um mapa para impressão e/ou apresentação final dos seus resultados. O *ArcMap* possui duas interfaces de visualização dos dados chamadas *View* e *Layout*. A primeira permite que fazer consultas ao banco de dados bem como realizar uma série de operações e funções para obter dados derivados. A segunda opção é utilizada para compor matérias para apresentação dos resultados, no qual você pode adicionar ao seu mapa vários elementos cartográficos (escala, legenda, rosa dos ventos), bem como fotos, gráficos, etc. Para acessar cada um deste módulos de visualização existem dois caminhos por ícone ou pelo menu:

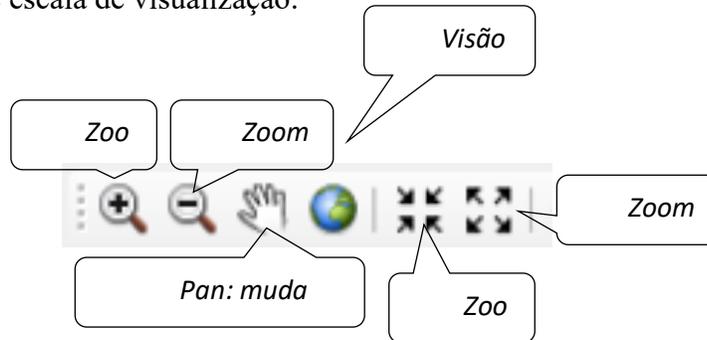


Mude a forma de visualização de *View* para *Layout*. Agora você irá visualizar seu mapa em uma página virtual que lhe permitirá elaborar uma composição com os elementos que você deseja apresentar. Você pode:

1. Mudar a orientação da página: clique *File, page and print setup*. Selecione *Paper* e *map page size*:

**Landscape.** Orientation:  Portrait  Landscape Clique **OK**.

2. Mudar a área e escala de visualização:



3. Adicionar uma escala: no menu *insert*, selecione *Scale Bar*. Escolha um tipo de barra e coloque-a abaixo do seu mapa.
4. Para mudar a formatação da mesma é só clicar duas vezes com o botão esquerdo do mouse;
5. repita a operação de inserir, mas desta vez selecione *North Arrow* para adicionar uma rosa dos ventos;
6. repita novamente a operação, selecionando agora *Legend*. Na nova janela que se abrirá selecione os planos de informação que você deseja representar na legenda.

Seja criativo, faça o seu próprio mapa, ou seja, seu projeto utilizando o menu principal *File, save as* dê um nome como *projeto\_1* (na pasta **C:\CEN628\lab1**).

#### Etapa IV - iniciando a análise de dados

O conhecido mapa da cólera de *John Snow* (não, não é o do jogo dos tronos, este John Snow sabia sim!!) é frequentemente citado como um dos primeiros exemplos do uso da pesquisa geográfica e análise espacial para entender uma epidemia. Começando em 31 de agosto de 1854, um surto de cólera atingiu o distrito de Londres chamado Soho. Ao longo de três dias, 127 pessoas morreram da doença e, em 10 de setembro, mais de 500 haviam morrido. Esta investigação usou técnicas de análise que hoje

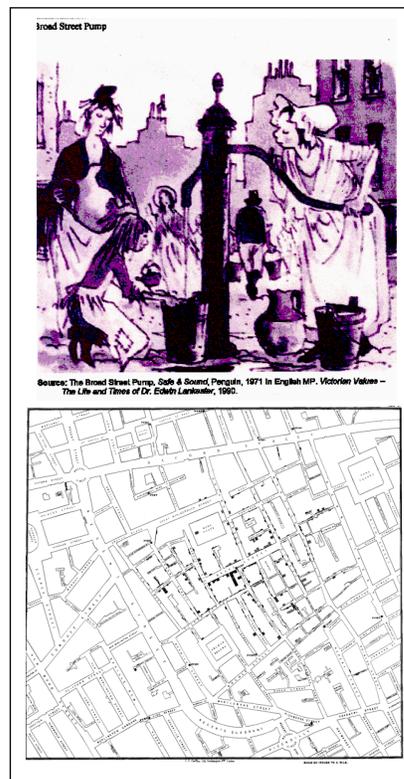
provavelmente envolveriam o uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs). A análise de Snow demonstra o poder dos mapas e das informações subjacentes para visualizar e resolver problemas complicados.

A cólera se espalhou para as Ilhas Britânicas no início da década de 1830 devido à falta de saneamento e equívocos sobre suas causas. Hoje sabemos que a doença é causada por uma bactéria e geralmente é transmitida através de água potável contaminada. O médico conseguiu, através da conversa com os moradores locais e sua análise espacial das mortes por cólera, determinar que sua suspeita sobre a origem da doença era realmente verdadeira, uma bomba de água na Broad Street. Snow mapeou os locais dos poços de água locais e as mortes de cólera para apoiar seu argumento sobre a bomba contaminada, convencendo o conselho local a remover a alça para impedir seu uso.

O mapa de Snow, demonstrando o agrupamento espacial de mortes por cólera ao redor do poço de Broad Street, forneceu forte evidência em apoio à sua teoria de que a cólera era uma doença transmitida pela água. Snow usou alguns métodos considerados como os de um proto-SIG para sustentar seu argumento:

- 1- primeiro ele desenhou os polígonos de Thiessen no entorno dos poços, definindo o raio de ação de menor distância em linha reta e as áreas para cada um ao redor dos mesmos. A grande maioria das mortes por cólera caiu dentro do polígono de Thiessen em torno da bomba de Broad Street. Uma grande parte das mortes restantes estavam no polígono ao lado da Broad Street, cercado a Badtasting Carnaby Street;
- 2- Em seguida, usando um lápis e uma corda, Snow redesenhou os polígonos da área de serviço para refletir as rotas mais curtas longo das ruas para poços. Uma proporção ainda maior das mortes por cólera caiu dentro da menor distância de viagem até a área ao redor da bomba da Broad Street.

Neste exercício você irá replicar e estender a análise de Snow com o ArcGIS. O banco de dados foi obtido junto à Kansas University (Houser, 2013). Esses dados localizam 555 mortes por cólera e 13 poços públicos, bem como o mapa em formato em grade da região da cidade Londres onde o surte teve lugar, projetados em um sistema de coordenadas Universal Transverso de Mercator (Houser, 2013).



Uma vez que a hipótese do trabalho é que a fonte da epidemia era a água contaminada e que, portanto, existia uma relação entre o número de casos e a proximidade com as bombas das quais a mesma era extraída, o primeiro passo é delinear espacialmente esta relação. Para tal você irá usar a ferramenta de alocação euclidiana para definir zonas de células (polígonos de *Theissen*) mais próximos de cada bomba de água.

Para obter os resultados necessários você irá primeiro abrir o projeto *colera*, localizado na pasta **C:\CEN628\lab1\proto-sig**. Este arquivo contém os ponteiros para os planos de informação e forma de visualização dos dados. Observe que você tem à sua disposição:

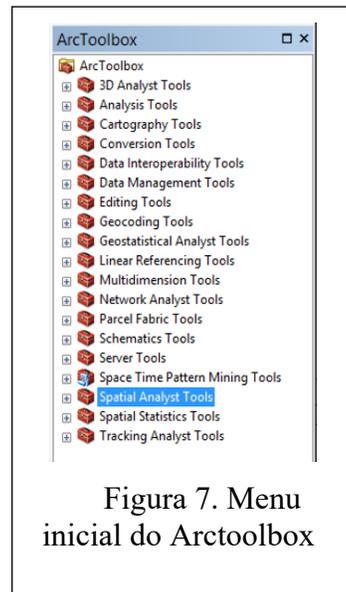
- Um vetor com a distribuição das ruas em 1954
- Um vetor com o uso/ocupação do solo na área de estudo
- Dois vetores de pontos com a localização dos poços de água (*bombas*) e da ocorrência de mortes por cólera (*mortes*) na Londres de 1854.

Para definir as quais são as zonas de células mais próximas a cada bomba de água, você irá delinear os chamados polígonos de Thiessen, os quais são traçados a partir da distância euclidiana de cada ponto em relação aos seus vizinhos, neste caso as bombas de água.

O primeiro passo é ativar a caixa de ferramentas:  ou *Arctoolbox* com o botão esquerdo do mouse. Observe que um novo menu se abrirá (Figura 7). Esta caixa de ferramentas contém inúmeros algoritmos desenvolvidos para análise espacial tanto com vetores como grades, algumas das quais serão exploradas nesta disciplina. Selecione a opção *Spatial Analyst Tools, Distance, Euclidean Allocation*. Este algoritmo traça polígonos ao redor de cada ponto em função da distância euclidiana entre os mesmos.

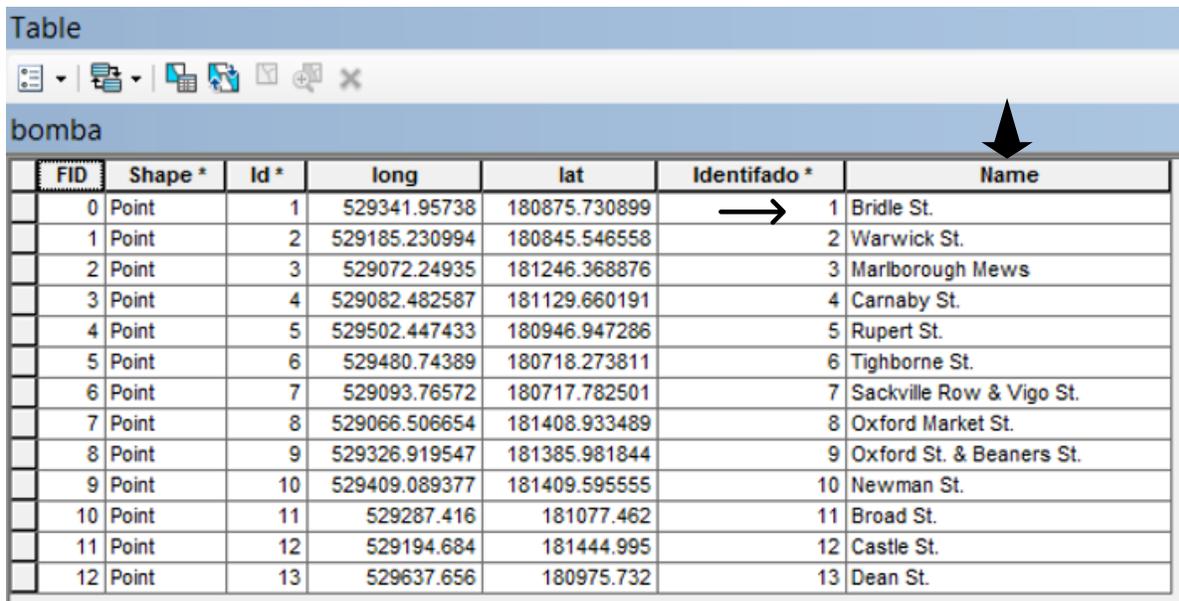
No campo *Input raster or feature source data* (ou seja, o PI de entrada) selecione o vetor bombas e na opção *Source field* (campo na tabela de atributos fonte) selecione *Identificado*. Deixe os demais campos como estão e selecione ok para rodar o algoritmo. Selecione o PI bombas na Tabela de Conteúdo, clique no botão direito do mouse para abrir o seu menu e selecione a opção *Labels*. Observe que cada ponto recebe um rótulo com o nome das ruas nas quais as bombas estão localizadas.

Para calcular o número de mortes por cólera associado à área de influência de cada bomba, você deverá adicionar a grade *bpolthiss*, armazenada em **c:\cen628\lab1\proto-sig**. Este PI, contém os



polígonos de Thiessen traçados através da distância Euclidiana aos quais foi adicionado o nome de cada bomba. Selecione o PI *bpolthiss* na Tabela de Conteúdo, clique no botão direito do mouse para abrir o seu menu e selecione a opção *Properties*. Na opção *Symbology*, escolha *Categories*, e no campo *value field* escolha *bombas*. Clique no botão *Add all* e depois *OK*. Observe que a legenda do PI na Tabela de Conteúdo agora mostra o nome de cada bomba associada ao respectivo polígono de Thiessen.

No *Arctools box*, selecione *Spatial Analyst, Extraction, Extract Multiple Values to Points*. Este algoritmo irá atribuir a cada ponto onde foram registradas mortes por cólera o valor numérico associado à bomba de água mais próxima. Use como o *Input point features* o PI mortes e como o *Input raster* o PI *bpolthiss*. Abra a Tabela de atributos do vetor mortes e verifique que agora há uma nova coluna na mesma chamada *bpolthiss*, com valores que vão de 1 a 13 e que representam cada uma das bombas de água cujos nomes podem ser obtidos na tabela a seguir:



FID	Shape *	Id *	long	lat	Identificado *	Name
0	Point	1	529341.95738	180875.730899	→	1 Bridle St.
1	Point	2	529185.230994	180845.546558		2 Warwick St.
2	Point	3	529072.24935	181246.368876		3 Marlborough Mews
3	Point	4	529082.482587	181129.660191		4 Carnaby St.
4	Point	5	529502.447433	180946.947286		5 Rupert St.
5	Point	6	529480.74389	180718.273811		6 Tighborne St.
6	Point	7	529093.76572	180717.782501		7 Sackville Row & Vigo St.
7	Point	8	529066.506654	181408.933489		8 Oxford Market St.
8	Point	9	529326.919547	181385.981844		9 Oxford St. & Beaners St.
9	Point	10	529409.089377	181409.595555		10 Newman St.
10	Point	11	529287.416	181077.462		11 Broad St.
11	Point	12	529194.684	181444.995		12 Castle St.
12	Point	13	529637.656	180975.732		13 Dean St.

Para calcular o número de mortes associadas a cada bomba, abra o PI mortes e selecione o campo *bpolthiss*, e pressione o botão direito do mouse (Figura 8). No menu que se abrirá selecione *Summarize*, expanda o campo *Deaths* e selecione *Sum*. Clique OK. Ao final do processo uma tabela será adicionada à Tabela de conteúdo, abra-a e responda a pergunta 1.

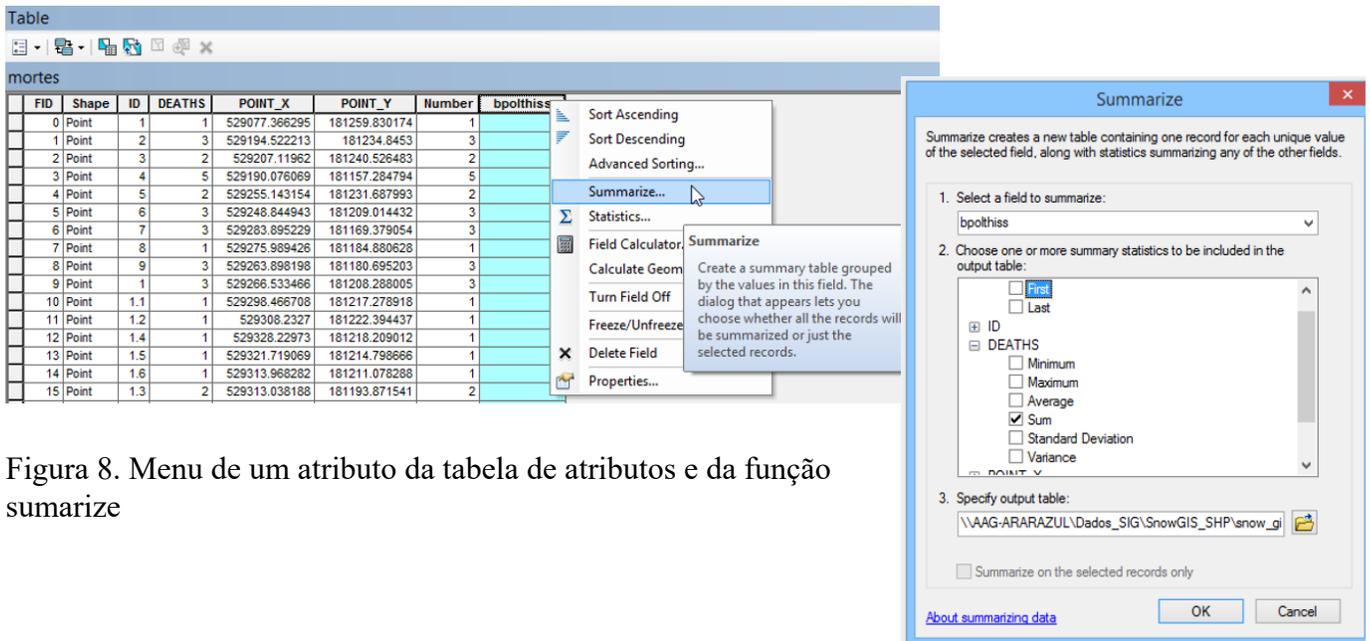


Figura 8. Menu de um atributo da tabela de atributos e da função summarize

Agora você irá definir quais são os pontos com ocorrência de mortes por cólera com acesso mais rápido e fácil a uma dada bomba de água. A alocação euclidiana não respeita a existência de barreiras como paredes de casa e prédios, permitindo o movimento não apenas por ruas. Este não é o caso do transporte de água e, portanto, é necessário informar ao programa quais são as superfícies que permitem o deslocamento. Isto é feito através de uma superfície com valores de “custo de movimento”.

Os valores baixos representam áreas que permitem o movimento e altos que o impedem. Desative a visualização de todos os PIs e ative a da grade *custo\_desloca*. Observe que a mesma apresenta os arruamentos da área de estudo, onde ruas e avenidas apresentam um valor baixo (1) de resistência ao deslocamento e os quarteirões com as construções um valor elevado (1000). Repita as operações feitas na Etapa I.

Tabela 3. Número total e percentual de mortes por cólera associadas a cada bomba.

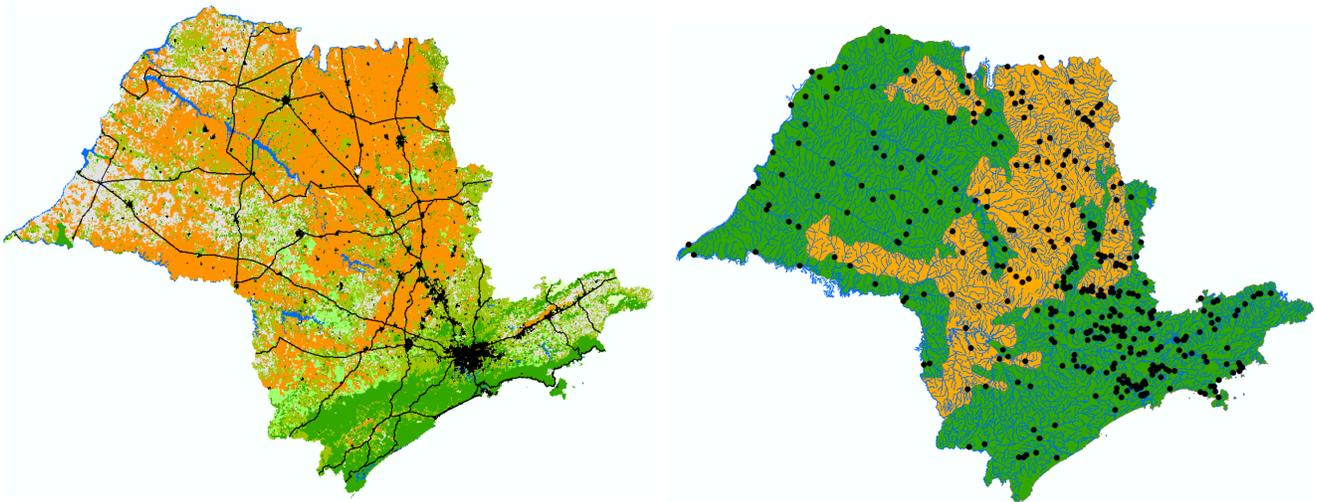
Identificador	Nome da bomba	Número de mortes	Percentual de mortes
1	Bride St.		
2	Warwick St.		
3	Marlborough Mews		
4	Camaby St.		
5	Rupert St.		
6	Tighboene St.		
7	Sackville Row & Vigo St.		
8	Oxford Market St.		
9	Oxford St. & Beaners St.		
10	Newman St.		
11	Broad St.		
12	Castle St.		
13	Dean St.		

## **PRÁTICA 2: definição espacial de uma paisagem**

---

Na aula teórica definimos paisagens como um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas (ecossistemas), que apresentam estrutura, funções e mudanças características. Paisagens são os resultados de processos de processos geomorfológicos, climáticos, desenvolvimento do solo, estabelecimento e especiação da biota, bem como perturbações (naturais e antrópicas). Portanto, esta heterogeneidade existe para pelo menos um fator, segundo um observador e em uma determinada escala. Uma questão importante é definir espacialmente a paisagem a ser estudada.

O objetivo deste exercício é apresentar o desafio que representa definir uma paisagem na qual os processos em estudos sejam ecologicamente significativos, dadas as limitações práticas do mundo real, como por exemplo a disponibilidade de dados em escalas espaciais e temporais adequadas para representar os mesmos. Os dados referentes a esta prática estão disponíveis em **C:\CEN628\lab2**, com os quais você irá: a) se familiarizar com conjuntos de dados para análise em SIG para estudos de paisagens; b) estabelecer um objetivo de análise dos padrões relacionados a um processo em função de uma dada pergunta e, em seguida, definir uma paisagem relevante para atingir esse objetivo; c) avaliar quais os conjuntos de dados, a escala dos mesmos e as análises necessárias para atingir o objetivo e responder à pergunta e; c) discutir os desafios e implicações da escolha de uma definição de paisagem. A região de estudo é o Estado de São Paulo (como apresentado nas figuras a seguir de uso do solo e estradas (esquerda), biomas, rede de drenagem e postos da CETESB – à direita), que abriga uma gama de sistemas ecológicos e usos da terra. O conjunto de dados que você tem à disposição deverá ser usado para definir uma paisagem de acordo com cada uma das perguntas apresentadas na Etapa II.



## Etapa 1: Delimitando uma paisagem: se familiarizando com a área de estudo

Abra o programa *ArcMap* . Agora você irá se familiarizar com a região de estudo e o conjunto de dados disponíveis (Tabela 1). No *ArcMap* abra o arquivo do projeto: **C:\CEN628\lab2\paisagem**. Como ilustrado na figura a seguir, você pode fazer esta operação utilizando o menu de puxar para abaixo (pull down), escolhendo o item file e o ícone de uma pastinha abrindo (Open). Este mesmo ícone pode ser encontrado no menu de acesso rápido. Navegue até o subdiretório desejado e abra o projeto paisagem.

Observe que na chamada Tabela de conteúdo (*Content Table*) localizada à esquerda de sua tela aparecem uma série de conjuntos de dados, os quais são resumidamente descritos na Tabela 1. Ative e desative cada um dos chamados Planos de Informação (PIs) clicando no quadradinho ao lado esquerdo de cada um. Ao ativar o PI, o mesmo aparecerá na tela de visualização à direita.

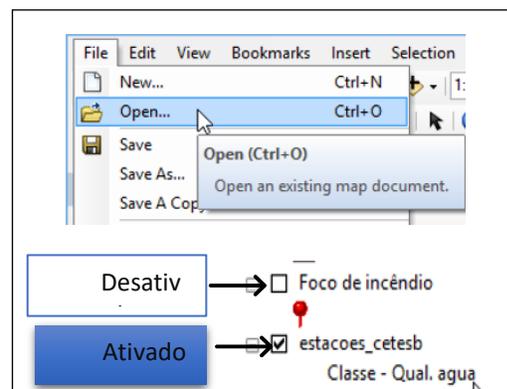


Tabela 1. Características da paisagem e fonte, tipos de representação e nomes dos arquivos.

Feição	Tipo de representação/área	Nome do arquivo
Limites administrativos estadual e municipal, IBGE	Vetor do limite do Estado de São Paulo e do município de Piracicaba	Limite_estadual Limite_municipal
Rede de drenagem da Agência Nacional de Águas	Vetor da rede de drenagem	rios
Rede de estradas da do Departamento Nacional de Estradas e Rodagens	Vetor de principais estradas	estradas
Estações de coleta de água para análise de qualidade da CETESB	Vetor com os pontos de localização das estações de coleta	estacoes_cetesb
Principais biomas, Ministério do Meio ambiente	Vetor dos biomas do Estado de São Paulo	biomas
Uso do solo no município de Piracicaba em 2009, LABGEO	Vetor do uso da terra e da cobertura vegetal	uso2009
Focos de incêndios, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais	Vetor dos pontos com focos de incêndios em 2009 no Estado de São Paul, em áreas de cana-de-açúcar e na área urbana em Piracicaba	focos_estado; focos_cana; focos_urb
Fragmentos florestais do Estado de São Paulo em 2010 – Instituto Florestal	Vetor com os fragmentos florestais de São Paulo	Inventario2010
Produção Primária Líquida Anual (kgC.m <sup>-2</sup> ) estimada, NASA	Grade da Produção Primária Líquida	PPL
Topografia do Estado de São Paulo, SEMA-SP	Grade do modelo digital de elevação do terreno	MDET

## **Etapa II- definição do objetivo e seleção dos dados**

O primeiro passo para delimitar uma paisagem é definir o objetivo sobre o padrão-processo apropriado para guiar a escolha dos dados adequados. Lembrando que neste curso estaremos usando como modelo conceitual da estrutura da paisagem, o de mosaico de fragmentos (ou mosaico de paisagem). O próximo passo é escolher o conteúdo temático (ou seja, a variável ou variáveis ambientais que exibem o padrão espacial de interesse) e a resolução temática (ou seja, a precisão para variáveis contínuas ou o número de níveis para variáveis categóricas) dada a pergunta / objetivo e modelo conceitual.

Inicie definindo os objetivos para as perguntas A, B e C. A seguir, você deverá selecionar e descrever os dados e a resolução dos mesmos necessários para atingir o objetivo e, responder à pergunta proposta. Observe que você pode 1) escolher entre PIs e resoluções de dados espaciais existentes no banco de dados ou 2) identificar necessidades adicionais de dados (desde que se os dados provavelmente já existam ou possam ser obtidos facilmente). Se você identificar mais um PI de dados de entrada, descreva como seriam combinadas em um único para representar o padrão de paisagem final. Finalmente, descreva a paisagem de estudo.

### **Pergunta A:**

*Como o uso da terra afeta a qualidade da água consumida na cidade de Campinas?*

Para responder a pergunta: defina o(s) objetivo(s), descreva a paisagem e identifique quais os dados necessários

### **Pergunta B:**

*Existe uma relação entre a ocorrência de queimadas dos plantios de cana-de-açúcar e as ocorrências de doenças do trato respiratório superior registradas no município de Piracicaba?*

Para responder a pergunta: defina o(s) objetivo(s), descreva a paisagem e identifique quais os dados necessários

### **Pergunta C:**

*Qual a quantidade de carbono sequestrado pelos remanescentes florestais do Estado de São Paulo?*

Para responder a pergunta: defina o(s) objetivo(s), descreva a paisagem e identifique quais os dados necessários

Há diferenças ou semelhanças entre objetivos, paisagens e bancos de dados?

## PRÁTICA 3: Planejamento, obtenção, entrada e preparação dos dados para um projeto de SIG

Neste exercício você irá se familiarizar com as quatro etapas básicas de um projeto de SIG. Os dados referentes a esta prática estão disponíveis em **C:\CEN628\lab3**. Em um projeto individual, o usuário de um SIG deverá efetuar uma série de tarefas as quais podem ser agrupadas em 4 etapas básicas, exemplificadas na Figura 1:

**ETAPA 1:** transformar a hipótese ou pergunta de trabalho, ou seja desmembrar a pergunta em partes lógicas, identificando que planos de informação serão necessários para responder a cada parte e desenvolver uma estratégia para combinar as respostas a cada parte da pergunta em uma resposta final.

**ETAPA 2:** criar uma base de dados que contenha os dados geográficos requeridos para responder à pergunta. Isto pode envolver digitar mapas existentes, obter e traduzir dados eletrônicos de uma variedade de fontes e formatos, certificando-se que os *PIs* possuem a qualidade adequada para a tarefa e estão no mesmo sistema de coordenadas permitindo a sobreposição correta, e adicionar itens aos dados para acompanhar os valores resultantes da análise.

**ETAPA 3:** A análise dos dados. Envolverá a sobreposição dos planos de informação, consultando atributos e posições da feição para responder a cada parte da pergunta, armazenando as respostas, recuperando e combinando aquelas respostas para obter a resposta final.

**ETAPA 4:** Organizar e relatar os resultados da análise, através de mapas, relatórios e gráficos.

Portanto, os primeiros passos são definir o problema e identificar os dados necessários, neste caso será: 1) avaliar a intensidade das mudanças no uso do solo ocorridas entre 1940 e 2000 em uma área da micro-bacia do ribeirão dos Marins, município de Piracicaba, e 2) identificar áreas potenciais para mecanização da colheita de cana de açúcar, ou seja, com declividade menor que 12%. Os dados que serão utilizados foram obtidos do banco de dados elaborado por Casagrande, 2005.

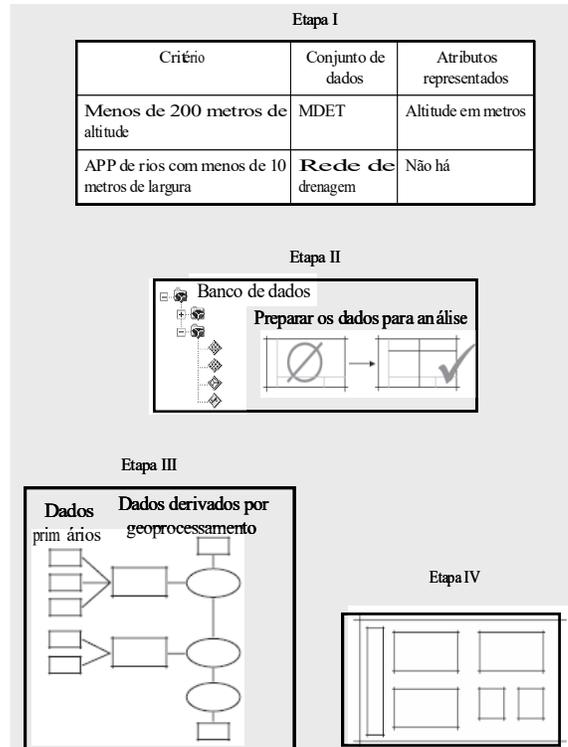


Figura 1. Fluxograma das etapas de trabalho de um SIG.

## Etapa I: identificação dos dados

Para identificar os dados necessários para a resolução do problema proposto, utilizando o *ArcCatalog*, basta clicar no ícone  para abrir/executar o *ArcCatalog* e efetuar a conexão com o banco de dados *marins.mdb*. Clique em *connect to folder* , localize a pasta *C:\CEN628\lab3* clique OK. A pasta e o banco de dados serão “adicionados” no *ArcCatalog*. Examine a *geodatabase marins.mdb*, expandindo o seu conteúdo clique no botão “+” e verifique os arquivos nela armazenados.

clique com o botão direito do *mouse* sobre o nome do conjunto de (classe de dados ou de feições) ou no nome do PI. No menu selecione *Properties*, verifique os dados e termine de preencher a Tabela 1.

Você pode também utilizar o *ArcMap* para adicionar os *PIs data* ) e verificar os dados na sua tabela de atributos. Cada PI ou possui sua tabela com os atributos, tomando como exemplo *rios*, seus atributos o nome, a largura, o comprimento, a vazão, etc.

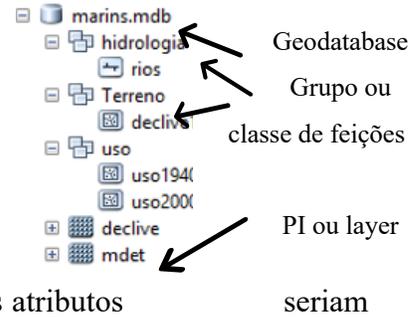
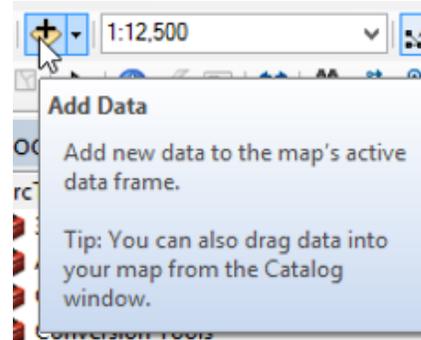


Tabela 1. Critérios, atributos, formatos dos conjuntos de dados para o projeto. Atributos correspondem às características das feições espaciais armazenadas nas respectivas tabelas de atributos; Formato: tipo de representação, vetorial (ponto, linha ou polígono) ou em grade (matriz ou *raster*); Conjunto de dados: onde estão armazenados os PIs.

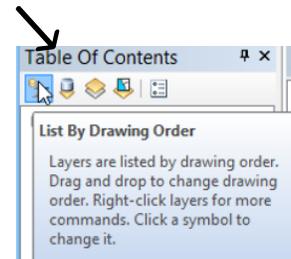
Critério	Nome do PI	Atributos	Formato	Conjunto de dados
Rede hidrográfica				
Uso do solo em 1940				
Uso do solo em 2000				
Declividade do terreno				

Adicione ao *ArcMap* os planos de informação *uso1940* e *uso2000* armazenados em *C:\CEN628\lab3\marinsDB*, arrastando-os diretamente do *ArcCatalog* ou usando o menu *Add Data*. Lembre-se que a visualização dos mapas listados na Tabela de conteúdo (*Layers*) pode ser ativada e desativada pela marca de  checagem: no quadrado à esquerda de cada um dos *PI's* e que para ativar o tema para consultas ou análises o cursor deve ser colocado sobre o mesmo, selecionando-o (clicando sobre o nome).



Quando você seleciona um tema (*PI*), significa que todas as operações de consulta ao banco de dados serão efetuadas no mesmo. Ative os *PIs* *uso1940* e *uso2000* e observe que a sobreposição dos mesmos pode ser mudada, simplesmente, arrastando o tema ativo com o *mouse*.

Experimente, movimente o tema *uso2000* para o topo da área da tabela de conteúdo. Observe que para fazer isto na tabela de conteúdo você deve estar na opção *List by drawing order*. Clique com o botão esquerdo do *mouse* o *PI* que você deseja movimentar e mantendo-o pressionado, arraste-o “para cima”, posicionando-o sobre o outro *PI*. Observe o que acontece. Recoloque o *PI* na posição inicial.



Como já vimos nas aulas anteriores, cada *PI* tem uma tabela de atributos associada, a qual armazena as informações sobre as características da superfície espacialmente representadas. Esta tabela é utilizada nas consultas, análises e representação da legenda desejada. Observe que o mapa é apresentado no campo de visualização com uma única cor, ou seja, todas as classes de uso do solo incluindo florestas, pastos, culturas, etc. estão representadas na mesma cor e, no campo dos temas, sem nenhuma legenda. Altere a simbologia e a legenda, da seguinte forma:

Ative o tema para visualização (talvez você já tenha feito isto);

Abra o menu do tema pressionando o botão direito do *mouse* sobre o nome do *PI*.

Clique em (*Properties*) e na nova janela que se abrirá você poderá encontrar as informações espaciais sobre os dados (na aba *Source*) exploradas em aula anterior.

Em (*Properties*) você encontrará uma série de opções que permitem modificar várias propriedades dos *PIs* que estão sendo visualizados, entre elas a simbologia (*Symbolology*) e a legenda utilizada para representar as classes (floresta, cultura, pasto, etc.) em análise.

No menu de propriedades do *PI* *uso2000*, selecione a opção *Symbolology* e, na área chamada *Show* (campo à esquerda da janela), escolha a opção *Categories* de modo a representar os elementos

do mapa em categorias, neste caso *uso* (que representa o uso e *cobertura de solo*). Estas categorias (*categories*) foram previamente definidas e o *atributo* de cada polígono está armazenado na tabela de atributos no campo (coluna) *Uso*. Este é o nome do *value field* (ou seja, nome do campo na tabela de atributos que possui o valor desejado) que será associado com cada um dos elementos representados.

Portanto, é nesta opção que você deverá escolher o atributo que deseja representar, neste caso *Uso* (*value field será USO*). Isto significa que, na representação visual dos polígonos do PI será atribuído um valor (ou uma categoria) associado à classe de uso (Figura 2). Clique no botão *Add All Values* para adicionar todas as classes de uso do mapa *uso2000*. Você pode modificar qualquer uma das cores das classes. Basta clicar no quadrinho a esquerda com a cor da classe. Se abrirá uma janela (*Symbol Selector*) para você escolher cores (entre outras opções).

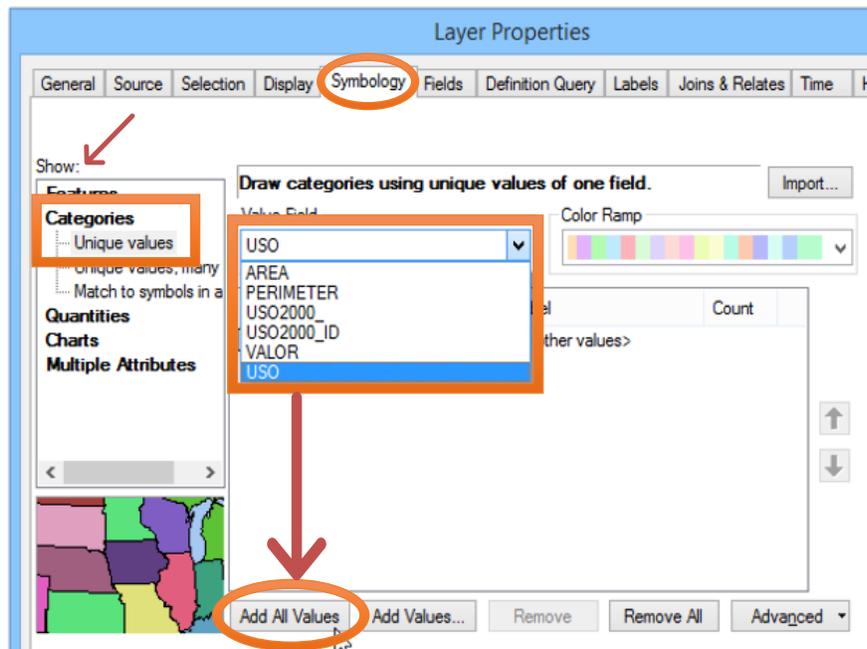


Figura 2. Menu de propriedades do PI *uso2000* e passos para modificar a paleta de simbologia de cada classe em função de um item.

Outra ferramenta útil do *ArcMap* é o medidor de distância na tela (📏). Selecione o ícone de medida de distância pressionando o botão esquerdo do *mouse*, coloque o cursor sobre o mapa e pressione o botão esquerdo no ponto de início da medida e, mantendo o botão pressionado, movimente o cursor até o ponto final. Solte o botão e a distância entre os dois pontos aparecerá na barra inferior da área de visualização do mapa.

Dica: Para a área, você pode abrir a tabela de atributos e somar a área de todos os fragmentos ou polígonos, de todas as classes.

Para obter informações de modo rápido dos atributos básicos de uma dada feição pode ser utilizada a ferramenta de identificação () . Esta ferramenta recupera atributos dos dados a partir de um dado ponto, linha ou polígono selecionado. Por exemplo, Figura 3 mostra as informações com utilização do botão de identificação par a uma pequena área de cana no *uso2000*.

Desative todos os PIs e ative apenas o PI que contém a característica que você deseja consultar, primeiro *uso1940* e depois *uso2000*. Clique no botão de identificação e coloque o cursor sobre um local no mapa ou sobre uma feição, fragmento, rio, lago, rua, estrada, etc, que você deseja identificar e pressione o botão esquerdo do *mouse*. Não esqueça que o PI (*uso1940* ou *uso2000*) que você deseja consultar tem que ser ativado  . Uma janela (como na figura acima) aparecerá mostrando a informação sobre o atributo consultado. As unidades das áreas e perímetros são em metros quadrados e metros, respectivamente.

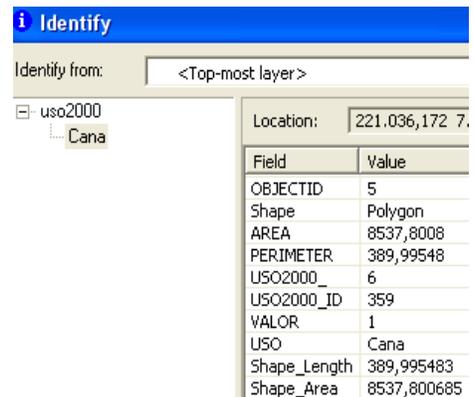
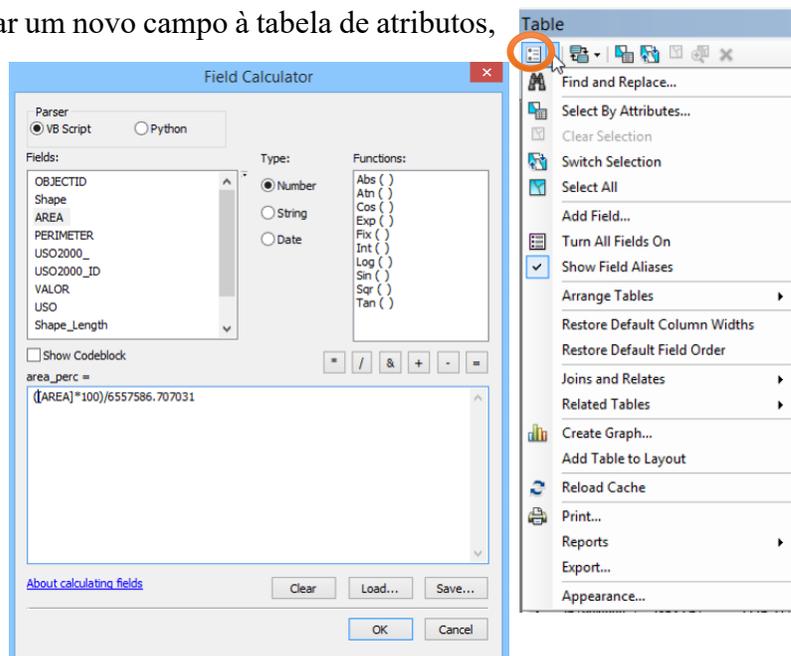


Figura 3. Janela de resultados da ferramenta *Identify* (identifique).

Adicionando um novo campo à tabela de atributos

Uma operação muito útil é a de adicionar um novo campo à tabela de atributos, particularmente quando se deseja calcular a contribuição percentual de uma ou mais classes na área ou perímetro totais. Neste caso você irá adicionar um campo para calcular o percentual da área de cada polígono de uso do solo em relação à área total de estudo. Para tal, abra a tabela de atributos do PI *uso2000* e abra seu menu e selecione a opção *Add Field*. Dê o nome de *area\_perc* e selecione a opção *Float* para este tipo de campo.



Isto significa que os

valores inseridos nos registros deste campo serão valores numéricos com números reais. Clique em OK e o campo será inserido na tabela de atributos. Antes de efetuar o cálculo você precisará do valor da área total. Para obtê-lo, abra a tabela de atributos e selecione o campo (coluna) área, clique no botão direito do mouse e no menu do campo selecione *Statistics*. Copie o valor da soma da área (sum) para o cache (*control c* ou com o *mouse*).

Volte para a tabela de atributos do PI e selecione o campo *area\_perc*, clique com o botão direito do mouse e no menu selecione agora a opção *Field Calculator*. No menu que se abrirá na caixa em branco insira a seguinte equação:  $([AREA]*100) / 6557586.77031$ . Para tal, você deverá abrir um parêntesis, selecionar e clicando 2x no botão esquerdo do *mouse* no campo AREA na listagem de campos (*Fields*). Observe que no quadro em branco o mesmo aparecerá. Clique na opção de multiplicação (\*) e adicione o valor 100. Clique no botão de divisão (/) e cole o valor da área total. Clique em OK e observe que agora o percentual em relação à área total aparece no campo *area\_perc*.

Consulta ao banco de dados (Tabela) por seleção de atributos

A consulta ao banco de dados como um método de análise permite usar equações para selecionar registros com base em atributos do tema ativo.

O editor de consultas permite criar buscas mais complexa para posterior análise estatística. Para tal, ative  o PI *uso2000*. No menu principal, selecione a opção *Selection, Select by Attribute*. Agora você deverá selecionar os elementos do PI pelo atributo *uso*, conforme mostrado na Figura 4. Por exemplo, para selecionar todas as áreas cobertas por cana-de-açúcar. Abra o menu de seleção (*Selection*) e escolha a opção selecionar por atributo (*select by attributes*): selecionar o PI desejado na opção *layer*, neste caso *uso2000*, em *Method* selecione *Create a new selection*.

Na janela dos *Fields*, clique 2x no campo *uso* com o botão esquerdo do *mouse* clique no operador “=” clique no botão *Get Unique Values*, para que apareçam as classes de uso existentes e, a seguir, clique 2x com botão esquerdo do *mouse* em “Cana”. Pressione *Apply* e observe

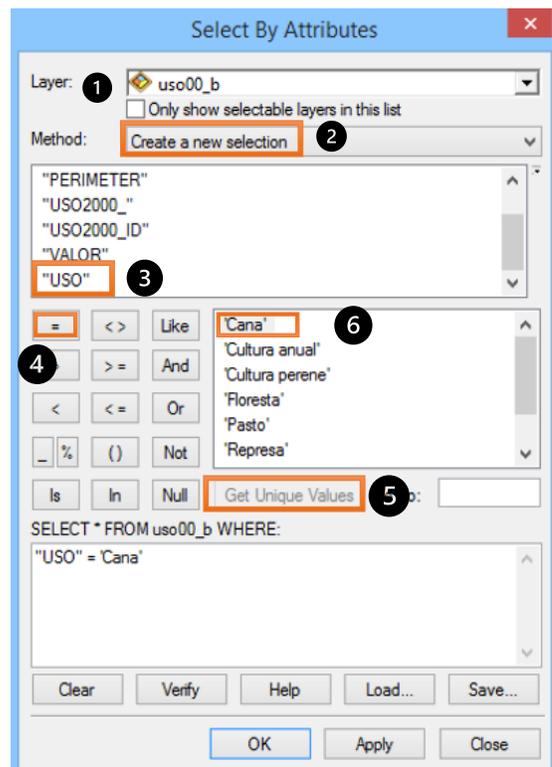


Figura 4. Menu de seleção por atributos de um vetor.

que enquanto acima do campo em branco localizado na porção inferior da janela de diálogo aparece a seguinte frase:

“*SELECT \* FROM Nome do PI WHERE:*” e na caixa de diálogo aparece uma equação. Ou seja, você solicitou ao programa: selecione todas (\*) as áreas do (PI) *uso2000* onde o *USO* é igual a “cana”. O programa selecionará apenas os polígonos nos quais o uso do solo foi classificado como cana-de-açúcar.

Ao pressionar *Apply*, vários polígonos passarão a apresentar uma linha de contorno azul clara.

Abra novamente o menu *Selection*, e escolha a opção *Statistics* para obter um resumo básico (Figura 5). Esta é a forma mais simplificada de consulta. Se você abrir a tabela de atributos, verá que linhas na tabela estarão marcadas em azul também, são linhas (registro na tabela) que correspondem aos fragmentos (*polygons*) selecionados (*Cana*).

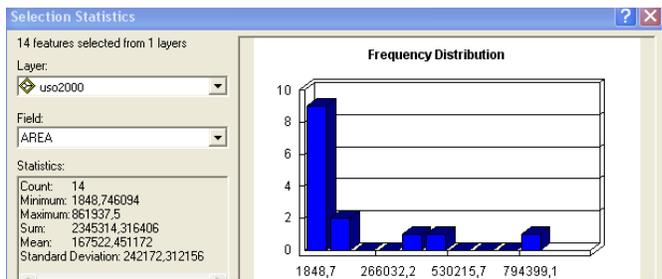


Figura 5. Caixa de resultados do cálculo de estatísticas básicas em um vetor.

Você pode obter os dados para responder esta pergunta de duas formas:

Na tabela de atributos de cada ano selecionar a opção *select by attributes* para selecionar apenas as áreas de cana. Ordenar os registros da tabela usando o campo *AREA* de modo descendente (*Sort Descending*): clique no botão direito do mouse sobre o campo e no menu clique em *Sort Ascending* ou *Descending*. Na figura ao lado, a tabela mostra apenas florestas selecionadas e ordenadas de modo ascendente pelo campo *AREA*. Clicando em *Options* você encontra uma série de opções como o *Select By Attributes* (menu principal localizado em *Selection*). Como você já está com a tabela aberta, ele fará a consulta diretamente nela. Na barra de baixo da tabela existem os dois ícones. Ativando a opção 1, você visualizará todos os registros, enquanto a opção 2 permite visualizar apenas os registros selecionados.

AREA	O2000	ID	VALOR	USO	Sha
90719,281			439	Floresta	
84553,341			467	Floresta	
49496,721			624	Floresta	
47362,731			577	Floresta	
42930,541			503	Floresta	
41211,891			938	Floresta	
30552,571			637	Floresta	
29862,851			594	Floresta	
29862,81			973	Floresta	
29211,861			514	Floresta	
18703,551			391	Floresta	
18606,581			454	Floresta	
16647,041			393	Floresta	
16420,31			401	Floresta	
14085,751			446	Floresta	
13102,181			482	Floresta	
12499,541			546	Floresta	

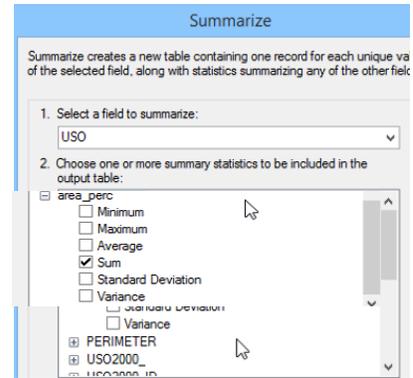
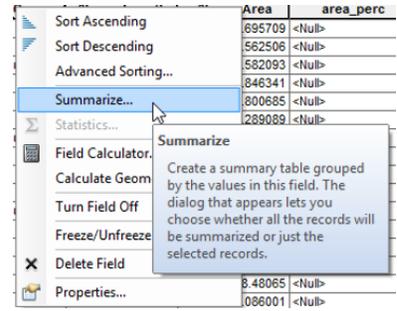


Na tabela de atributos selecione o campo área e clique no botão direito do *mouse* para abrir o menu, selecione *Statistics*. Na janela de resultados o valor maximum corresponde ao da área do maior

fragmento. Após realizar as operações clique em *Clear selected*  e ative a opção de visualização 1 da tabela de atributos.

Quando se deseja calcular os valores para todas as classes simultaneamente, existe uma opção no menu da tabela de atributos chamada *Summarize* (sumarizar). Esta operação criará uma tabela com os valores desejados agrupados em função de um campo. Neste caso, você deverá gerar duas tabelas de resultados das estatísticas das áreas de cada classe de uso, uma para 1940 e outra para 2000.

Para tal, abra a tabela de atributos do PI *uso1940* e selecione o campo *uso* e clique no botão direito do mouse para abrir o menu. Selecione *sumarize*. No menu que se abrirá, expanda a opção *área* e selecione *Sum*. Desça até o campo *área\_perc* e repita o procedimento. Clique OK e observe que, ao final da operação, uma tabela será adicionada à Tabela de conteúdo. Abra-a e use os resultados para preencher a Tabela 2. Repita o procedimento para o PI *uso2000*.



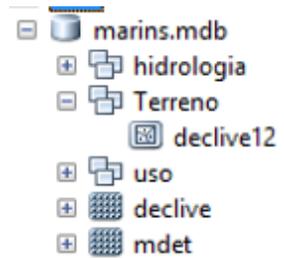
Com os resultados você já é capaz de responder a primeira parte do seu problema, ou seja, avaliar a intensidade das mudanças no uso do solo entre 1940 e 2000 na área de estudo.

Tabela 2. Áreas e percentual das classes de uso e cobertura do solo na área de estudo do ribeirão dos Marins obtidas em 1940 e 2000

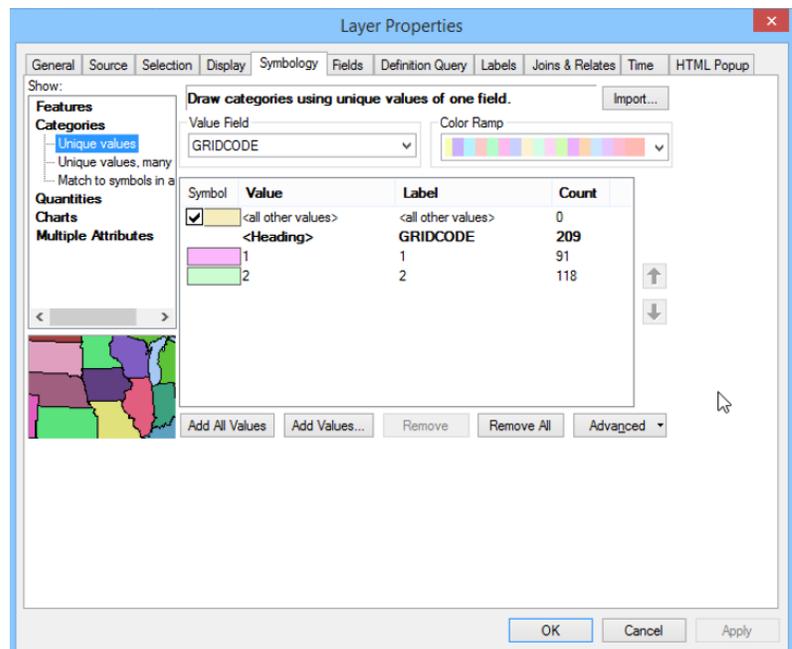
Uso do solo	1940		2000	
	Área (km <sup>2</sup> )	% da área total	Área (km <sup>2</sup> )	% da área total
Cana-de-açúcar				
Cultura anual				
Cultura Perene				
Floresta				
Pasto				
Represa				
Urbano				
Área total ((km <sup>2</sup> )				

## Etapa II: delimitando as áreas para mecanização

Na segunda etapa deste exercício, você deverá identificar as áreas potenciais para mecanização da colheita de cana-de-açúcar, ou seja, com declividade menor que 12 %. Inicie esta etapa, adicionando ao seu projeto os PIs *declive* e *declive12*. Use a opção *Add data*  ou arraste-os da base de dados no *ArcCatalog*. O PI *declive* encontra-se no formato em grade (*raster*) e está na pasta C:\CEN628\lab3\marins.mdb. Já o PI *declive12* está armazenado na mesma *geodatabase*, no conjunto de dados (ou de feições) chamado de *Terreno*.



Usando a opção *Symbology* localizada no menu do PI *declive12*, selecione *categories, unique value*. No campo *Value field* selecione *GRIDCODE* e a seguir clique em *Add all Values*. Clique ok e observe que os polígonos com *gridcode* = 1 correspondem às áreas com declividade  $\leq 12\%$  e as com *gridcode* = 2 com declividade  $> 12\%$ . Este mapa foi gerado pela reclassificação da grade *declive*, e a posterior conversão para o formato vetorial.



O próximo passo é isolar as áreas que são utilizadas para o plantio de cana-de-açúcar. Para tal, abra a tabela de atributos do PI *uso2000* e usando *Select by attribute* em *Selection*, no menu principal selecione todas as áreas (ou polígonos) de cana-de-açúcar. Na tabela de conteúdo, selecione o PI *uso2000*, clique no botão direito do *mouse* sobre o nome do mesmo, e na janela que se abrirá escolha *Data, Export data*. Selecione C:\CEN628\lab3\resultados para salvar o novo PI com o nome *cana2000* como ilustrado na Figura 6. Na opção *Save as type*, selecione *Shapefile* e clique *save*

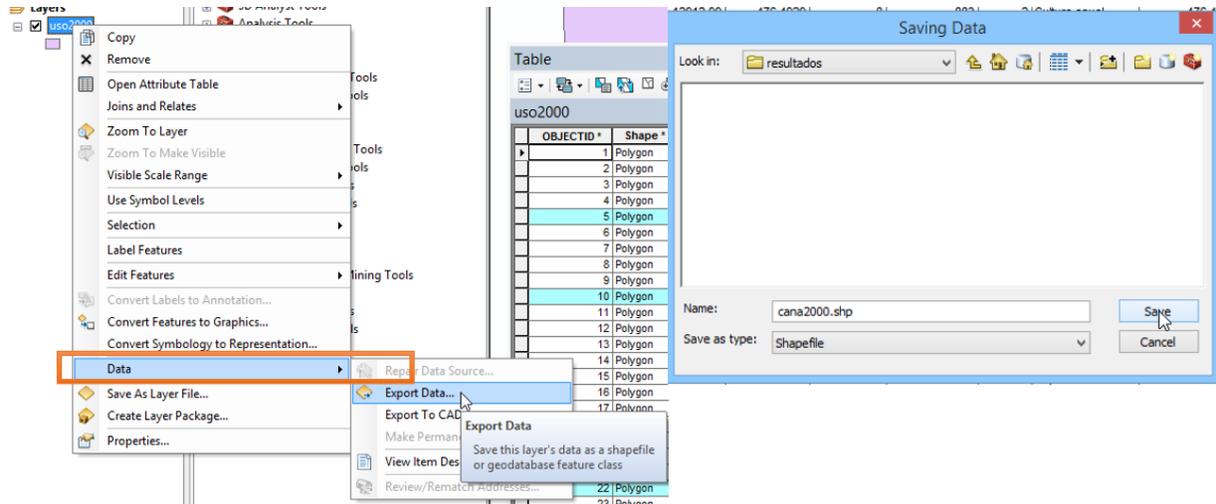


Figura 6. Menu para salvar um conjunto de dados vetoriais.

A finalizar a operação, uma mensagem perguntando se você deseja adicionar (*Add*) o PI *cana2000* ao seu projeto deverá aparecer. Clique em sim. Observe que agora seu mapa contém apenas as áreas com plantio de cana-de-açúcar na área de estudo.

### Etapa III: combinando as restrições

O objetivo final deste exercício é o de isolar as áreas plantadas com cana-de-açúcar em terreno com declividade = 12 %. Para tal você irá primeiro combinar dois PIs: *cana2000* e *declive12*. Assim, você irá sobrepor os dois PIs utilizando uma ferramenta de sobreposição chamada *Intersect*, a qual computa a intersecção geométrica dos PIs de entrada e escreve em um novo PI apenas as feições (ou porções delas) que se sobrepõem em todas elas (Figura 7). Esta ferramenta está localizada no menu do *Arctoolbox* (caixa de ferramentas - *Arctoolbox*), na opção *Analysis Tools, Overlay, Intersect* (Figura 7). No menu do mesmo, na opção *Input Feature*, clique na seta à direita (1) e selecione os PIs *cana2000* e *declive12*. No campo *Output Feature Class*, clique na pasta (2) e navegue até *C:\CEN628\lab3\resultados* e salve o seu novo PI com o nome de *cana\_declive12*. Clique em OK para executar. O vetor *cana\_declive12* será criado e adicionado na Tabela de conteúdo.

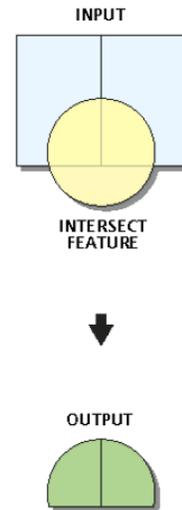


Figura 7. Representação gráfica da sobreposição tipo *intersect*.

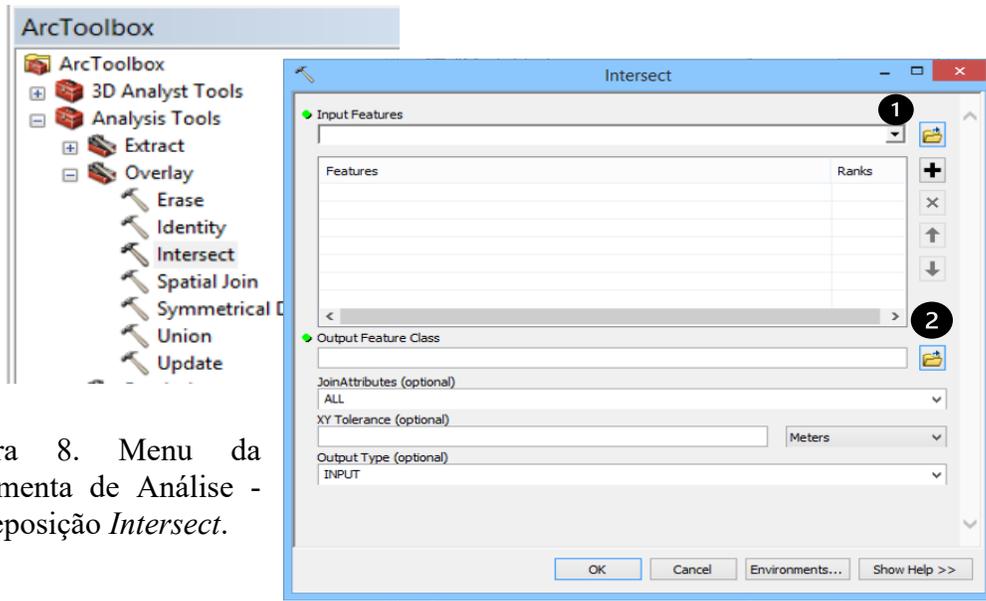


Figura 8. Menu da ferramenta de Análise - sobreposição *Intersect*.

Abra a tabela de atributos do PI *cana\_declive12*, e selecione as áreas de cana, com declividade menor que 12% (gridcode = 1) usando a ferramenta *Select By Attributes*. Note que você já separou no *intersect* o uso cana, deste modo, sua equação deverá ficar: [GRIDCODE] = 1. Clique OK e observe que parte dos polígonos do PI *cana\_declive12* apresentam agora uma linha azul clara, indicando que foram selecionados. Selecione este PI na Tabela de atributos e salve o novo mapa seguindo os mesmos passos descritos anteriormente: clique com o botão direito do *mouse* no nome do PI, selecione *Data*, *Export data*, clique em OK. Nomeie seu novo PI de mecanização. Abra a tabela de atributos e calcule a área disponível para mecanização.

#### Etapa IV: Componha seu Layout

Crie um *layout* contendo o mapa de uso do solo em 2000, com sua respectiva legenda e escala e outro com as áreas de cana passíveis de mecanização, com legenda e escala. Analise seu mapa final e responda as perguntas.

## PRÁTICA 4: Elementos da paisagem: matriz, fragmentos e corredores

Como vimos na aula teórica, uma paisagem pode ser definida como um mosaico de ecossistemas interativos. No interior dos mosaicos existem unidades funcionais (ecossistemas individuais), entre as quais fluem espécies, energia e materiais. O padrão do mosaico ecológico afeta (e é afetado) por estes fluxos, determinando assim a dinâmica da paisagem. Este mosaico é formado por fragmentos (ou ecossistemas) e corredores, imersos em uma matriz (ou elemento dominante e mais conectado). Nesta prática você deverá identificar e quantificar estes elementos, bem como analisar como as mudanças no uso da terra afetam os mesmos. Para tal você utilizará um banco de dados derivado das bases de dados do Prodes ([www.inpe.br](http://www.inpe.br)) e SEMA-MT ([www.sema.mt.gov](http://www.sema.mt.gov)). Os dados referentes a esta prática estão disponíveis em **C:\CEN628\lab4**.

### Etapa I- Reconhecendo os elementos básicos de uma paisagem

Inicie o *ArcMap* e adicione (*Add Data* ) os PIs *uso2017\_leste*, *uso2017\_oeste* e *uso2017\_PNX*, armazenados na pasta **C:\CEN628\lab3**. Os mesmos apresentam os mapas do uso do solo em três paisagens vizinhas do nordeste do Estado do Mato Grosso em 2017. A área de estudo compreende dois municípios e uma terra indígena (Figura 1):

- *uso2017\_leste*: município de São Félix do Araguaia
- *uso2017\_oeste*: Município de Feliz Natal
- *uso2017\_PNX*: Parque Nacional do Xingu



Figura 9. Localização da área de estudo.

Seguindo os seguintes passos, faça uma análise visual da área de estudo

1. Para visualizar a localização da área de estudo no Brasil e respectivos estados, adicione (da mesma forma que você acabou de fazer com os mapas de uso do solo) o mapa dos limites administrativos estaduais chamado *estados*, armazenado na pasta **C:\cen628\lab3**. Para melhor identificar cada um deles, adicione o rótulo com o nome respectivo: selecione o PI, abra o meu do mesmo, selecione *Properties* e a lingueta *Labels*. No campo *Label Field* escolha *NOMEUF2* para que o programa use para rotular cada feição a coluna com os nomes dos estados (Figura 2);

2. Abra novamente o menu do PI e ative a opção *Label Feature* (rotule a feição);
3. Para melhor visualizar cada mapa modifique a simbologia. Você já fez isto nos dois laboratórios anteriores. Algumas dicas que podem ajudar. Selecione o PI desejado e:
  - a. deixe o PI `brasil_estados` sem preenchimento de cor. Selecione o PI, abra o menu de propriedades em *Symbology*, clique no quadrado que aparece no campo *Symbol* e no menu que se abrirá escolha *Hollow* (vazio). Clique OK (Figura 3);
  - b. Selecione o PI `uso2017_PNX` e abra o menu de propriedades do mesmo, clique na opção *Symbology* > *Categories* > *Unique Values*. No campo *Value Field* escolha o item *Uso2017*, o qual corresponde à classe de uso na tabela de atributos. Clique em *Add All Values* (Figura 4). Modifique as cores da seguinte forma: clique no quadradinho da classe desejada e escolha: mata ciliar: verde claro, floresta: verde escuro, corpo de água: azul, cerrado: laranja e agropastoril: amarelo claro. Clique OK e visualize;
  - c. Para usar a mesma paleta de cores nos outros dois mapas, no menu de simbologia de cada um deles de no campo *Draw all features using the same symbol* selecione *Import* (Figura 5). Na janela que se abrirá escolha as opções *Uso2017*;
4. Identifique os elementos de cada paisagem (matriz, fragmentos e corredores) e descreva os critérios e características que foram utilizados para efetuar tal diferenciação. Registre seus resultados na Tabela 1;

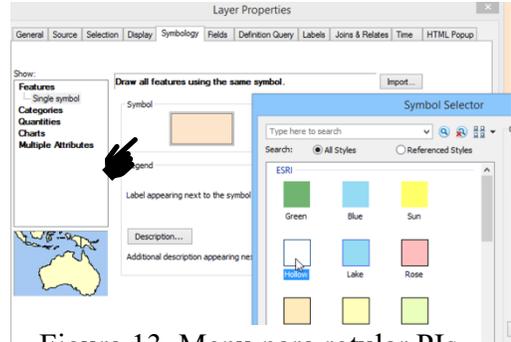


Figura 13. Menu para rotular PIs.

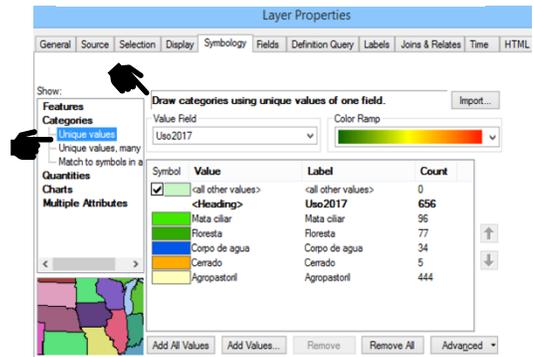


Figura 13. Menu de simbologia.

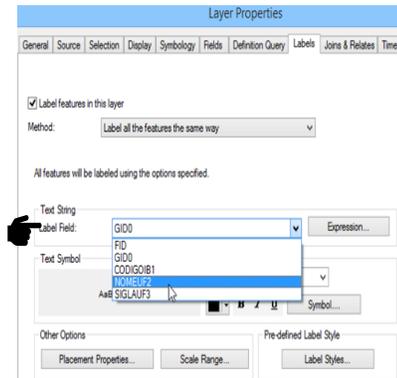


Figura 13. Menu de simbologia por categoria.

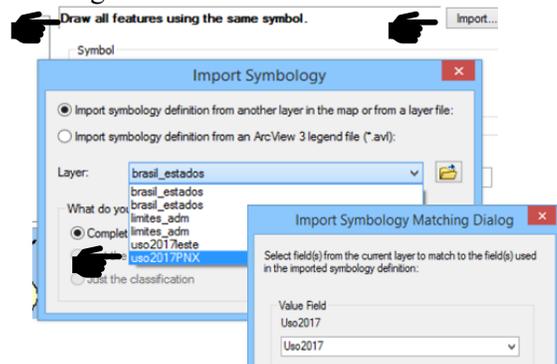


Figura 13. Menu para importar uma simbologia

5. Com base nestes resultados faça uma análise comparativa entre as três paisagens em termos de matriz, fragmentos e corredores.

Tabela 1. Descrição dos elementos de paisagens localizadas no noroeste do Estado do Mato Grosso.

Mapa de uso	Elemento da paisagem	Classe(s) existente(s)	Descrição das características*
uso2017_leste	Matriz		
	Fragmentos		
	Corredores		
uso2017_oeste	Matriz		
	Fragmentos		
	Corredores		
uso2017_PNX	Matriz		
	Fragmentos		
	Corredores		

\*Exemplo: classe dominante, conectividade entre fragmentos, fragmentação, etc.

## Etapa II- Quantificando os elementos básicos de uma paisagem

A paisagem é definida como uma área heterogênea da superfície terrestre composta de um conjunto de ecossistemas interativos e que se repetem de forma similar em uma dada extensão (Forman e Gordron, 1986). A disposição espacial destes elementos, por sua vez, determina a estrutura da paisagem, a qual influencia diretamente a sua dinâmica. A estrutura da paisagem pode ser caracterizada pela disposição espacial, o tamanho e a forma de seus elementos e permite avaliar como as perturbações, incluindo a ação do homem, determinam o processo de fragmentação, ou seja, de distribuição de habitats. Para avaliar o efeito da ação do homem na fragmentação da vegetação nativa (floresta) em cada uma das paisagens analisadas acima, você utilizará quatro medidas

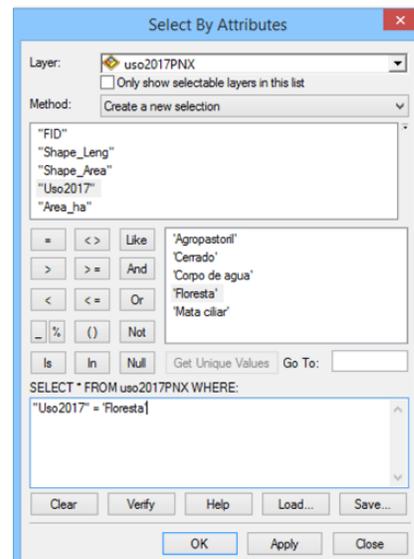


Figura 14. Menu de seleção por atributos.

quantitativas: 1) número de fragmentos de floresta; 2) área mínima, máxima e média dos fragmentos e 3) razão perímetro/área (P/A). Para obter estes valores, para cada uma das paisagens repita os procedimentos descritos a seguir:

1. Número de fragmentos: selecione um dos mapas de uso do solo e utilizando a opção *Selection, Select by Attribute*, no campo *Layer* escolha o mapa de uso do solo que você deseja consultar. Isole apenas os fragmentos de floresta. Para tal use a expressão: "*Classe*" = '*Floresta*' (com o botão esquerdo do *mouse* clique 2 vezes na opção *classe*, uma vez no sinal "=" e uma vez em *get unique values*, e finalmente 2 vezes na opção '*floresta*'. Você pode também abrir a tabela clicando com o botão direito do *mouse* no nome do PI como mostra a Figura 6;
2. Abra a tabela de atributos do PI, selecione a coluna com os valores das áreas em hectares (*Area\_ha*) e clique no botão direito do *mouse*, selecione *Statistics*. Na janela de diálogo que se abrirá observe que você encontra: o número de fragmentos (*count*), as áreas médias (*mean*), do maior (*maximum*) e do menor (*minimum*) fragmento e a somatória ou área total (*sum*). Anote os valores na Tabela 2. Repita o procedimento para os outros dois mapas;
3. Razão perímetro/área (P/A): deverá ser calculada. Para tal, abra a tabela de atributos do PI, selecione o item (coluna) *P\_A*, clique no botão direito do *mouse* e selecione a opção *Field Calculator*. Na janela de diálogo, posicione o cursor na caixa em branco para escrever a equação lógica: usando o botão esquerdo do *mouse*, clique 2 vezes no item *Shape\_leng* (=perímetro), clique uma vez no sinal "/" (divisão) e clique 2 vezes no item *Shape\_area*. Observe que na sua caixa de diálogo agora aparece a seguinte equação:  $[Shape\_leng] / [Shape\_area]$ . Note que você já escolheu o campo *P\_A* na tabela no início. Clique em OK;
4. Observe que agora, na tabela de atributos, na coluna *P\_A* estão registrados os valores desta razão, a qual descreve a forma dos fragmentos. Valores mais elevados indicam fragmentos mais dendríticos, ou seja, as bordas/ecôtones maiores. Certifique-se que você tem selecionados apenas os registros referentes à classe floresta. Em caso negativo repita os passos descritos em 1. Abra a tabela de atributos do PI, selecione a coluna *P\_A* e clique no botão direito do *mouse*, selecione a opção *Statistics*. Na janela de diálogo que se abrirá observe que você tem: valores mínimos, máximos, médios e totais desta razão. Anote-os na Tabela 2;
5. Agora você irá localizar o menor e o maior fragmento de cada paisagem, no mapa: abra a tabela de atributos do PI e em *Options - Select by attribute*, selecione apenas a classe floresta. Na tabela de atributos selecione a coluna *Area\_ha*, clique no botão direito do *mouse* e ordene os valores desta

coluna de forma ascendente (*Sort Ascending*): o 1º. registro é o menor fragmento e o último o maior para esta classe. Registre os resultados na Tabela 2;

- Repita os mesmos procedimentos para os outros dois mapas e termine de preencher os valores na Tabela 2. Com estes resultados, faça uma análise comparativa das três paisagens em termos do número de fragmentos, das áreas médias, do maior e do menor fragmento bem como da razão P/A

Tabela 2 – Estatísticas da classe Floresta nos mapas de uso do solo em 2017.

	Número de fragmentos	Áreas dos fragmentos (ha)			P/A Média	P/A Fragmento	
		Média	Mínima	Máxima		Menor	Maior
uso2017_leste							
uso2017_oeste							
uso2017_PNX							

### Etapa III – Analisando a série histórica

Nesta última etapa você irá analisar os resultados em termos numéricos de uma série histórica incluindo os anos de 1977, 1987, 1997, 2007 e 2017 das três áreas de estudo. O objetivo é avaliar quais foram os impactos das mudanças no uso do solo ao longo do tempo em cada paisagem em termos de composição e fragmentação, bem como comparar as mesmas. Você utilizará valores previamente calculados da mesma forma que você o fez para o ano de 2017 e que estão organizados na planilha **C:\CEN628\lab3\resultados\analise.xls**.

## PRÁTICA 5: escalas e hierarquias em paisagens

---

Vários aspectos dos processos ecológicos mudam com a escala de observação, entender como a mesma influência dos resultados de nossas observações é essencial para compreender a dinâmica da paisagem (O'Neill & Smith, 2002). Esta prática tem como objetivos: 1- ilustrar os efeitos das mudanças na escala de observação em estudos ecológicos; 2- ilustrar as diferenças de dois conceitos de escala em ecologia de paisagem: tamanho da parcela mínima (TPM) e extensão, os efeitos das mudanças na escala de observação nos mesmos e as consequências na interpretação dos padrões observados. Os bancos de dados utilizados foram obtidos de Gergel e Turner, 2002; Casagande, 2005 e Ballester et al., 2018. Os dados referentes a esta prática estão disponíveis em **C:\CEN628\lab5**.

Você irá iniciar esta prática, analisando o efeito da escala de amostragem nos resultados de um processo ecológico bastante conhecido e bem descrito na literatura científica. Para tal, você construirá e analisará gráficos para entender a relação entre predador-presa entre uma espécie de ave e uma de inseto de liteira da floresta. Para obter os dados que serão usados, foram realizados 2 levantamentos em campo sobre abundância de predadores e presas em parcelas de 0,1 m<sup>2</sup> ao longo de dois transectos:

- **T1:** as amostras foram realizadas a cada 10 m ao longo de 100 m.
- **T2:** as amostras foram realizadas a cada 200 m ao longo de 2000 m
- Uma vez que a amostragem foi feita nos dois transectos utilizando um quadrado de mesmo tamanho, ou seja, 0,1 m<sup>2</sup>, isto significa que o *tamanho da parcela mínima ou o pixel no formato em grade*, é o mesmo nos dois experimentos. Levando este aspecto em consideração, compare os resultados da análise gráfica e responda as perguntas 1 a 3. Lembre-se da aula teórica sobre resolução espacial, escalas de observação, extensão, etc. Neste estudo o tamanho da parcela mínima é a mesmo, mas a extensão é diferente.

Abra o programa Excel e, no mesmo, a planilha **abundancia.xls** armazenada na pasta **C:\CEN628\lab5\insetos**, que contém duas abas:

- Desenho experimental: na primeira linha, preencha com cor amarela os quadrados usando os intervalos referentes ao T1 e com cor vermelha os do T2 (apenas para os primeiros 1000 metros).
- Tabelas: nesta aba você encontrará as tabelas 1 e 2, com os valores obtidos em cada um destes experimentos. Utilizando estes valores, trace os respectivos gráficos de abundância de predadores e presas em função da distância no transecto.

- Você deverá usar um gráfico de dispersão. No eixo *x* você deverá colocar as distâncias de amostragem e no *y* o número de indivíduos. Você irá fazer um gráfico para cada transecto, com intervalos nas distâncias de 20 m e extensão de 200 m.

## Etapa II – Implicações das mudanças na escala de observação em estudos de paisagens

Da mesma forma que ocorre com os processos ecológicos em populações, comunidades e ecossistemas, a escala de observação, o tamanho da área de estudo e o tipo de legenda adotada têm influência direta nos padrões e processos observados nas paisagens. Nesta parte da prática você avaliará o efeito de três aspectos da escala nos resultados obtidos: tamanho da parcela mínima (TPM), extensão da área de estudo e tipo de legenda adotada. O objetivo desta etapa é demonstrar como as diferenças na escala de observação produzem resultados distintos.

### Etapa II. 1. Avaliando o efeito do tamanho da parcela mínima na variabilidade observada

Inicie o *ArcMap*, e adicione (*Add Data*) os *layers* *uso\_re* e *uso\_etm* localizados na pasta **C:\CEN0628\lab5\matogrosso**. Estes dois PIs (tipo *grade*) recobrem a mesma extensão de uma região do Município de Canarana em Mato Grosso. Cada um deles foi obtido pela classificação digital de imagens de satélite com resolução espacial (tamanho da parcela mínima) distintas, *Rapid eye* e *Landsat 7*, respetivamente. Para facilitar a visualização dos mesmos, você irá criar uma simbologia igual para os dois *PIs*:

- 1- ative uma das *grades*, *uso\_re* ou *uso\_etm*;
- 2- selecione e abra o painel de propriedades (clique com botão direito do mouse sobre o nome **uso\_etm**). Escolha a opção *Symbology*. Observe que neste caso as opções de representação são distintas das exploradas na aula anterior. Isto ocorre porque, neste caso, você está usando a representação matricial (Figura 1).

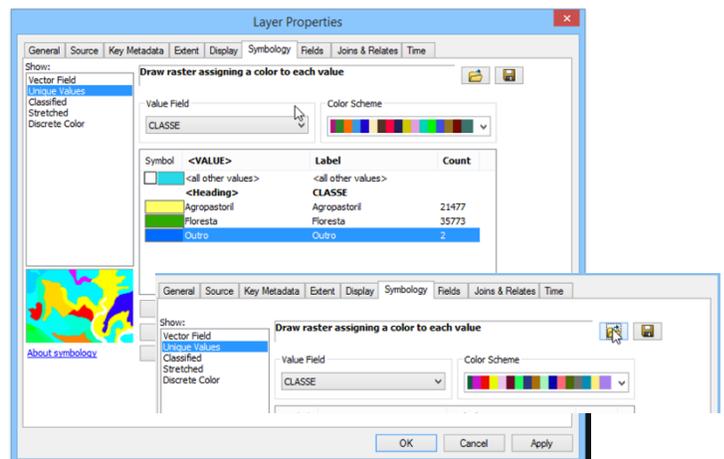
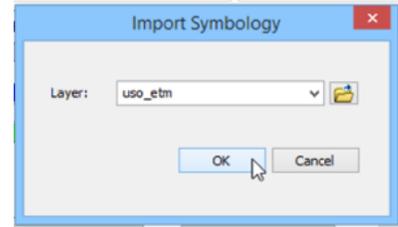


Figura 15. Menu de simbologia de um PI - matricial.

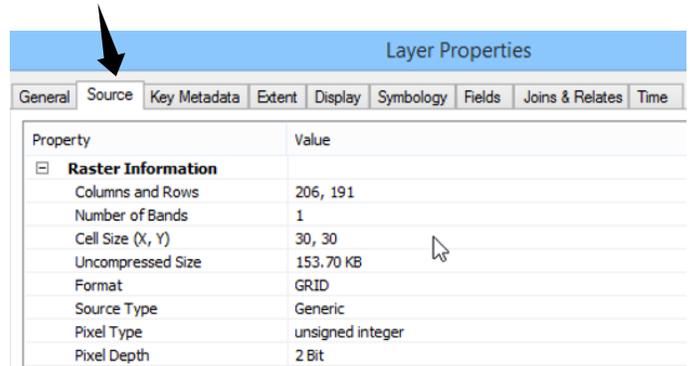
3- Escolha a opção *Unique values*. Clique na opção *Value field* e selecione o campo **classe**. Atribua a cada classe de uso do solo uma cor. Agora abra o menu de simbologia da outra grade (**uso\_re**) e utilize novamente como campo de simbologia a opção **classe**.



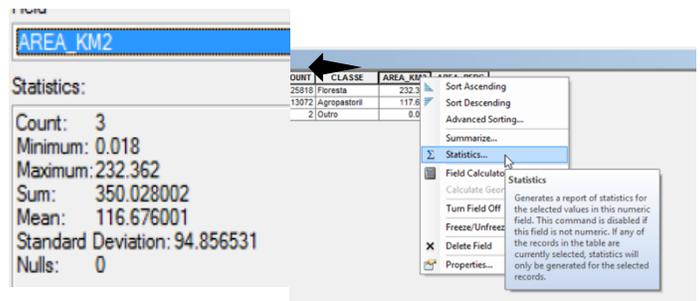
4- Para utilizar as mesmas cores que você definiu para a grade anterior, selecione *Properties, Symbology, Import* e escolha, na janela que se abrirá o nome da grade (Layer) já representada, ou seja, a grade que anteriormente você atribuiu as cores (a **uso\_etm**). Clique OK. Você estará importando as mesmas simbologias do layer que você já tinha atribuído cores, para o outro layer (ou *uso*).

5- identifique o tamanho da parcela mínima (TPM) e a extensão de cada uma das grades:

i. abra o menu de propriedades e selecione a opção *Source*. Na janela que se abrirá, estão listados uma série de parâmetros de definição espacial da grade que você está analisando.



ii. Destes parâmetros, os de interesse nesta etapa são o Tamanho da Parcela Mínima (cell size) e a Extensão da área de estudo ou o tamanho da área que você está analisando. Este valor pode ser obtido consultando a tabela de atributos: selecione a coluna área em km<sup>2</sup> e abra o menu da mesma. Escolha *Statistics*, o tamanho da área é dado pela soma de todos os campos desta coluna: SUM. Registre os resultados na Tabela 1.



iii. Analize, visualmente, as duas grades e anote as diferenças e semelhanças que você observa em termos do número de classes mapeadas e a área ocupada por cada uma delas. Consulte a tabela de atributos de cada grade e registre o tamanho da área coberta por cada tipo de cobertura do solo na Tabela 1. NOTE que o TMP é dado em metros (unidade da projeção), enquanto a área foi calculada em quilômetros quadrados para facilitar a análise.

Tabela 1. Valores de extensão, tamanho da parcela mínima e áreas das classes de obtidas pelos mapeamentos com dois sensores remotos distintos.

Imagem original e mapa de uso do solo	Extensão (km <sup>2</sup> )	Tam. Parc. Mín.	Floresta		Agropastoril		Outros	
			Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%
Rapid Eye Mapa: uso_re								
Landsat 7 Mapa: uso_etm								

O tipo de representação é fundamental para obter determinados resultados. Por exemplo, no formato matricial não é possível obter o número de fragmentos diretamente. Existem formas de isolar cada um os mesmos neste formato, porém isso aumenta significativamente o tamanho dos arquivos, demandando maior espaço de armazenamento e capacidade de processamento.

Uma alternativa é utilizar o formato vetorial. Adicione ao seu projeto os PIs *uso\_re\_vetor* e *uso\_etm\_vetor*. Modifique a simbologia para visualizar as classes de uso do solo (*Properties, Sybology, Categories, Value field: Classes, Add all*).

Abra a tabela de atributos de um dos dois PIs e, no menu principal escolha *Selection, Select By Attributes*, para selecionar todos os polígonos que apresentam o mesmo atributo em relação a uma dada característica (Figura 2A). Clique no item Classe duas vezes, uma vez em igual (=), uma vez em *get values*, selecione “Floresta” e clique duas vezes. Observe que o mesmo aparece agora no campo *SELECT \* FROM* aparece “Classes” = ‘Floresta’, ou seja você está pedindo para o programa selecionar na categoria classes todos os campos com o valor igual a Floresta (Figura 2B). Na tabela de atributos selecione o campo Classe, abra o menu com o botão direito do *mouse* e escolha *Statistics*. Na janela que se abrirá observe que existe um item chamado *Count* (contagem em inglês), ou seja o número de vezes que o atributo selecionado ocorre no mapa, ou o número de fragmentos desta classe. Repita a operação com o outro mapa e compare os valores obtidos.

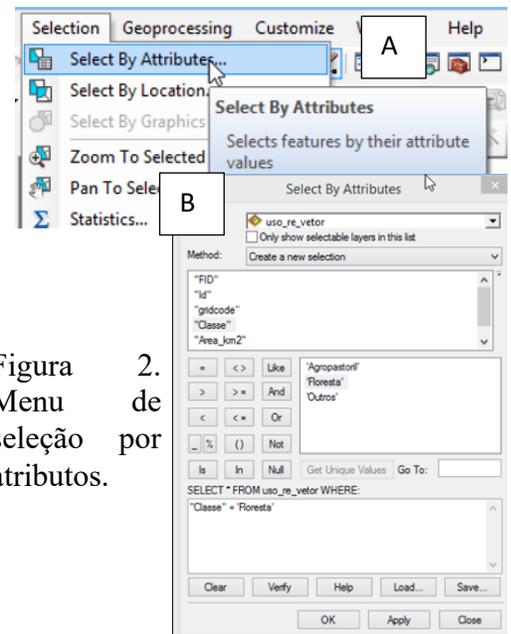


Figura 2. Menu de seleção por atributos.

Número de fragmentos de floresta mapeados com

Rapid eye: ..... e Número de fragmentos de floresta mapeados com Landsat 7: .....

Para que você fez isso tudo? Por dois motivos, o primeiro é para observar que cada tipo de representação apresenta vantagens e desvantagens. O segundo, para se familiarizar com uma ferramenta muito útil em ecologia da paisagem.

## Etapa II.2. Avaliando o efeito da extensão na variabilidade observada

No *ArcMap*, inicialize um novo projeto . Adicione  os mapas de cobertura e uso do solo *uso00\_a* e *uso00\_b* armazenados na pasta **C:\CEN628\Lab5\marins**. Estes vetores foram gerados pela interpretação das fotografias aéreas recobrimdo uma região do ribeirão dos Marins no município de Piracicaba em 2000. Cada *classe*, nestes mapas, se refere ao campo *uso*.

Observe que em cada mapa a extensão da área de estudo é distinta, mas que o tamanho da célula é o mesmo (resolução espacial da fotografia aérea original). Inicie o trabalho identificando estes valores e registrando-os na Tabela 5. Calcule agora a área média e o número de fragmentos das classes floresta, cana e urbanização. Registre seus resultados na Tabela 2.

Abra a tabela de atributos do PI *uso\_a* e depois do *uso\_b*, clique em *Options* e em *Select by Attributes*, selecione o uso que você deseja (clique 2x em “USO”, uma vez em “=” e em *Get Unique Values*, clique 2x em uma das classes e depois em *Apply*. Na própria tabela de atributos e clique com o botão direito do mouse no campo *Area*, selecione *Statistics* (count = NF; mean = média). A estatística será calculada para a classe de uso selecionada. Para limpar a seleção use *clear selection*, .

Repita a operação para as demais classes. Outra opção é utilizar a ferramenta Sumarize: selecione a coluna uso, na janela que se abrirá expanda o item área e selecione média (average).

Tabela 2. Valores de área média e (AM - km<sup>2</sup> e Número de fragmentos (NF) de cada classe de uso do solo em uma região do município de Canarana, MT.

Uso do solo	Extensão	Floresta		Cana de açúcar		Urbanização	
		AM	NF	AM	NF	AM	NF
uso00_a							
uso00_b							

### Etapa III – Avaliando o efeito do tipo de legenda adotada

Inicie um novo projeto () e adicione () os layers **veg\_4class** e **veg\_2class** armazenados na pasta **C:\CEN628\lab5\veg\_marins**. Cada um destes mapas representa o uso do solo de uma mesma extensão, com tamanhos de parcela mínima iguais. A diferença agora está no detalhamento da legenda. Inicie o trabalho modificando as propriedades de simbologia ou cores. Use como item para visualização da simbologia o campo **classe**. Observe as diferenças entre os dois PIs. Utilizando a tabela de atributos de cada um, registre a área média (AM) e o número de fragmentos (NF) de cada classe na Tabela 3.

Tabela 3. Valores de área média e (AM - km<sup>2</sup> e Número de fragmentos (NF) de cada classe de uso do solo em uma região da microbacia do ribeirão dos Marins utilizando duas legendas, uma com 2 e outra com 4 classes.

Mapa de uso do solo	Extensão	Floresta nativa		Regeneração		Floresta plantada		Outros	
		AM	NF	AM	NF	AM	NF	AM	NF
veg_2class									
veg_4class									

## PRÁTICA 6: fatores que originam padrões e heterogeneidade da paisagem

Os objetivos desta prática são examinar os padrões e a heterogeneidade da paisagem e identificar os fatores responsáveis pela geração dos mesmos. Para tal, você utilizará os dados referentes a uma área do estado de Michigan (EUA), colonizada no final do século XIX. Você irá determinar o efeito de 2 fatores físicos e uma perturbação nos padrões e heterogeneidade da paisagem. Os exercícios apresentados a seguir foram extraídos de Delcourt (2002).

### Etapa I- Efeito de dois fatores físicos na distribuição de várias espécies de árvores

Inicie o *ArcMap* e adicione (📍) as grades (grid) *solos*, *pinho\_branco*, *pinho\_jack*, *fagus* e *bordo*, armazenadas na pasta **C:\CEN628\lab5**. A grade *solos*, representa as propriedades dos mesmos de acordo com a legenda apresentada na Tabela 1. As demais grades apresentam a distribuição espacial das árvores de duas espécies de pinheiro (jack e branco), *fagus* e *bordo*, sendo a legenda correspondente: 0- lago; 1- árvore ausente e 2- árvore presente.

Neste exercício você irá trabalhar com ferramentas que utilizam PIs na representação em grade e, portanto, alguns detalhes importantes devem ser lembrados. Abra a tabela de atributos do PI *solos* e observe que no formato em grade temos um valor numérico identificado como VALEU (Figura 1) associado a cada classe (neste caso de solo) e que este valor é o utilizado pelo programa em operações e funções. Mesmo quando há um nome na tabela de atributos da grade, a forma como os dados são processados neste tipo de representação somente aceita o uso de números e não palavras.



Rowid	VALUE	COUNT	TIPO_SOLO
0	0	226	Lago
1	1	95	Acido e arenoso
2	2	129	Podzolico Acido e arenoso
3	3	134	Alcalino, argiloso
4	4	15	Acido, siltico
5	5	4	Hidromorfico, alcalino, siltico

Figura 16. Exemplo da tabela de atributos de uma grade, neste caso solos.

Observe que:

- 1- VALUE é um código numérico associado a cada tipo de solo utilizado pelo programa para identificar o mesmo durante o processamento dos dados. Por exemplo o código 1 representa um solo ácido e arenoso;
- 2- COUNT (contagem) é o número de células correspondente a uma ou mais categorias. Por exemplo para o solo com código 1, 95 células pertencem a esta classe;

- 3- Para saber a área de cada classe é necessário conhecer o tamanho da célula e efetuar o cálculo da mesma. Por exemplo, se a célula tem o tamanho de 10 x 10, sua área será de 100 m<sup>2</sup> e, por conseguinte, a área ocupada pelo solo do tipo 1 será = 95 x 100 = 9500 m<sup>2</sup>.

A primeira análise a ser efetuada tem como objetivo verificar se existe ou não uma associação entre as características dos solos e a distribuição espacial das espécies sob estudo. Para tal, você deverá determinar, o número de células de cada tipo de solo ocupado por cada espécie de árvore.

- 4- No menu principal do *ArcMap*, acione o *ArctoolToolBox* clicando no ícone e:

- Selecione as opções *Spatial Analyst Tools, Zonal, Tabulate Area*.  (Clique no sinal “+” ao lado esquerdo das opções para expandir o menu).
- 
- Clique duas vezes em *Tabulate Area*. Este comando (*tabulate area*) irá criar uma tabela na qual serão registradas o número de células correspondentes de cada espécie a cada classe de solo.

**ATENÇÃO – os passos descritos a seguir deverão ser aplicados para bordo, fagus e pinho\_branco, gerando assim 3 tabelas.**

- 5- Na janela do *Tabulate Area* escolha (Figura 2):
- a) Em *Input raster or feature zone data*, clique na setinha para expandir o campo e selecione o mapa do bordo
  - b) Em *Zone field* selecione VALUE (valor numérico associado à ocorrência/ausência da espécie na tabela de atributos)
  - c) Em *Input raster or feature class data* selecione o mapa de solos
  - d) Em *Class field*: use VALUE (valor numérico associado a cada tipo de solo)
  - e) *Output table*: clique no ícone de abrir  pasta selecione **C:\CEN628\lab6**, e use: **bordo\_solos**

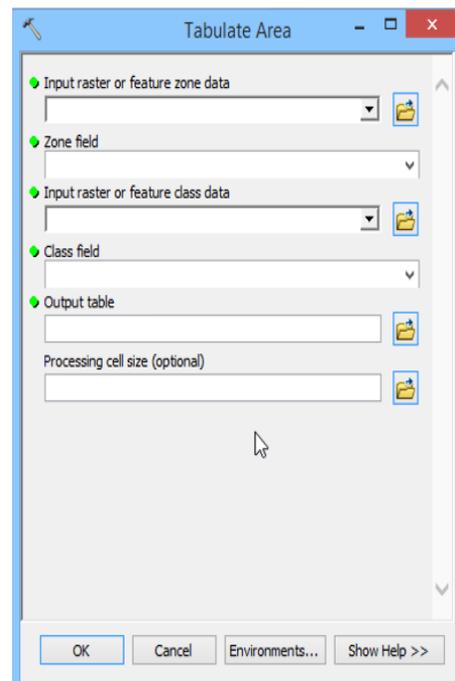


Figura 2. Menu de tabulação de áreas.

f) No campo *Processing cell size* (optional): deixe a opção default do programa

A tabela recém criada será automaticamente adicionada ao seu projeto na Tabela de conteúdo. Para visualizá-la e abri-la você precisa estar no modo *List By Source* na Tabela de Conteúdo (Figura 3). Selecione a Tabela e clique com o botão direito do *mouse* e selecione a opção *open*. Você deverá ter uma tabela igual à apresentada na Figura 4 para o bordo.

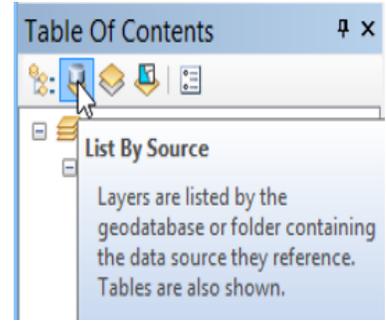


Figura 3. Tabela de conteúdo.

Observe que as primeiras linha e coluna armazenam os identificadores (o que é) de cada campo e atributo, respectivamente. Assim temos:

Rowid	VALUE	VALUE_0	VALUE_1	VALUE_2	VALUE_3	VALUE_4	VALUE_5	VALUE_6
1	0	226	0	0	0	0	0	0
2	1	0	88	92	95	4	3	162
3	2	0	7	37	39	11	1	3

Figura 4. Tabela de resultados da operação tabulate area.

	Coluna (registro)	Linhas (campos)
Rowid	identificador numérico interno do programa	1, 2, 3
VALUE	identificadores numéricos da espécie/uso	0 lago, 1 espécie presente, 2 espécie ausente
VALUE_0, VALUE_1 etc.	identificadores numéricos do tipo de solo	Número de células na qual ambas condições ocorrem (presença/ausência e tipo de solo a, b, c, etc)

Na Figura 4 temos:

- Quadrados vermelhos (coluna 2, linha 1): Value 0 = Lago, VAUE\_0 = lago
- Quadrados verdes (coluna 4, linha 2): Value = 1 – espécie ausente, VALUE\_1 = solo ácido e arenoso, Resultado: existem 88 células no mapa nas quais a espécie não está presente em solos do tipo ácido e arenoso
- Quadrados azuis (coluna 4, linha 3): Value = 2 – espécie presente, VALUE\_1 = solo ácido e arenoso, Resultado: existem 07 células no mapa nas quais a espécie está presente em solos do tipo ácido e arenoso
- Como cada célula da grade tem uma área de 1600 m<sup>2</sup>, significa que:
  - Em 88 \* 1600 = 140800 m<sup>2</sup> ou 14,08 ha a espécie está ausente no solo ácido e arenoso
  - Em 07 \* 1600 = 11200 m<sup>2</sup> ou 1,12 ha a espécie está presente no solo ácido e arenoso

Repita os mesmos procedimentos para as outras duas espécies: *Fagus* e *Pinheiro branco*. Estes resultados foram exportados para o formato Excel (*Arctoolbox, Conversion tools, Excel Table to Excel*) e consistidas em uma única planilha. Abra a planilha c:\cen628\lab4\veg\_solos no excel e registre na Tabela 1 os valores referentes à presença e ausência de cada espécie. Faça um gráfico para cada uma delas no qual no eixo “x” estão representados o tipo de solo e no “y” o tamanho da área de ocorrência de cada espécie.

Tabela 1. Área (ha) de cada tipo de solo ocupada por 3 espécies selecionadas de árvores (espécie presente).

VALUE	Tipo de solo	Bordo (ha)	Fagus (ha)	Pinho (ha)
0	Lago			
1	Ácido e arenoso			
2	Podzólico, ácido e arenoso			
3	Alcalino, argiloso			
4	Ácido, siltico			
5	Hidromórfico, alcalino, siltico			
6	Hidromórfico, ácido, arenoso			

## Etapa II- Análise estatística do efeito de dois fatores físicos na distribuição uma espécie

Outra forma de avaliar o efeito das forçantes ambientais nos padrões e na heterogeneidade da paisagem é usar relações estatísticas entre variáveis independentes e dependentes. Nesta parte do exercício você irá testar o efeito do tipo de solo e da ocorrência de incêndios (variáveis independentes na ocorrência de um dado tipo de vegetação (variável dependente). Para tal, você estabelecerá a relação entre a ocorrência da espécie *Pinus banksiana* (*pinho\_jack*) e o tipo de solo 1 (*ácido e arenoso*) e a ocorrência de incêndios.

Inicie um novo projeto (clique em *New Map File*), adicione os Pi's, *pinho\_jack*, *solos e incendios*. No *Arctoolsbox*, selecione *Spatial Analyst* e expanda a opção *Map Algebra*. Selecione *Raster calculator* para acessar uma ferramenta (*tool*) para análise espacial (*Spatial Analyst*) que permite o uso de operações algébricas com mapas (*Map Algebra*) e operações lógicas como as Boleanas com dados na representação em grade (*raster*).

Para testar o efeito destes fatores na ocorrência da espécie você irá utilizar o teste de independência do  $\chi^2$  (qui-quadrado), um procedimento estatístico que testa se duas variáveis categóricas estão relacionadas em uma dada população. A hipótese nula do teste é de independência entre as duas populações. Portanto, neste caso temos:

$H_0$  = a distribuição da população de pinheiros **não está relacionada** com a ocorrência de incêndios

$H_1$  = a distribuição da população de pinheiros **está relacionada** com a ocorrência de incêndios. O  $\chi^2$  é calculado de acordo com as equações 1 e 2:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i} \quad (\text{Eq. 1}) \quad \text{ou} \quad \chi^2 = \left( \frac{(a_o - a_e)^2}{a_e} \right) + \left( \frac{(b_o - b_e)^2}{b_e} \right) + \left( \frac{(c_o - c_e)^2}{c_e} \right) + \left( \frac{(d_o - d_e)^2}{d_e} \right) \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde:

$o_i$  = frequência observada para cada caso

$e_i$  = frequência esperada para cada caso

$$a_e = \frac{(a_o + b_o)(a_o + c_o)}{n} \quad \text{a - ocorrência de incêndio e ocorrência da espécie}$$

$$b_e = \frac{(a_o + b_o)(b_o + d_o)}{n} \quad \text{b - ocorrência de incêndio e ausência da espécie}$$

$$c_e = \frac{(c_o + d_o)(a_o + c_o)}{n} \quad \text{c - ausência de incêndio e ocorrência da espécie}$$

$$d_e = \frac{(c_o + d_o)(b_o + d_o)}{n} \quad \text{d - ausência de incêndio e ausência da espécie}$$

$$n = a_o + b_o + c_o + d_o$$

Para obter os valores necessários para estes cálculos, usando o *Raster calculator*, você irá primeiro gerar 4 grades associadas com a presença/ausência da espécie em áreas com/sem incêndios. Nela você isolará as células com as seguintes características:

**Grade 1:** ocorrência de incêndio e ocorrência da espécie =  $a_0$

**Grade 2:** ocorrência de incêndio e ausência da espécie =  $b_0$

**Grade 3:** ausência de incêndio e ocorrência da espécie =  $c_0$

**Grade 4:** ausência de incêndio e ausência da espécie =  $d_0$

Como você pode observar na Figura 5, a janela de menus do *Raster calculator* apresenta: a lista de PIs e variáveis (a), uma calculadora (b) e um menu de operações (c). Na região central há um retângulo em branco, no qual a equação a ser calculada será escrita à medida que você seleciona um (ou mais) layers e funções.

Agora você deverá inserir a equação para obter a grade1, ou seja você deverá pedir para o programa: me mostra todas as áreas em que ocorrem incêndios (2) e ocorre a espécie (2) ou “incêndios == 2 & “pinho\_jack”== 2

Na Figura 5, você pode observar como fica a equação para obter a grade1. Esta equação é montada da seguinte maneira:

- clique em incêndios duas vezes (o PI deve aparecer no retângulo em branco)
- clique em = uma vez (observe que o sinal é duplicado ==)
- clique em & uma vez
- clique em pinho\_jack duas vezes (o PI deve aparecer no retângulo em branco)
- Em Output Raster, clique no ícone da pastinha e salve o seu resultado com o nome de grade1 em C:\CEN628\lab6. Clique OK para rodar o processo.

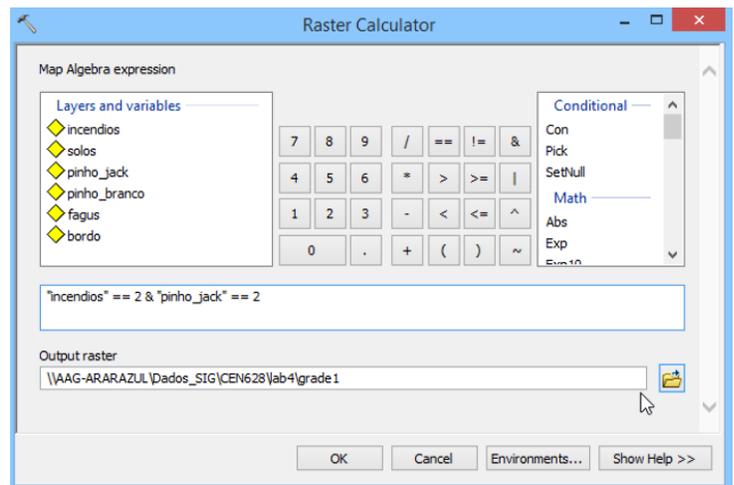


Figura 5. Menu principal do *Raster Calculator*.

Após concluída a operação, abra a tabela de atributos da **grade1** e verifique que a mesma é binária e que cada célula contém um valor, 0 (zero) ou 1 (um). O primeiro valor (0) é atribuído às células nas quais não se cumpre a condição de ocorrência de incêndios e do pinheiro. Já o segundo valor (1) é atribuído às células nas quais a condição ocorre, ou seja, nas quais há incêndios e a presença do pinheiro. Em outras palavras, valores “0” indicam que a condição é falsa e valores “1” verdadeira. Na tabela de

atributos você tem uma coluna chamada COUNT (contagem) que indica quantas células da grade estão associadas a cada valor. Registre na Tabela 2 o número de células que na grade1 apresentam valor = 1

Repita esta operação para as gerar as grades 2, 3 e 4, usando as seguintes equações:

**grade2:** “incendios” == 2 & “pinho\_jack” == 1 (com incêndio e sem espécie);

**grade3:** “incendios” == 1 & “pinho\_jack” == 2 (sem incêndio e com espécie);

**grade4:** “incendios” == 1 & “pinho\_jack” == 1 (sem incêndio e sem espécie).

Registre os resultados na Tabela 2 e calcule o  $\chi^2$  e analise os resultados lembrando que:  $\chi^2$  crítico: 10.83, 1 grau de liberdade e  $P = 0.0001$ ;  $H_0$  = árvore não está associada com a presença do regime de perturbação de incêndios. Rejeita-se  $H_0$  se  $\chi^2$  calculado é  $> 10.83$ .

Tabela 2. Frequências observadas e esperadas da ocorrência de incêndios e do pinheiro jack e valor do Qui-quadrado

	Valores observados	Equações 3 a 6	Valores esperados
$a_o$ (grade 1)		$a_e = \frac{(a_o+b_o)(a_o+c_o)}{n}$	
$b_o$ (grade2)		$b_e = \frac{(a_o+b_o)(b_o+d_o)}{n}$	
$c_o$ (grade3)		$c_e = \frac{(c_o+d_o)(a_o+c_o)}{n}$	
$d_o$ (grade4)		$d_e = \frac{(c_o+d_o)(b_o+d_o)}{n}$	
$n = a_o + b_o + c_o + d_o$		Equação 2 (membros)	Valores calculados
$a_o + b_o$		$\left(\frac{(a_o - a_e).^2}{a_e}\right)$	
$a_o + c_o$		$\left(\frac{(b_o - b_e).^2}{b_e}\right)$	
$b_o + d_o$		$\left(\frac{(c_o - c_e).^2}{c_e}\right)$	
$c_o + d_o$		$\left(\frac{(d_o - d_e).^2}{d_e}\right)$	
$\chi^2 = \left(\frac{(a_o - a_e).^2}{a_e}\right) + \left(\frac{(b_o - b_e).^2}{b_e}\right) + \left(\frac{(c_o - c_e).^2}{c_e}\right) + \left(\frac{(d_o - d_e).^2}{d_e}\right)$			

Repita os mesmos procedimentos com os solos, neste caso você só irá utilizar apenas a classe de solos 1. Lembre que o solo que interessa neste caso é o codificado com valor 1, portanto para selecionar no *Raster calculator* as células nas quais ele está ausente você deverá usar [solos] <> 1, para selecionar apenas os valores que são menores ou maiores que 1. Usando o *Raster calculator*, obtenha as seguintes grades com as respectivas equações e registre seus resultados na Tabela 3.

Assim temos que:

**grade5**, ocorrência do solo da classe 1 e ocorrência da espécie: [solos] == 1 & [pinho\_jack] == 2;

**grade6**, ocorrência do solo da classe 1 e ausência da espécie: [solos] == 1 & [pinho\_jack] == 1;

**grade7**, ausência do solo da classe 1 e ocorrência da espécie: [solos] <> 1 & [pinho\_jack] == 2 o nome;

**grade8**, ausência do solo da classe 1 e ausência da espécie, [solos] <> 1 & [pinho\_jack] == 1.

Tabela 3. Frequências observadas e esperadas da ocorrência de solos do tipo 1 e do pinheiro jack e valor do Qui-quadrado

	Valores observados	Equações 3 a 6	Valores esperados
a <sub>o</sub> (grade 1)		$a_e = \frac{(a_o+b_o)(a_o+c_o)}{n}$	
b <sub>o</sub> (grade2)		$b_e = \frac{(a_o+b_o)(b_o+d_o)}{n}$	
c <sub>o</sub> (grade3)		$c_e = \frac{(c_o+d_o)(a_o+c_o)}{n}$	
d <sub>o</sub> (grade4)		$d_e = \frac{(c_o+d_o)(b_o+d_o)}{n}$	
$n = a_o + b_o + c_o + d_o$		Equação 2 (membros)	Valores calculados
a <sub>o</sub> + b <sub>o</sub>		$\left(\frac{(a_o - a_e).^2}{a_e}\right)$	
a <sub>o</sub> + c <sub>o</sub>		$\left(\frac{(b_o - b_e).^2}{b_e}\right)$	
b <sub>o</sub> + d <sub>o</sub>		$\left(\frac{(c_o - c_e).^2}{c_e}\right)$	
c <sub>o</sub> + d <sub>o</sub>		$\left(\frac{(d_o - d_e).^2}{d_e}\right)$	
$\chi^2 = \left(\frac{(a_o - a_e).^2}{a_e}\right) + \left(\frac{(b_o - b_e).^2}{b_e}\right) + \left(\frac{(c_o - c_e).^2}{c_e}\right) + \left(\frac{(d_o - d_e).^2}{d_e}\right)$			

Registre os resultados na Tabela 2 e calcule o  $X^2$  e analise os resultados lembrando que:  $X^2$  crítico: 10.83, 1 grau de liberdade e  $P = 0.0001$ ;  $H_0$  = árvore não está associada com o tipo de solo 1. Rejeita-se  $H_0$  se  $X^2$  calculado é  $> 10.83$ .

### Etapa III- Análise do efeito da perturbação

Inicie um novo projeto e adicione os PIs *veg\_19* e *veg\_20*, os quais representam, respectivamente, a cobertura e uso do solo na região de estudo em 1840 e 1990. Modifique a simbologia utilizando como item de visualização o campo **uso**. Use a mesma paleta de cores para simbolizar as classes comuns aos dois mapas deixando-os com as mesmas cores (*Properties, Symbology, Categories, Unique Values, Value Field = USO e Add All Values, OK*). Preencha as tabelas 4 e 5, lembrando que: utilizando a opção *Statistics* na coluna area da tabela de atributos você obterá: Sum = área total; Mean = área média; Count = NF; Maximum = área do maior fragmento Minimum = área do menor fragmento.

Tabela 4. Análise dos tipos de cobertura vegetal no fim do século XIX para VEG\_19, onde NF = número de fragmentos; AC = área total da classe; AMF = área do maior fragmento; TMF = tamanho médio dos fragmentos

Grid code	Classe de uso	NF	AC	AMF	TMF
0	Lago				
1	Vila indígena				
2	Floresta decídua de terra firme				
3	Floresta perene de terra firme				
4	Floresta mista				
5	Várzea florestada				
6	Várzea não florestada				
7	sucessão secundária				

Tabela 5. Análise dos tipos de cobertura vegetal no fim do século XX para VEG\_20, onde NF = número de fragmentos; AC = área da classe; AMF = área do maior fragmento; TMF = tamanho médio dos fragmentos.

Grid code	Classe de uso	NF	AC	AMF	TMF
0	Lago				
1	área urbana				
2	Floresta decídua de terra firme				
3	Floresta perene de terra firme				
4	Floresta mista				
5	Várzea florestada				
6	Várzea não florestada				
7	Agricultura ou pastagem				

## PRÁTICA 7: fatores que originam padrões e heterogeneidade da paisagem: biodiversidade

Um dos desafios da recomposição e/ou gestão dos ecossistemas é determinar como um conjunto de espécies com demandas de habitat distintos será afetado por mudanças na paisagem, uma vez que as espécies respondem de formas distintas dependendo de suas demandas. Portanto, produzir mapas de habitats para uma espécie a partir de dados de cobertura e uso do solo poderá reduzir o habitat de outras.

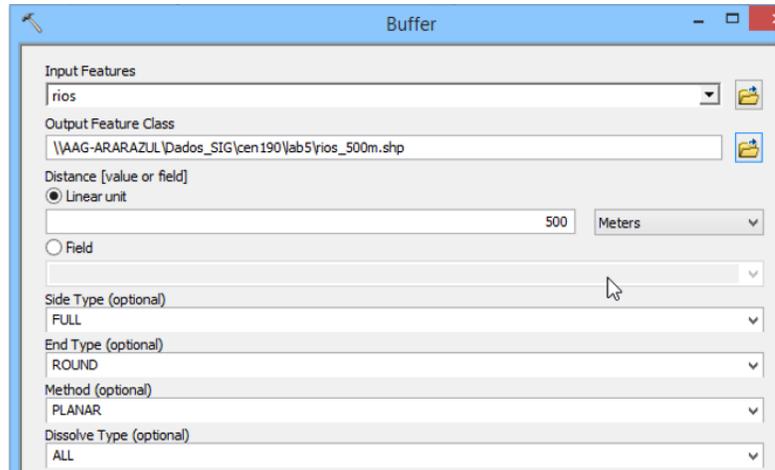
Neste exercício você irá produzir os mapas de habitat para uma espécie vegetal e duas animais a partir de um único mapa de cobertura e uso do solo. Os dados referentes a esta prática estão disponíveis em **C:\CEN628\lab7**. A seguir, você irá comparar a abundância e a distribuição espacial de habitats adequados para estas três espécies:

- a. **Embaúba (*Cecropia latiloba*):** planta pioneira encontradas nas várzeas dos rios da Amazônia, que atinge entre 15 e 18 m de altura, produz frutos atrativos para várias espécies de aves e peixes, sendo capaz de se dispersar rapidamente. As folhas são ásperas, os brotos e frutos são especialmente procurados por preguiças;
- b. **Onça (*Felis onca*):** maior mamífero carnívoro do Brasil, da família dos felídeos, cuja alimentação consiste em queixadas, tamanduás, antas, capivaras, pequenos macacos, etc. Necessita de pelo menos 2 kg de alimento por dia, o que determina a ocupação de um território de 25 a 80 km<sup>2</sup> por indivíduo para capturar uma grande variedade de presas. Portanto, apresenta elevado requerimento de área de vida em fragmentos de floresta com mais de 1000 ha de área (Dale et al., 1994) e alta capacidade de cruzar uma barreira, podendo atravessar pastagens com até 500 metros de largura e
- c. **Preguiça (*Bradypus variegatus*):** vive em florestas bem desenvolvidas, de grande porte, com poucas alterações. É uma espécie solitária, de hábitos diurnos e noturnos, que ocupa geralmente as copas das árvores. Se desloca pouco mais de 38 m por dia, o que resulta em uma baixa habilidade de cruzar barreiras ( $\leq 50$  m) e uma área de vida pequena ( $\leq 10$  ha). Alimenta-se essencialmente de folhas, procurando as mais jovens e tenras. É muito susceptível às alterações do meio, desaparecendo juntamente com a floresta suprimida.

Inicie o *ArcMap* e clique em *New Map File* () e abra () o projeto **organismos** armazenado na pasta **C:\CEN628\lab7** o qual apresenta o mapa de cobertura e uso do solo de uma região do estado de Rondônia em 1997 e os rios. A partir destes PIs você deverá criar os mapas de distribuição potencial de cada uma das espécies descritas acima.

## Etapa I - Isolar as áreas propícias para o crescimento da embaúba

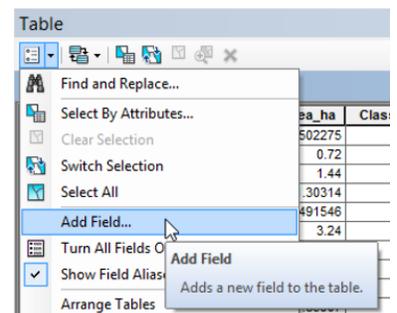
O critério para isolar os habitats desta espécie é encontrar os locais úmidos ao longo de rios. Para tal, você deverá extrair do mapa de uso do solo as áreas distantes no máximo a 500 metros de um curso de água. Portanto, o primeiro passo é obter este mapa, o qual pode ser derivado a partir da rede de drenagem utilizando o operador de distância *Buffer*. No *Arctoolbox*, expanda a opção *Analysis Tools*, *Proximity* e selecione *Buffer*. Como o objetivo é traçar uma área de 500 metros ao redor de cada corpo de água, no campo *Input feature* menu escolha o PI *rios* e no campo *Output feature class*, clique na pastinha, escolha o subdiretório *C:\CEN628\lab7* e de o nome de *rios\_500m* ao PI que será criado.



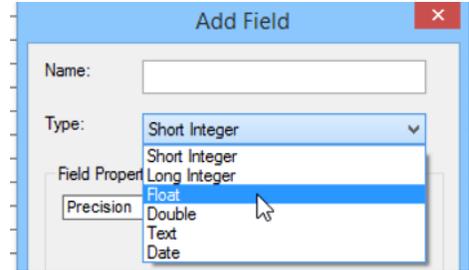
Como o valor será o mesmo para todos eles, na opção *Distance (value or field)*, você utilizará a opção *linear unit*, devendo adicionar o valor 500 no campo em branco. Na opção *Dissolve Type* selecione *ALL* e clique OK. Ao finalizar a operação para que o novo vetor seja automaticamente adicionado ao seu projeto clique em sim na janela de diálogo que aparecerá na sua tela.

O segundo critério para delinear as áreas onde a espécie ocorria na data de estudo implica em isolar as áreas cobertas apenas com vegetação nativa dentro dessa distância máxima de 500 metros de um corpo de água. No *Arctoolbox*, selecione *Analysis Tools*, *Extract*, *Clip*. Na janela de opções da função *Clip* utilize como *Input features* o PI *mapa\_uso* e como *Clip features* o mapa *rios\_500m*. Na opção *Output features class*, selecione a pasta *C:\CEN628\lab7* e salve seu novo mapa em com o nome *area\_emb*.

Ao finalizar a operação, adicione o mapa para visualização e mude a legenda do novo mapa utilizando como item de visualização o campo *classe*. Observe que no mapa que você acabou de criar você encontra as áreas com probabilidade elevada de encontrar a espécie (floresta) e áreas potenciais (pastagem). Abra a tabela de atributos e verifique as áreas de floresta e pastagens (áreas potenciais).



Abra a tabela de atributos do PI *area\_emb* e adicione um novo campo: no menu principal da mesma selecione *Add Field* e, na janela que se abrirá insira *Area\_ha* em *Name* e selecione *Float* em *Type* para que o programa calcule os valores em números reais. Selecione o campo recém criado e clique no botão direito do mouse para abrir seu menu. Escolha a opção *Calculate Geometry* e em *units* escolha *Hectars* e clique OK. Selecione o campo Classe e abra novamente o menu do campo, escolha a opção *Summarize*, expanda o item área e escolha *sum*, clique OK. Uma vez finalizado o processamento uma tabela será adicionada na Tabela de conteúdo, abra-a e registre os valores referentes às áreas de cada classe.



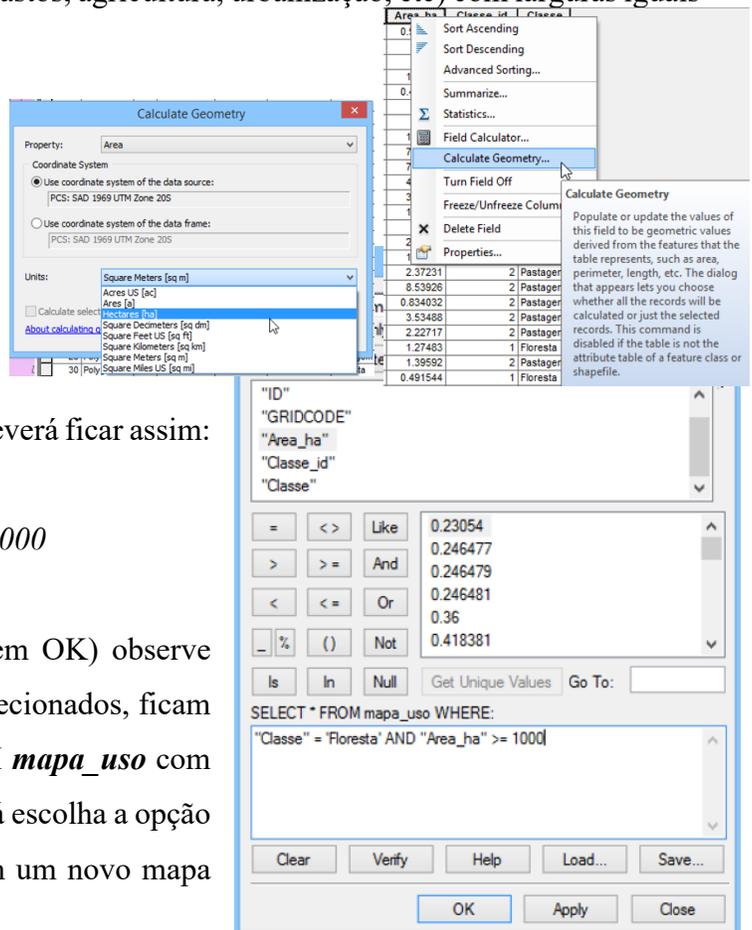
## Etapa II - Isole as áreas propícias para a onça

As áreas de vida da onça na região de estudo devem apresentar duas condições em termos da cobertura do solo e tamanho. As mesmas devem ser fragmentos cobertos por floresta com área superior a 1000 ha intercaladas por barreiras (estradas, pastos, agricultura, urbanização, etc) com larguras iguais ou inferiores a 500 metros.

Inicie esta etapa isolando os fragmentos de floresta com área maior que 1000 ha no PI *mapa\_uso*. Para tal, use a função *Selection* (menu principal), opção *Selection by attributes*. Escolha o PI *mapa\_uso* e selecione as classes florestas que tenham áreas maior que 1000 ha, ou seja sua equação deverá ficar assim:

$$"Classe" = 'Floresta' \text{ AND } "Area\_ha" > 1000$$

Após executar o comando (clitando em OK) observe que parte dos fragmentos de floresta foram selecionados, ficam destacados em cor azul no mapa. Clique no PI *mapa\_uso* com o botão direito do *mouse*, no menu que se abrirá escolha a opção *Data, Export Data* para salvar sua seleção em um novo mapa



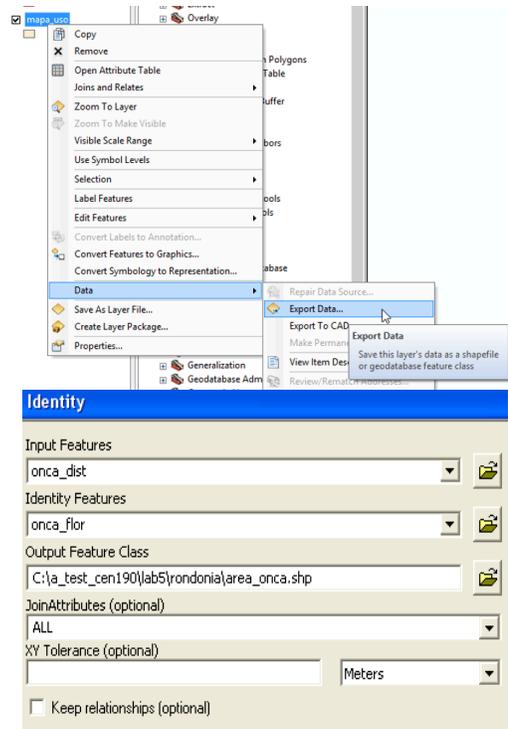
que você chamará de **onca\_flor**, o qual apresenta todos os fragmentos de floresta com área maior que 1000 hectares. Clique em sim para a mensagem. O novo PI **onca\_flor** será colocado no mapa.

Após salvar, clique em *Clear Selected Features*  A opção de desmarcar a seleção. Agora você irá adicionar o segundo fator na sua análise, isto é, a distância entre fragmentos. Abra o *Arctools box*, escolha *Analysis Tools, Proximity, Buffer*. Como *Input feature* use o PI **onca\_flor** e no *Output Feature* dê o nome de **onca\_dist** ao novo PI que será criado. No campo valor insira a distância de 500 metros (apenas o valor 500) e em *Dissolve Type*, opte por *all*. Clique em OK.

Para isolar as áreas que apresentam as duas características recém isoladas, você deverá sobrepor os dois mapas, **onca\_flor** e **onca\_dist**. Como o objetivo é achar as áreas nas quais as duas condições ocorrem, você irá utilizar comando chamado *Identity*, o qual computará a intersecção geométrica dos PIs tendo como resultado um vetor no qual os atributos da de um dele são atribuídos aos da outro no local onde ocorrem em justaposição. Para tal, no *Arctools box*, selecione *Analysis Tools, Overlay, Identity* Selecione como *Input feature* o PI **onca\_dist** e para *Identity feature* o PI **onca\_flor**, em *Output Feature Class* chame o novo PI de **area\_onca**.

Visualize seu novo mapa utilizando o campo GRIDCODE (coluna, na tabela de atributos). As áreas com valores zero (Gridcode = 0) representam as regiões da paisagem com pastagem e com distância de um fragmento florestal menor que 500 m., enquanto as áreas com valores um (Gridcode = 1), representam os fragmentos de florestas com mais de 1000 hectares. Calcule o tamanho da área que pode ser utilizada pela espécie.

Abra a tabela de atributos do PI **area\_onca** e adicione um novo campo da mesma forma que o fez a embaúba e usando *Calculate Geometry*, calcule as áreas de cada unidade de uso. Com a opção *Summarize*, calcule as áreas totais de cada classe e registre seus os valores.



### Etapa III – Isolar os fragmentos com áreas mínimas para habitat da preguiça

Os critérios para isolar as áreas com tamanho mínimo ( $\leq 10$  ha) para habitat sem barreiras ( $\leq 50$  m) para a preguiça, repita os mesmos passos das etapas anteriores. Neste caso, os fragmentos de floresta que **ainda** podem sustentar indivíduos devem ter um tamanho menor ou igual a 10 ha e com barreira menor ou igual a 50 metros. Para tal, utilize a ferramenta *Select by attributes: mapa\_uso* “Classe” = ‘Floresta’ AND “Area\_ha” < 10. Após selecionar, exporte a seleção, salvando em um novo mapa, e dê o nome de **preg**. Clique em *Clear selection* e delimite as barreiras, usando a ferramenta *buffer*, usando a opção *distance*, selecionando *Linear unit* e inserindo o valor 50. Como *Input features*, use o PI **preg** e como *Output features* use o nome **preg\_dist**. Em *Dissolve type*: selecione *All* e clique OK. Agora que você obteve os Pis **preg** e **preg\_dist**, execute a ferramenta *Identify*, usando como *Input features*: **preg\_dist** e como *Identity Features*: **preg**. Dê o nome de **rea\_pre** para o PI final, que será a área da preguiça (em *Output Feature Class*). Abra a tabela de atributos de **rea\_pre** e verifique a área (na coluna **rea\_ha**) que pode ser utilizada pela espécie. Salve seu projeto. No menu principal. *File*, *Save as* com o nome: **Area\_organismos**

Abra a tabela de atributos do PI **rea\_pre** e adicione um novo campo da mesma forma que o fez a embaúba e usando *Calculate Geometry*, calcule as áreas de cada unidade de uso. Com a opção *Summarize*, calcule as áreas totais de cada classe e registre seus os valores.

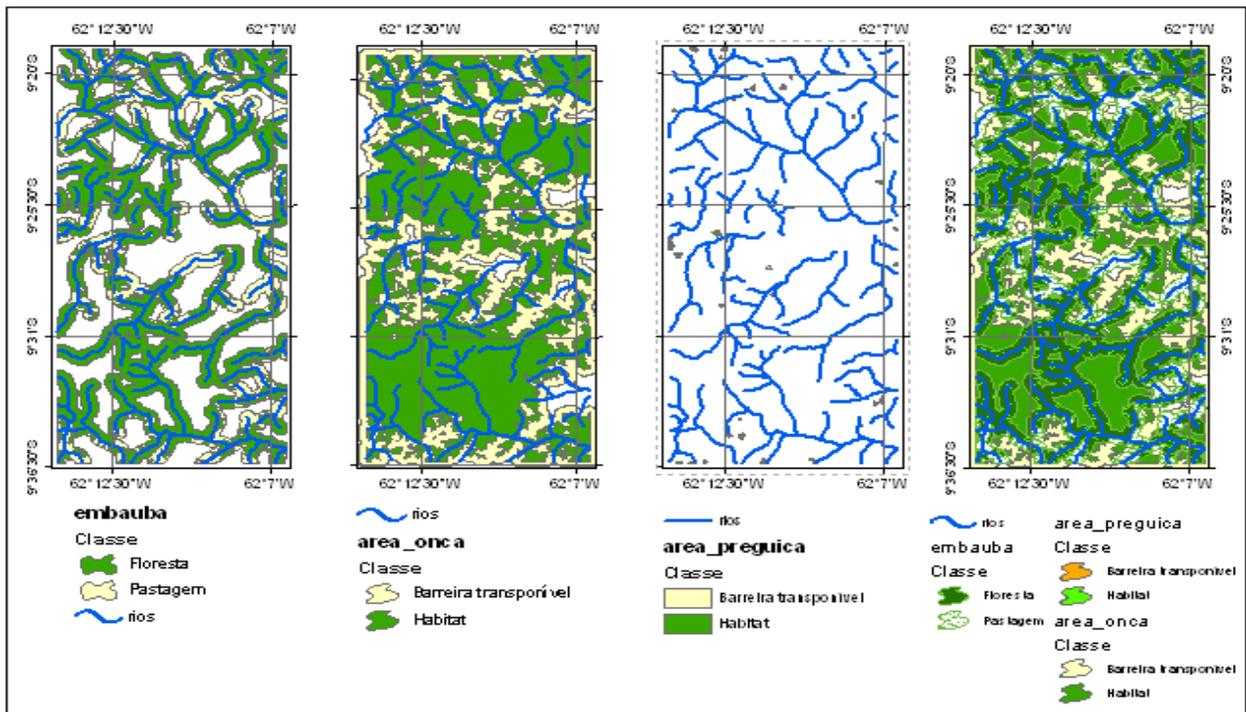
### Etapa IV – Apresentação dos resultados

No *ArcMap*, usando o ícone  (*open file*), abra o projeto **resultados**, armazenado na pasta **C:\CEN628\lab7\rondonia**. Este projeto contém apenas um esquema do *Layout* final que você deverá analisar. Observe que seu *layout* deverá conter os mapas das áreas isoladas para cada uma das espécies separadamente e outro com todas elas agrupadas (*Sintese*). Observe então que existem quatro caixas (*data frames*), cada uma das quais corresponde a um dos mapas que você criou (**rea\_ba**, preguiça e onca) e a síntese de todos. Passe para o modo de visualização *Layout View*.

Selecione a caixa *embaúba* (dê um clique sobre a caixa **EMBAUBA**) e na área de listagem/manipulação de Pis, adicione  os Pis **rea\_emb** e **rios**. No menu principal escolha *Insert* e insira legenda e a escala. Dica: Modificando a simbologia de cores do mapa **rea\_emb**, adicionando as classes (*add all values*), a legenda também será modificada com as cores que você escolher.

Calcule o tamanho da área que pode ser utilizada pela espécie: na tabela de atributos do PI  **rea\_emb** selecione o item Classe, clicando com o botão direito do *mouse* sobre *classe*. No menu selecione *Summarize*, expanda  a opção *Area\_ha* e selecione *Sum*. Dê o nome de  **rea\_emb\_ha** para a tabela com os resultados, a qual será automaticamente adicionada na área de manipulação de *Pis*.

Repita os mesmos procedimentos para as caixas *onca* e *preguica* (clicando nelas e adicionando  os *Pis* correspondentes). Na caixa *síntese*, adicione todos os *Pis*:  **rea\_emb**,  **rea\_onca** e  **rea\_pre**. Use cores distintas para cada um deles e faça uma análise destacando como as restrições de habitat afetam a distribuição destes organismos na paisagem. Seu layout final deverá semelhante ao apresentado a seguir.



## PRÁTICA 8: análise da fragmentação e métricas da paisagem I

A quantificação dos padrões da paisagem é fundamental para entender várias relações observadas na mesma e requer um conhecimento básico das principais métricas empregadas (Cardille et al., 2001). Portanto, os objetivos desta aula são: 1- apresentar as métricas mais comumente usadas para analisar os padrões da paisagem; 2- distinguir entre métricas de composição e métricas de configuração; 3- entender alguns fatores que influenciam a seleção e interpretação de métricas.

Para tal utilizaremos o *Fragstats*, programa de domínio público para calcular métricas da paisagem. Os dados utilizados neste exercício são os de cobertura e uso do solo em 1997 e 2017 de uma área do estado do Mato Grosso, foram obtidos junto ao programa Prodes ([www.inpe.br](http://www.inpe.br)) responsável pelo monitoramento do desmatamento na Amazônia brasileira. Os dados referentes a esta prática estão disponíveis em **C:\CEN628\lab8**.

### Etapa I- Análise exploratória dos dados

Neste exercício você irá analisar um conjunto de dados da paisagem de parte dos municípios de União do Sul e Santa Carmem (Mato Grosso, Figura 1) em 1997, 2007 e 2017. Abra a Figura A e a planilha de dados. Estes arquivos apresentam, respectivamente, os mapas de uso do solo e as áreas de cada classe em cada uma da data. Faça uma análise das paisagens e obtenha os valores das áreas de cada classe de uso do solo e complete a Tabela 1.

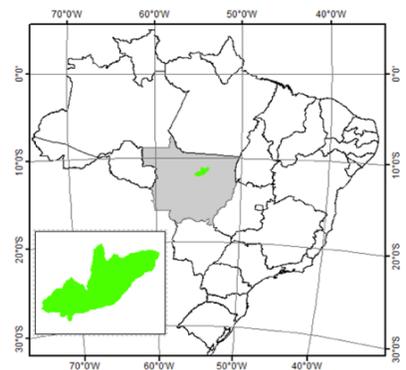


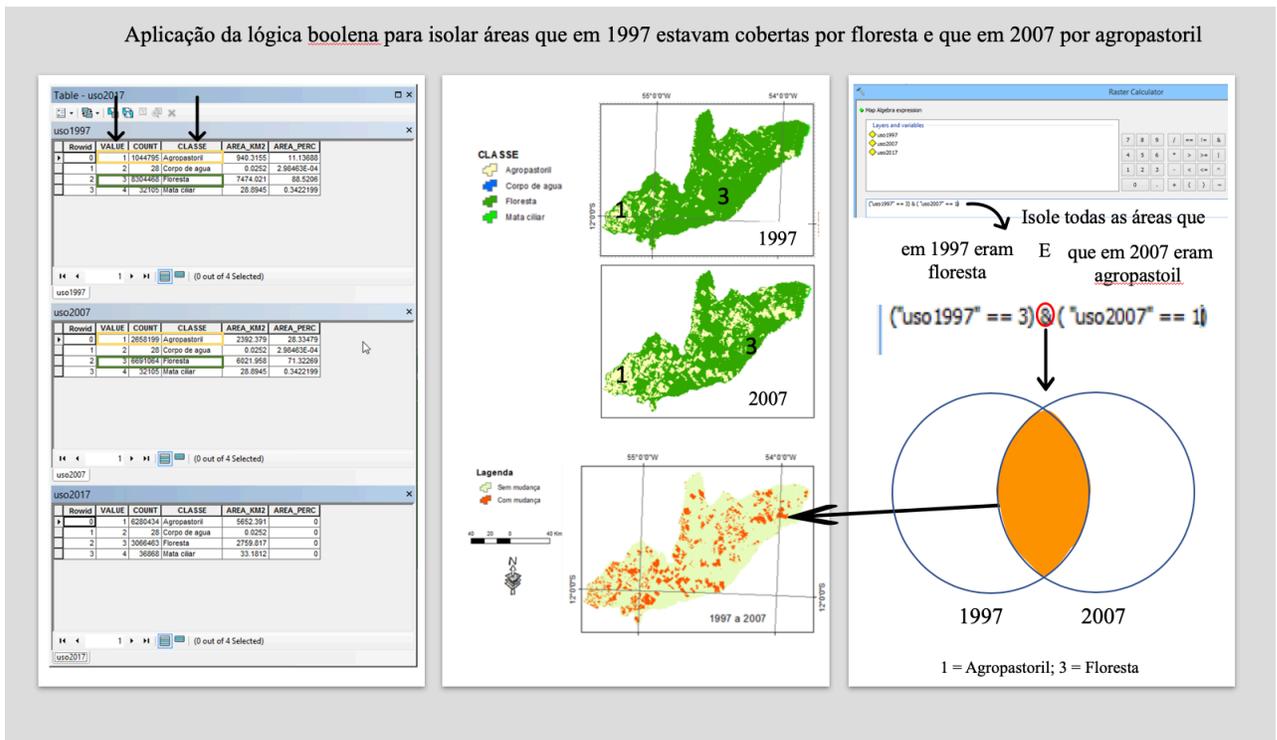
Figura 17. Localização da área de estudo.

Tabela 1. Valores da área coberta pelas classes de uso do solo das paisagens dos municípios de União do Sul e Santa Carmem contidos na bacia do Alto Xingu (Mato Grosso) em 1997, 2007 e 2017

Ano	Floresta		Agropastoril		Mata Ciliar	
	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
1997						
2007						
2017						

## Etapa II- Análise espacial quantitativa da paisagem

Para avaliar onde e em que extensão o uso do solo foi modificado ao longo do tempo foi utilizada uma ferramenta (*Raster Calculator*) que isola áreas de interesse de acordo com critérios definidos pelo usuário. Neste exercício, o objetivo era isolar as áreas que em uma data eram cobertas por floresta e que na seguinte por agropastoril. Par tal, são utilizadas expressões da lógica booleana. Por exemplo:



Para avaliar as mudanças na composição e configuração da paisagem que ocorreram entre 1997 e 2007 e entre 2007 e 2017, utilize os dados contidos na lingueta Tabela 1 da planilha métricas.

## Etapa III- Análise temporal quantitativa da paisagem

Nesta etapa você irá efetuar uma avaliação quantitativa mais detalhada destas paisagens. Para tal, você usará um programa desenvolvido por McGarigal e Marks (1995) para o cálculo de uma ampla variedade de métricas chamado *FragStats* (*Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps* - <https://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>). Você deverá calcular as métricas

para apenas uma das datas, 1997, os demais dados são fornecidos na planilha de dados (Tabela 2). Inicie o programa *Fragstats*. Na tela principal do programa, escolha trabalhar em um novo projeto (Figura 2). Clique em novo (New) para abrir o menu de parametrização do programa.

Uma nova janela se abrirá (Figura 3), a qual permitirá que você adicione os parâmetros necessários para os cálculos. Inicie definindo os parâmetros de entrada e saída:

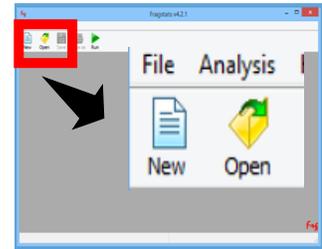


Figura 18. Menu inicial do *Fragstats*

- a) Certifique-se que a lingueta *Input layers* está selecionada
- b) Clique no botão *Add layer ...*
- c) na janela que se abrirá selecione a opção *GDAL GeoTIFF grid (.tif)*.
- d) No campo *Data set name*, pressione no quadrado com 3 pontos e em *C:\CEN628\lab8* e selecione *uso1997.tif*. Clique em OK.
- e) Volte ao menu principal e selecione a lingueta *Analysis Parameters*, localizada ao lado da lingueta *Input layer*. Em *General options* selecione *use 4 cell neighborhood rule*, para que o programa calcule as métricas usando as vizinhanças à esquerda, direita, em cima e em baixo
- f) Na opção *Sampling strategy* (estratégia de amostragem) escolha *class metrics* (métricas de classe) que é o que você irá precisar
- g) Ative a opção de salvar automaticamente, clique em *browse* e navegue até *C:\CEN628\lab8\metricas\*. Nomeie seu arquivo de saída de métricas1997.

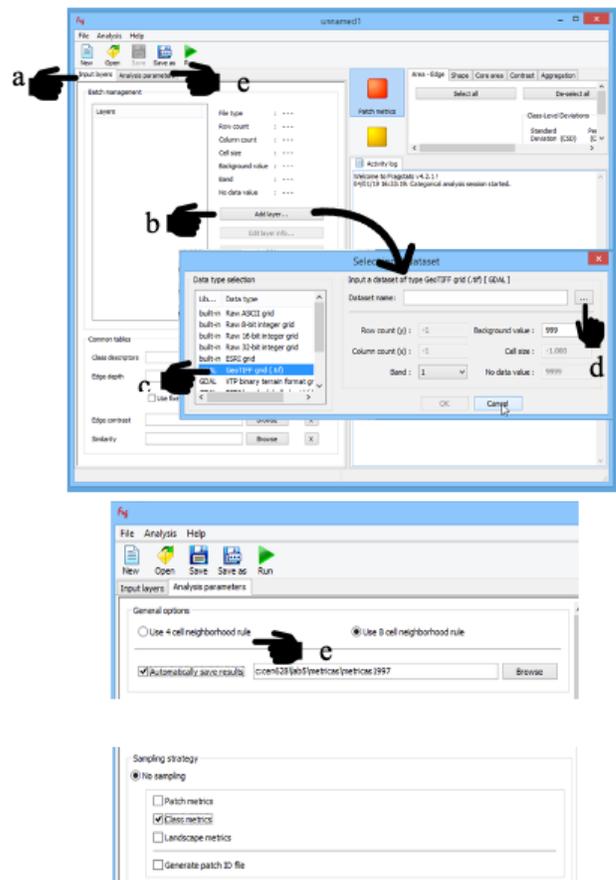


Figura 19. Menu principal do *Fragstat* e opções de parametrização de entrada e saída.

As métricas ou índices da paisagem são medidas quantitativas da composição e forma dos elementos componentes da paisagem. As métricas são utilizadas para descrever tamanho, forma, composição, número, grau de isolamento, acessibilidade, interação, dispersão e posição dos diferentes ecossistemas na paisagem (Turner et al., 1991). Como podem ser calculadas em três níveis: paisagem, classes e fragmentos, a quantidade e tipo de resultados sobre a composição e configuração da paisagem. Neste exercício as métricas serão utilizadas para avaliar a mudança na composição e configuração da paisagem ao longo do tempo resultantes do avanço da fronteira agrícola. Portanto, você irá calcular e analisar métricas de classe.

- a) Na parte direita da janela do menu principal do *Fragstat* está localizado o sub-menu de seleção de métricas (Figura 4).

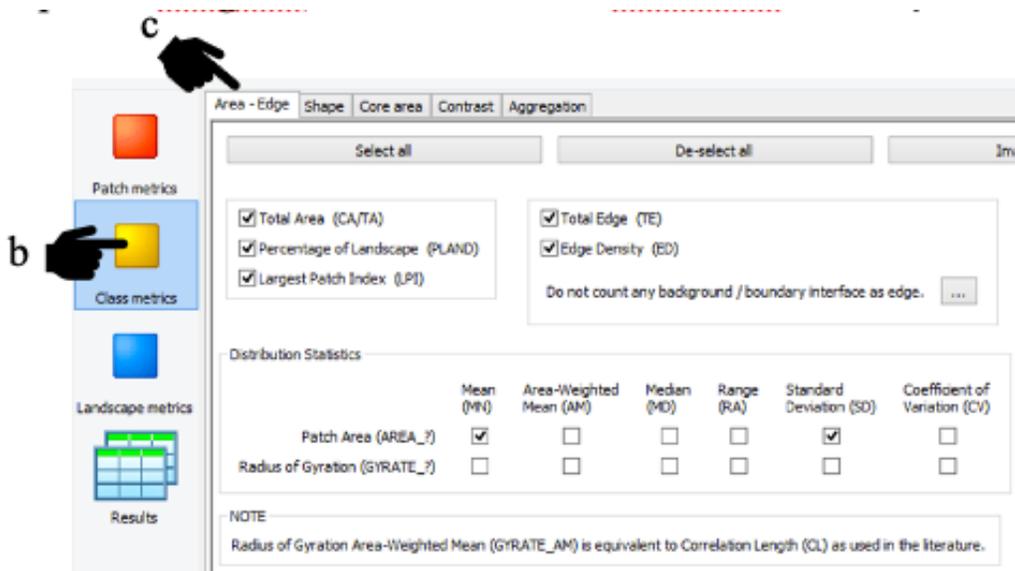


Figura 20. Menu de seleção de métricas de classe no Fragstat

- b) Na coluna com os três botões selecione o amarelo para informar o programa que você irá calcular métricas de classe
- c) Na Tabela 2, você encontrará todas as informações necessárias para selecionar as métricas que você irá utilizar. Preste atenção que elas se encontram agrupadas em sub-menus distintos que podem ser acessados selecionando as linguetas.

d) Para as métricas de Agregação *Proximity Index* (*PROX\_MN* e *PROX\_SD*) você precisará informar o valor do raio de busca (*search radius*) e a distância limite (*threshold distance*). Clique nos botões com 3 pontinhos e use o valor de 120.

e) Após selecionar as métricas indicadas e salve seu projeto

f) Para iniciar o cálculo, no menu principal clique em *Run* e depois *Proceed*. Após finalizado volte no menu de métricas e clique em resultados para visualizar os resultados.



Os arquivos contendo as métricas serão salvos com a extensão *.class* (métricas das classes) e podem ser importados em uma planilha como *Excel* para análises estatísticas e gráficas. Para facilitar seu trabalho, as métricas de 2007 e 2017 já foram calculadas e organizadas em uma planilha.

Tabela 2. Localização no menu (lingueta) nome da métrica e sigla, a serem calculadas para os anos de 1997, 2007 e 2017.

Lingueta	Métricas	Nome em inglês	Sigla
<i>Area – Edge</i> ( <i>Área – Borda</i> )	Área da total da classe Densidade de borda Área média dos fragmentos e desvio padrão Percentual da paisagem ocupada pela classe	<i>Class Area</i> <i>Edge density</i> Patch area Mean; Standard Deviation Percent of the landscape	CA ED Area_MN Aera_SD PLAND
Aggregation (Agregação)	Número de Fragmentos Densidade de fragmentos Proximidade média dos fragmentos de uma classe e desvio padrão	<i>Number of Patches</i> <i>Patch Density</i> <i>Proximity</i>	PN PD PROX_MN PROX_SD
Shape (Forma)	Índice médio de forma dos fragmentos de uma classe e desvio padrão	<i>Shape Index</i>	<i>Shape_MN</i> <i>Shape_SD</i>

Você terá apenas que importar os resultados dos cálculos para o ano de 1997:

- Abra o Excel e importe (ou abra) o arquivo *metricas1997.class*. Na janela de menu *Assistente de importação de texto*, escolha em *tipos de dados originais* a opção *Delimitado - Caracteres com*

*vírgulas ou tabulações separam cada campo. Clique em Avançar (Next). Como seu computador provavelmente está configurado em português, em Formato de dados na coluna, escolha Geral. Clique no botão Avançado... na janela Configurações avançadas de importação de texto (troque o ponto e vírgula), ou seja, para Separador decimal selecione ponto (.) e para Separador de milhar selecione vírgula (,) e clique em Concluir.*

- Observe que os códigos são: cls\_1 – Agropastoril; cls\_2 Mata Ciliar; cls\_3 – Floresta e cls\_4 - Corpo de água.
- Abra a planilha métrica e selecione a aba Tabela 2 e complete-a com os dados de 1997. Construa gráficos que evidenciem a mudança ao longo do tempo de cada métrica para as classes Floresta e Agropastoril.

## PRÁTICA 9: análise da fragmentação de paisagens pela ação antrópica, , métricas II

O objetivo desta aula é aprofundar os conhecimentos sobre métricas da paisagem, sua utilidade na interpretação dos fatores geradores dos padrões e apresentar alguns métodos de análise dos resultados. Neste exercício, você avaliará a influência da proximidade das estradas e da estrutura fundiária nos padrões da paisagem associados ao avanço da fronteira agrícola em uma região do Arco do desmatamento na Amazônia. Os dados referentes a esta prática estão disponíveis em **C:\CEN628\lab9**.

### Etapa I – A área de estudo e o traçado o mapa de distância das estradas

Inicie o *ArcMap* e adicione o PI *estradas* e os mapas de uso do solo *TI\_2017*, *PA\_2017* e *GPR\_2017* localizados na pasta **C:\CEN628\lab9**. Visualize os mapas de uso do solo utilizando a mesma paleta (cores) e o campo de simbologia *uso2017*. Observe que os mesmos correspondem a três tipos de propriedades distintas: uma terra indígena, um projeto de assentamento com pequenas propriedades e uma grande propriedade rural, respectivamente. Todas elas têm acesso por estradas e foram mapeadas com um tamanho de parcela mínima de 30 x 30m.

Em regiões tropicais, e particularmente na Amazônia brasileira, a expansão da fronteira agrícola, e do desmatamento a ela associado, é fortemente influenciada pela abertura de estradas de acesso. Vários estudos demonstram que, nesta região, cerca de 70 % do desmatamento ocorre a uma distância de até 1 km de uma estrada principal. Para avaliar esta influência, você utilizará uma função que permite delinear áreas com distâncias definidas de uma dada feição, neste caso as estradas. A seguir, você quantificará o uso do solo em cada uma delas.

No *ArcToolbox*, selecione a opção *Analysis Tools*, *Proximity* e dê 2 cliques em *Multiple ring buffer* (Figura 1). Na janela que se abrirá, use como *Input features* o vetor *estradas* e dê o nome de *influencia* para o arquivo de saída (*Output feature class*). Na opção *Distances*, digite no campo em branco o valor 1000, clique no botão **+** (localizado a direita e abaixo do campo de adição do valor). Observe que mesmo aparecerá na lista.

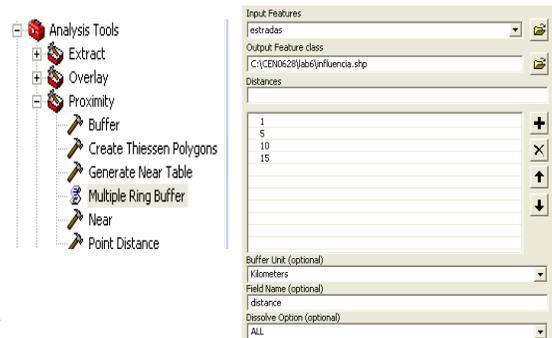


Figura 21. Menus de análise de vetores no Arctoolbox e de delimitação de tampões.

Repita o mesmo procedimento para os valores 1500, 2000 e 2500 ou seja informe quais são as distâncias (neste caso em metros) nas quais o programa deverá traçar cada tampão. Na opção *Buffer Unit* selecione *meters* e na opção *Dissolve Option* selecione *All*. Clique em OK (aguarde o processamento).

Para visualizar o novo PI (*influencia*), na Tabela de conteúdo, arraste-o para o topo da lista, abra o menu de propriedades e no menu *Layer Properties*, clique na aba *Display*, digite 60 no campo de transparência para que o PI fique 60 % transparente e você possa visualizar mapas de uso do solo das propriedades e as áreas de tampões sobre eles. Observe quantas são estradas e por onde passam em cada uma das situações fundiárias.

## Etapa II - Extraindo o uso do solo nas áreas de influência das estradas

Agora você deverá extrair o uso do solo em 2017 para na área de influência 1 km de uma estrada para o PA. Os demais valores serão fornecidos. Como você traçou um tampão com múltiplas distâncias e agora você deseja apenas utilizar o referente a área de até 1 km (1000 m) de uma estrada, o primeiro passo é selecioná-las. Abra a tabela de atributos do PI *influencia*, e no menu da mesma escolha a opção *Select by Attributes*. Selecione o campo *distance*, clique em *get values* e entre com a seguinte equação:  $distance = 1000$ . Retorne à tabela de conteúdo e abra novamente o menu do PI. Selecione agora *Data, Export Data* e salve a sua seleção com o nome *tampao\_1km*. Ao finalizar a operação o programa perguntará se você deseja adicioná-lo ao seu projeto, escolha sim.

Agora que você criou sua máscara, você deverá gerar os mapas de uso do solo com as mesmas. Para tal, você utilizará o algoritmo *Extract*, localizado no *Arctoolbox, Spatial Analyst*. Selecione a opção *Extract by Mask*. Use como *Input raster* a grade *PA\_2017* e como *Input raster or feature mask data* o vetor *tampao\_1km* que você acabou de criar. Em *Output raster*, insira o nome de *PA\_1km* (C:\cen0628\lab7\PA\_1km) e clique OK. A grade será automaticamente adicionada após a execução do comando. Para as outras duas áreas, estas operações já foram efetuadas e os arquivos estão na pasta c:\cen0628\lab7, *TI\_1km* e *GPR\_1km*. Adicione-os ao seu projeto.

Desative para visualização os PIs de uso do solo nas propriedades e ative os de uso nos tampões. Faça uma análise visual comparativa entre os padrões observados nos mesmos. Abra a tabela de atributos do PI *PA\_1km* e adicione dois campos (*field*) do tipo *float*: um chamado *area* e outro *area\_perc*. Selecione o primeiro e abra o menu do mesmo, na opção *field calculator* insira a equação

[COUNT]\*0.0009 para calcular a área de cada classe em metros quadrados. Obtenha o valor da área total utilizando a opção *field statistics*, copie o valor para a memória temporária (control c).

Repita a operação de cálculo para o campo seguinte (área\_perc) utilizando agora a equação  $\text{área} * 100 / \text{área total}$  (control v). Com esses resultados preencha a Tabela 1 e analise os mesmos. No sub-diretório **C:\CEN628\lab9\metricas** você encontrará uma planilha excel chamada *métrica\_serie\_temporal*. Abra-a e escole a lingueta áreas de influência da estrada e observe que a mesma contém todos os valores das áreas em km<sup>2</sup> e percentual nas diferentes distâncias e tipo de propriedades. Complete os valores referente ao PA\_1km.

Tabela 1. Área (em percentual) de cada classe de uso do solo em três situações fundiárias distintas e uma distância de 1 km de uma estrada

Tipo de propriedade	Floresta		Agropastoril	
	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Terra Indígena				
Projeto de Colonização				
Grande Propriedade Rural				

### Etapa III - Cálculo das métricas de cada paisagem

Agora que você já conhece como a infraestrutura de estradas impacta estas três paisagens, você analisará se o tipo de situação fundiária teve efeito igual ou diferenciado no avanço da fronteira agrícola ao longo de 4 décadas (1987, 1997, 2007, 2017) na paisagem. No *ArcGis*, abra o projeto *série\_temporal\_uso* armazenado em **C:\CEN628\lab9\**. Faça uma análise visual da evolução temporal em cada tipo de propriedade. Como você fez no laboratório anterior, agora deverá calcular as métricas de composição e configuração da paisagem.

Para facilitar seu trabalho, você calculará apenas as métricas referentes a Terra indígena em 2017. Todas as demais já foram calculadas e organizadas em uma planilha armazenada em **c:\cen628\lab7\metricas\metricas\_serie\_temporal**.

No *Fragstats* inicie um novo projeto. Na tela principal do programa, escolha trabalhar em um novo projeto Clique em novo (New) para abrir o menu de parametrização do programa e:

- Certifique-se que a lingueta *Input layers* está selecionada; b) Clique no botão *Add layer ...*; c)

na janela que se abrirá selecione a opção *GDAL GeoTIFF grid (.tif)*;

- b) No campo *Data set name*, pressione no quadrado com 3 pontos e em *C:\cen628\lab9\tifs* e selecione **TI\_2017**. Clique em OK;) Volte ao menu principal e selecione a lingueta *Analysis Parameters*, localizada ao lado da lingueta *Input layer*. Em *General options* selecione *use 4 cell neighborhood rule*, para que o programa calcule as métricas usando as vizinhanças à esquerda, direita, em cima e em baixo;
- c) Na opção *Sampling strategy* (estratégia de amostragem) escolha *class metrics* (métricas de classe) que é o que você irá precisar e
- d) Ative a opção de salvar automaticamente, clique em *browse* e navegue até **C:\CEN628\lab9\métricas**. Nomeie seu arquivo de saída de *TI\_metrics2017*.

Agora você deverá definir quais são a serem calculadas para da classe de uso do solo. Lembre que isto é feito na parte direita da janela do menu principal do *Fragstat*, onde está localizado o sub-menu de seleção de métricas. Na coluna com os três botões selecione o amarelo para informar o programa que você irá calcular métricas de classe.

Na Tabela 2, você encontrará todas as informações necessárias para selecionar as métricas que você irá utilizar. Preste atenção que elas se encontram agrupadas em sub-menus distintos que podem ser acessados selecionando as linguetas. Após selecionar as métricas, salve seu projeto. Para iniciar o cálculo, no menu principal clique em *Run* e depois *Proceed*. Os arquivos contendo as métricas serão salvos com a extensão *.class* (métricas das classes) e podem ser importados em uma planilha como excel para análises estatísticas e gráficas.

Tabela 2. Localização no menu (lingueta) nome da métrica e sigla das métricas de classe a serem calculadas para cada situação fundiária.

Lingueta	Métricas	Nome e sigla em inglês
<i>Area – Edge</i> ( <i>Área – Borda</i> )	Área da Classe Percentual da Paisagem Índice do Maior Fragmento Densidade de borda Área média dos fragmentos	<i>Class Area (CA)</i> <i>Percent of the Landscape (PLAND)</i> <i>Largest Patch Index (LPI)</i> <i>Edge density (ED)</i> <i>Patch area Mean (Area_MN)</i>
Aggregation (Agregação)	Número de Fragmentos Densidade de fragmentos Índice de forma da Paisagem	<i>Number of Patches</i> <i>Patch Desndity</i> <i>Landscape Shape Index</i>
Shape (Forma)	Índice médio de Forma e Coeficiente de variação	<i>Shape Index</i> <i>Standart deviasion</i>

Você terá apenas que importar os resultados dos cálculos as da Terra Indígena:

1. Abra o Excel e importe (ou abra) o arquivo *TI\_mtricas2017.class*. Na janela de menu *Assistente de importação de texto*, escolha em *tipos de dados originais* a opção *Delimitado, Caracteres com vírgulas ou tabulações separam cada campo*. Clique em *Avançar (Next)*. Como seu computador provavelmente está configurado em português, em *Formato de dados na coluna*, escolha *Geral*. Clique no botão *Avançado e*, na janela *Configurações avançadas de importação de texto* (troque o ponto e vírgula), ou seja, para *Separador decimal* selecione *ponto (.)* e para *Separador de milhar* selecione *vírgula (,)* e clique em *Concluir*.
2. Observe que os códigos são: *cls\_1 – Agropastoril; cls\_2- Floresta e cls\_3 – Mata Ciliar*
3. Abra a planilha *metricas\_serie\_temporal* armazenada em *c:\cen628\lab7\metricas*. Selecione a lingueta *serie temporal classe de uso* e complete-a com estes dados. Construa gráficos que evidenciem a mudança ao longo do tempo de cada métrica para as classes *Floresta e Agropastoril*.
4. Uma outra forma de analisar os seus resultados é comparando as classes de uso por tipo de propriedade, como pode ser observado na planilha da lingueta *serie temporal uso-propriedade*.

### **3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E DE BASES DE DADOS**

- Ballester, M.V.R.; Garcia, A.; Vilela, V.M.F.; Rizzo, R.R. & Tourne, D. 2018. Banco de dados do Projeto Xingu. LabGeo-CENA/USP.
- Cardille, J. A., Stephen, J., Ventura, S. J., & Turner, M. G. 2001. Environmental and social factors influencing wildfires in the upper midwest, United States. *Ecological Applications*, 11, 111-127.
- Casagrande, C. A. Diagnóstico ambiental e análise temporal da adequabilidade do uso e cobertura do solo na bacia do Ribeirão dos Marins, Piracicaba - SP. Dissertação de Mestrado ESALQ-USP. Piracicaba, SP. 28/09/2005.
- Delcourt, H.R. Creating landscape pattern. In: Gergel, S.E. & Turner, M.G. *Lerning landscape ecology. A practical guide to concepts and techniques*. Cap.6, Pp: 62-82. Springer. NY. 2002
- Gergel, S.E. & Turner, M.G. *Lerning landscape ecology. A practical guide to concepts and techniques*. Springer. NY. 2002; 2015.
- Forman, R. T. T. 1983. Corridors in a landscape: their ecological structure and function. *Ekol. CSSR* 2:375–387.
- Houser, R. 2013. John Snow Cholera Map as Rectified Raster Data, Water Pump Location Data, Deaths by Building Data, 2011 and 2013. University of Kansas Libraries. <https://kuscholarworks.ku.edu/handle/1808/10772>
- McGarigal, K., SA Cushman, and E Ene. 2012. FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps. Computer software program produced by the authors at the Univ. of Massachusetts, Amherst. <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>
- O’Neill, R.V. & Smith, M.A. 2002. Scale and Hierarchy Theory. In: Gergel, S.E. & Turner, M.G. *Lerning landscape ecology. A practical guide to concepts and techniques*. Springer. NY. 2002.
- Risser et al. 1984. *Landscape ecology: Directions and approaches*. NY. USA.
- Turner, M. Gardner, R.H. 1991. *Quantitative Methods in Landscape Ecology. The Analysis and Interpretation of Landscape Heterogeneity*. Ecological Studies, vol. 82. Springer-Verlag New York. ISBN 978-0-387-94241-4
- Turner, M. 1989. Landscape Ecology: The Effect of Pattern on Process. *Annual Review of Ecology and Systematics* Vol. 20:171-197 (Volume publication date November 1989)  
<https://doi.org/10.1146/annurev.es.20.110189.001131>

Urban, D.L., O'Neill, R.V. and Shugart Jr., H.H. (1987) Landscape Ecology. A Hierarchical Perspective Can Help Scientists Understand Spatial Patterns. *Bioscience*, 37, 119-127.  
<https://doi.org/10.2307/1310366>

#### **4. FOLHAS DE RESPOSTAS**

---

## PRÁTICA 1: análise espacial de paisagens, se familiarizando com um SIG

Nome completo: ..... Número USP: ..... Data: .....

Os objetivos desta prática são: 1) desenvolver a capacidade de valorizar a utilidade de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) como uma ferramenta quantitativa na ecologia da paisagem; 2) aprender conceitos básicos e se familiarizar com algumas das terminologias comumente empregadas e 3) obter experiência prática usando um SIG para responder questões. Para atingir os mesmos, a atividade prática foi a de replicar a análise espacial realizada no surto de cólera de 1854 em Londres em um ambiente de SIG. Ao término da atividade prática você deverá apresentar os resultados obtidos e responder as perguntas apresentadas a seguir.

**Pergunta 1:** *qual é o tipo de representação de cada plano de informação contido no projeto cólera?.*

Para responder utilize a Tabela 1, registre nela o nome de cada um dos planos de informação (PI) e o tipo de representação utilizada nos mesmos. Exemplo: o PI *ruas* é uma representação vetorial do tipo linha, enquanto o PI *foto1945* é uma fotografia aérea em formato de grade ou *raster*.

Tabela 1. Nome, tipo de representação e descrição dos PIs contidos no projeto cólera.

Nome do PI	Tipo de representação	Descrição
Bombas		
Mortes		
Ruas		
Uso_1854		
Img2015		
Foto1945		

**Pergunta 2:** *Como foi possível fazer a distinção entre vetores e grades observando os PIs na tela do computador?*

**Pergunta 3:** *Qual o percentual de área pertencente ao bairro com uso residencial que você estima que esteja representado no mapa? Use a Tabela 2 para registrar seus resultados.*

Tabela 2. Estimativa da área residencial (%).

Tipo de estimativa	Valor (Percentual)
Visual com cores suaves	
Visual com cores fortes	
Calculados	

**Pergunta 4-** *Quão diferentes são esses valores? Discuta as razões das diferenças.*

**Pergunta 5-** *qual o percentual de mortes por cólera que se encontram na área de influência especial de cada poço de água? Para responder utilize a Tabela 3, registre nela os resultados*

**Pergunta 6-** *algum deles apresenta maiores valores? Se sim, qual deles?*

**Pergunta 7-** *Qual é a percentagem de mortes por cólera que enquadra no polígono Theissen do poço de Broad Street?*

**Pergunta 8-** *qual o percentual de mortes por cólera que correram na área de menor custo de deslocamento até a bomba da Broad Street?*

**Pergunta 9-** *considerar a resistência ao movimento mudou os resultados? Por que?*

Tabela 3. Número total e percentual de mortes por cólera associadas a cada bomba.

Identificador	Nome da bomba	Número de mortes	Percentual de mortes
1	Bride St.		
2	Warwick St.		
3	Marlborough Mews		
4	Camaby St.		
5	Rupert St.		
6	Tighboene St.		
7	Sackville Row & Vigo St.		
8	Oxford Market St.		
9	Oxford St. & Beaners St.		
10	Newman St.		
11	Broad St.		
12	Castle St.		
13	Dean St.		

## **PRÁTICA 2: definição espacial de uma paisagem**

---

Nome completo: ..... Número USP: ..... Data: .....

O objetivo desta prática é apresentar o desafio que representa definir uma paisagem na qual os processos em estudos sejam ecologicamente significativos, dadas as limitações práticas do mundo real, como por exemplo a disponibilidade de dados em escalas espaciais e temporais adequadas para representar os mesmos. Para atingir os mesmos, a atividade prática foi a de definir os objetivos e a paisagem, bem como identificar a extensão da área de estudo, a resolução espacial e temporal dos dados e os mesmos necessários para responder as perguntas apresentadas a seguir. Ao término da atividade prática você deverá apresentar os resultados a seguir.

**Pergunta A:** Como o uso da terra afeta a qualidade da água consumida na cidade de Campinas?

**Objetivo A:**

**Extensão da área de estudo A**

**Resolução espacial e temporal dos dados**

**Dados necessários:**

**Paisagem A:**

**Pergunta B:** Existe uma relação entre a ocorrência de queimadas dos plantios de cana-de-açúcar e as ocorrências de doenças do trato respiratório superior registradas no município de Piracicaba?

**Objetivo B:**

**Extensão da área de estudo B**

**Resolução espacial e temporal dos dados**

**Dados necessários:**

**Paisagem B:**

**Pergunta C:** Qual a quantidade de carbono sequestrado pelos remanescentes florestais do Estado de São Paulo?

**Objetivo C:**

**Extensão da área de estudo C**

**Resolução espacial e temporal dos dados**

**Dados necessários:**

**Paisagem C:**

### **PRÁTICA 3: Planejamento, obtenção, entrada e preparação dos dados para um projeto de SIG**

---

Nome completo: ..... Número USP: ..... Data: .....

Pergunta 1: Qual é a diferença entre o mapa anterior e o atual, isto é, quando o PI foi adicionado (mapa anterior) e depois da alteração da simbologia (cores) e legenda (o atual)? Houve alguma melhora ou modificação na representação e visualização das classes?

Pergunta 2: Faça uma estimativa VISUAL (na tela) do percentual das classes (principalmente da cultura anual) no mapa e anote sua resposta. Agora mude a cor desta categoria (cultura anual) para uma cor brilhante e contrastante, como por exemplo, rosa choque. Isto modifica ou não a forma de interpretação visual do mapa? Ou seja, a área de culturas anuais parece maior ou menor? (veja a estimativa visual que você fez).

Pergunta 3: Qual é a largura (em metros) e a extensão (área total) do PI uso2000?

Pergunta 4: Quais são as áreas do maior polígono da classe cana-de-açúcar no uso do solo em 1940 e em 2000)?

Pergunta 5: Analise a evolução temporal do uso do solo (1940 a 2000): quais classes aumentaram ou diminuíram em termos de área? e com estes resultados você é capaz de avaliar onde (especialmente) as mudanças da cobertura e uso do solo foram mais intensas ou que tipo de uso do solo foi substituído por outro?

Tabela 1. Critérios, atributos, formatos dos conjuntos de dados para o projeto. **Atributos** correspondem às características das feições espaciais armazenadas nas respectivas tabelas de atributos; **Formato**: tipo de representação, vetorial (ponto, linha ou polígono) ou em grade (matriz ou raster); **Conjunto de dados**: onde estão armazenados os PIs

Critério	Nome do PI	Atributos	Formato	Conjunto de dados
Rede hidrográfica				
Uso do solo em 1940				
Uso do solo em 2000				
Declividade do terreno				

Tabela 2. Áreas e percentual das classes de uso e cobertura do solo na área de estudo do ribeirão dos Marins obtidas em 1940 e 2000

Uso do solo	1940		2000	
	Área (km <sup>2</sup> )	% da área total	Área (km <sup>2</sup> )	% da área total
Cana-de-açúcar				
Cultura anual				
Cultura Perene				
Floresta				
Pasto				
Represa				
Urbano				
Área total ((km <sup>2</sup> )				

## **PRÁTICA 4: elementos da paisagem: matriz, fragmentos e corredores**

---

Nome completo: ..... Número USP: ..... Data: .....

Nesta prática você deverá identificar e quantificar os elementos componentes de uma paisagem usando o modelo de mosaico, bem como analisar como as mudanças no uso da terra afetam os mesmos. Para tal você, analisou e quantificou três paisagens em um ambiente SIG. Ao término da atividade prática você deverá apresentar os resultados e responder as perguntas a seguir.

Com base nos resultados da Tabela 1, faça uma análise comparativa entre as três paisagens em termos de matriz, fragmentos e corredores

Tabela 1. Descrição dos elementos de paisagens localizadas no noroeste do Estado do Mato Grosso.

\*Exemplo: classe dominante, conectividade entre fragmentos, fragmentação, etc.

Mapa de uso	Elemento	Classe(s) existente(s)	Descrição das características*
uso2017_leste	Matriz		
	Fragmentos		
	Corredores		
uso2017_oeste	Matriz		
	Fragmentos		
	Corredores		
uso2017_PNX	Matriz		
	Fragmentos		
	Corredores		

**Pergunta 1-** *Quais são as semelhanças e diferenças nos elementos das três paisagens?*

Utilizando os resultados da Tabela 2, faça uma análise comparativa das três paisagens em termos do número de fragmentos, das áreas médias, do maior e do menor fragmento bem como da razão P/A

**Pergunta 2-** Qual delas se encontra mais fragmentada? Por que?

Tabela 2 – Estatísticas da classe Floresta nos mapas de uso do solo em 2017. \*NF = número de fragmentos

	NF*	Áreas dos fragmentos (ha)			P/A P/A Fragmento		
		Média	Mínima	Máxima	Média	Menor	Maior
uso2017_leste							
uso2017_oeste							
uso2017_PNX							

Utilizando os resultados da Tabela 3 e dos gráficos apresentados na Figura 7, responda:

**Pergunta 3-** Quais foram as modificações na composição (matriz/fragmentos) observadas em cada paisagem entre 1977 e 2017?

**Pergunta 4-** Quantitativamente, quando estas mudanças foram mais intensas em cada uma delas?

**Pergunta 5-** A matriz se mantém constante ao longo do período de estudo?. Se mudou, você consegue identificar quando isso ocorreu?

## **PRÁTICA 5: escalas e hierarquias em paisagens**

---

Nome completo: ..... Número USP: ..... Data: .....

Os objetivos desta prática são: 1- ilustrar os efeitos das mudanças na escala de observação em estudos ecológicos; 2- ilustrar as diferenças de dois conceitos de escala em ecologia de paisagem: tamanho da parcela mínima (TPM) e extensão, os efeitos das mudanças na escala de observação nos mesmos e as consequências na interpretação dos padrões observados. Para atingir os mesmos, a atividade prática foi a de analisar o efeito da escala de amostragem nos resultados da relação entre predador-presa, bem como o efeito de três aspectos da escala nos resultados obtidos: tamanho da parcela mínima (TPM), extensão da área de estudo e tipo de legenda adotada em análises espaciais de paisagens. Ao término da atividade prática você deverá apresentar os resultados e responder as perguntas a seguir a seguir.

Analisando os gráficos obtidos com os dados de campo, responda:

**Pergunta 1-** *Quais foram os padrões observados? Analise as diferenças nas escalas, o que influencia, o que acontece?*

**Pergunta 2 -** *Como você explica as diferenças observadas? Analise se diminui o número de predadores? Aumenta o número de presas? Ou vice-versa?*

**Pergunta 3 -** *Qual escala é mais adequada para descrever a relação predador x presa e por que?*

**Pergunta 4-** *uma extensão de apenas 20 m de amostragem nos daria as informações necessárias para descrever adequadamente a relação predador x presa?*

**Pergunta 5-** Analisando os resultados numéricos obtidos (Tabela 1) você é capaz de saber quantos fragmentos de cada classe estão contidos em cada mapa? Justifique sua resposta

Tabela 1. Valores de extensão, tamanho da parcela mínima e áreas das classes de obtidas pelos mapeamentos com dois sensores remotos distintos. \*TPM: Tamanho da Parcela Mínima

Imagem original e mapa de uso do solo	Extensão (km <sup>2</sup> )	TPM* m <sup>2</sup>	Floresta		Agropastoril		Outros	
			km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
Rapid Eye Mapa: uso_re								
Landsat 7 Mapa: uso_etm								

Número de fragmentos de floresta mapeados com Rapid eye: .....

Número de fragmentos de floresta mapeados com Landsat 7: .....

## **PRÁTICA 6: fatores que originam padrões e heterogeneidade da paisagem**

Nome completo: ..... Número USP: ..... Data: .....

Os objetivos desta prática são examinar os padrões e a heterogeneidade da paisagem e identificar os fatores responsáveis pela geração dos mesmos. Para atingir os mesmos, a atividade prática foi a de determinar o efeito de 2 fatores físicos e uma perturbação nos padrões e heterogeneidade da paisagem do estado de Michigan (EUA), colonizada no final do século XIX (Delcourt,2002). Ao término da atividade prática você deverá apresentar os resultados e responder as perguntas a seguir. Utilizando os resultados da Tabela 1, compare as diferentes associações observadas e responda:

**Pergunta 1** - *todas as espécies analisadas ocorrem no mesmo tipo de solo ou há diferenças entre a distribuição espacial das mesmas em função das características do solo?*

Tabela 1. Área (ha) de cada tipo de solo ocupada por 3 espécies selecionadas de árvores (espécie presente).

VALUE	Tipo de solo	Bordo (ha)	Fagus (ha)	Pinho (ha)
0	Lago			
1	Ácido e arenoso			
2	Podzólico, ácido e arenoso			
3	Alcalino, argiloso			
4	Ácido, siltico			
5	Hidromórfico, alcalino, siltico			
6	Hidromórfico, ácido, arenoso			

Utilizando os resultados das Tabela 2 e 3 do  $X^2$  e lembrando que:

$X^2$  crítico: 10.83, 1 grau de liberdade e  $P = 0.0001$ ;  $H_0$  = árvore não está associada com o tipo de solo 1 e Rejeita-se  $H_0$  se  $X^2$  calculado é  $> 10.83$ , responda as seguintes perguntas:

**Pergunta 2-** *Qual dos dois fatores têm um efeito mais pronunciado na ocorrência da espécie de pinheiro? Justifique sua resposta (analise os resultados das estatísticas calculadas)*

**Pergunta 3-** Com base nestes resultados, é possível identificar o efeito isolado de cada um destes fatores? Por que?

Tabela 2. Frequências observadas e esperadas da **ocorrência de incêndios** e do pinheiro jack e valor do Qui-quadrado

	Valores observados	Equações 3 a 6	Valores esperados
a <sub>o</sub> (grade 1)		$a_e = \frac{(a_o+b_o)(a_o+c_o)}{n}$	
b <sub>o</sub> (grade2)		$b_e = \frac{(a_o+b_o)(b_o+d_o)}{n}$	
c <sub>o</sub> (grade3)		$c_e = \frac{(c_o+d_o)(a_o+c_o)}{n}$	
d <sub>o</sub> (grade4)		$d_e = \frac{(c_o+d_o)(b_o+d_o)}{n}$	
$n = a_o + b_o + c_o + d_o$		Equação 2 (membros)	Valores calculados
a <sub>o</sub> + b <sub>o</sub>		$\left( \frac{(a_o - a_e).^2}{a_e} \right)$	
a <sub>o</sub> + c <sub>o</sub>		$\left( \frac{(b_o - b_e).^2}{b_e} \right)$	
b <sub>o</sub> + d <sub>o</sub>		$\left( \frac{(c_o - c_e).^2}{c_e} \right)$	
c <sub>o</sub> + d <sub>o</sub>		$\left( \frac{(d_o - d_e).^2}{d_e} \right)$	
$\chi^2 = \left( \frac{(a_o - a_e).^2}{a_e} \right) + \left( \frac{(b_o - b_e).^2}{b_e} \right) + \left( \frac{(c_o - c_e).^2}{c_e} \right) + \left( \frac{(d_o - d_e).^2}{d_e} \right)$			

Tabela 3. Frequências observadas e esperadas da **ocorrência de solos** do tipo 1 e do pinheiro jack e valor do Qui-quadrado

	Valores observados	Equações 3 a 6	Valores esperados
a <sub>o</sub> (grade 1)		$a_e = \frac{(a_o+b_o)(a_o+c_o)}{n}$	
b <sub>o</sub> (grade2)		$b_e = \frac{(a_o+b_o)(b_o+d_o)}{n}$	
c <sub>o</sub> (grade3)		$c_e = \frac{(c_o+d_o)(a_o+c_o)}{n}$	
d <sub>o</sub> (grade4)		$d_e = \frac{(c_o+d_o)(b_o+d_o)}{n}$	
$n = a_o + b_o + c_o + d_o$		Equação 2 (membros)	Valores calculados
a <sub>o</sub> + b <sub>o</sub>		$\left( \frac{(a_o - a_e).^2}{a_e} \right)$	
a <sub>o</sub> + c <sub>o</sub>		$\left( \frac{(b_o - b_e).^2}{b_e} \right)$	
b <sub>o</sub> + d <sub>o</sub>		$\left( \frac{(c_o - c_e).^2}{c_e} \right)$	
c <sub>o</sub> + d <sub>o</sub>		$\left( \frac{(d_o - d_e).^2}{d_e} \right)$	
$\chi^2 = \left( \frac{(a_o - a_e).^2}{a_e} \right) + \left( \frac{(b_o - b_e).^2}{b_e} \right) + \left( \frac{(c_o - c_e).^2}{c_e} \right) + \left( \frac{(d_o - d_e).^2}{d_e} \right)$			

Com base nos resultados das Tabelas 4 e 5, responda:

**Pergunta 4-** *Qual era a classe dominante em termos de área total nas paisagens do século XIX e XX? (Qual era a predominante e mais conectada)*

**Pergunta 5-** *Como era a heterogeneidade das paisagens em 1840 e 1990? (os tipos de cobertura eram similares ou distintos em termos do número de fragmentos e do tamanho médio?)*

**Pergunta 6-** *Qual foi o efeito da colonização na fragmentação da paisagem? (compare o número de fragmentos, o tamanho do maior fragmento e o tamanho médio dos fragmentos das duas datas para as classes de uso vila/urbanização e sucessão secundária/agricultura ou pastagem).*

**Pergunta 7-** *Como as atividades humanas nos 150 anos estudados afetaram as áreas de floresta? (Compare as classes 2, 3 e 4 dos dois mapas. Verifique o que ocorreu com o número de fragmentos, em que classes aumentou ou diminuiu, houve alteração de dominância)*

Tabela 4. Análise dos tipos de cobertura vegetal no fim do século XIX para VEG\_19, onde NF = número de fragmentos; AC = área total da classe; AMF = área do maior fragmento; TMF = tamanho médio dos fragmentos

Grid code	Classe de uso	NF	AC	AMF	TMF
0	Lago				
1	Vila indígena				
2	Floresta decídua de terra firme				
3	Floresta perene de terra firme				
4	Floresta mista				
5	Várzea florestada				
6	Várzea não florestada				
7	sucessão secundária				

Tabela 5. Análise dos tipos de cobertura vegetal no fim do século XX para VEG\_20, onde NF = número de fragmentos; AC = área da classe; AMF = área do maior fragmento; TMF = tamanho médio dos fragmentos.

Grid code	Classe de uso	NF	AC	AMF	TMF
0	Lago				
1	área urbana				
2	Floresta decídua de terra firme				
3	Floresta perene de terra firme				
4	Floresta mista				
5	Várzea florestada				
6	Várzea não florestada				
7	Agricultura ou pastagem				

## **PRÁTICA 7: fatores que originam padrões e heterogeneidade da paisagem**

Nome completo: ..... Número USP: ..... Data: .....

1- Faça o layout e insira-o aqui

2- Qual a área total de perda de habitat em para cada uma das espécies estudadas?

3- Como biólogo(a), quais estratégias de conservação das espécies você poderia propor para os tomadores de decisão?

## PRÁTICA 8: análise da fragmentação e métricas da paisagem I

---

Nome completo: ..... Número USP: ..... Data: .....

Os objetivos desta prática são: 1) apresentar as métricas mais comumente usadas para analisar os padrões da paisagem; 2) distinguir entre métricas de composição e métricas de configuração; 3) entender alguns fatores que influenciam a seleção e interpretação de métricas. Para atingir os mesmos, a atividade prática foi a de calcular e analisar métricas da paisagem de uma área do estado do Mato Grosso em 1997, 2007 e 2017. Ao término da atividade prática você deverá apresentar os resultados e responder as perguntas a seguir.

Tabela 1. Valores da área coberta pelas classes de uso do solo das paisagens dos municípios de União do Sul e Santa Carmem contidos na bacia do Alto Xingu (Mato Grosso) em 1997, 2007 e 2017

Ano	Floresta		Agropastoril		Mata Ciliar	
	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
1997						
2007						
2017						

Utilizando estes resultados responda:

**Pergunta 1** - *Qual era a composição (quem estava presente e em que proporção) da paisagem em 1997, 2007 e 2017?*

**Pergunta 2** - *Quais são as principais diferenças na composição comparando os três anos?. Na sua resposta inclua os seguintes aspectos: houve aumento ou diminuição das classes floresta e/ou agropastoril?; A que processo você pode atribuir estas diferenças?*

**Pergunta 3-** *Visualmente, estes resultados permitem ou não avaliar como o desmatamento afetou a fragmentação da floresta em termos de número e área dos fragmentos?*

Para avaliar as mudanças na composição e configuração da paisagem que ocorreram entre 1997 e 2007 e entre 2007 e 2017, utilize os dados contidos na planilha *métricas\_serie\_temporal* e responda:

**Pergunta 4-** *Qual é a composição da paisagem? (identifique a composição da paisagem em cada ano: matriz, fragmentos e corredores)*

**Pergunta 5-** *A composição mudou ao longo do tempo? (esses elementos aumentaram, diminuíram ou permaneceram constantes?)*

**Pergunta 6-** *A paisagem tornou-se mais ou menos fragmentada? (Exemplo: analise a evolução temporal das mudanças na fragmentação, densidade e a área média da floresta)*

**Pergunta 7 –** *A que fator(s) você pode associar estas mudanças?*

## **PRÁTICA 9: análise da fragmentação pela ação antrópica, métricas II**

---

Nome completo: ..... Número USP: ..... Data: .....

O objetivo desta aula é aprofundar os conhecimentos sobre métricas da paisagem, sua utilidade na interpretação dos fatores geradores dos padrões e apresentar alguns métodos de análise dos resultados. Para atingir os mesmos, a atividade prática foi a de avaliar a influência da proximidade das estradas e da estrutura fundiária nos padrões da paisagem associados ao avanço da fronteira agrícola em uma região do Arco do desmatamento na Amazônia. Ao término da atividade prática você deverá apresentar os resultados e responder as perguntas a seguir.

Tabela 1. Área (em percentual) de cada classe de uso do solo em três situações fundiárias distintas e uma distância de 1 km de uma estrada

Tipo de propriedade	Floresta		Agropastoril	
	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Terra Indígena				
Projeto de Colonização				
Grande Propriedade Rural				

Complete os valores referente ao PA\_1km e responda:

**Pergunta 1** – *As estradas e a situação fundiária são que tipo de fator em termos de composição e configuração da paisagem?*

**Pergunta 2**- *Como a presença de estradas afeta a dinâmica de cada paisagem? Qual área foi a mais afetada em termos de mudanças no uso do solo?*

**Pergunta 3**- *Qual o impacto da situação fundiária na fragmentação da paisagem?*

**Pergunta 4-** *Como o tipo de propriedade afeta a dinâmica temporal da expansão da fronteira agrícola em cada paisagem*

**Pergunta 5-** *Alguma delas apresenta inversão de matriz? Se sim em que ano isto ocorre?*

**Pergunta 6-** *Como as métricas auxiliaram nesta análise?*