

Uso de Geoprocessamento para Análise de Focos de Calor no Pantanal Brasileiro



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

Documentos 158

Uso de Geoprocessamento para Análise de Focos de Calor no Pantanal Brasileiro

Lívia Fernandes Ramos
Balbina Maria Araújo Soriano
Marcelo Gonçalves Narciso
Maxwell da Rosa Oliveira

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Pantanal

Rua 21 de Setembro, 1880, CEP 79320-900, Corumbá, MS

Caixa Postal 109

Fone: (67) 3234-5800

Fax: (67) 3234-5815

Home page: www.embrapa.br/pantanal

E-mail: www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Unidade Responsável pelo conteúdo

Embrapa Pantanal

Comitê Local de Publicações da Embrapa Pantanal

Presidente: *Ana H. B. Marozzi Fernandes*

Membros: *Fernando Rodrigues Teixeira Dias*

Juliana Corrêa Borges Silva

Márcia Furlan Nogueira

Sandra Mara Araújo Crispim

Suzana Maria de Salis

Viviane de Oliveira Solano

Secretária-executiva: *Marilisi Jorge da Cunha*

Supervisora editorial: *Ana H. B. Marozzi Fernandes*

Tratamento de ilustrações: *Marilisi Jorge da Cunha*

Foto da capa: *Sandra Aparecida Santos*

Editoração eletrônica: *Marilisi Jorge da Cunha*

1ª edição

Formato digital (2018)

Todos os direitos reservados.

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Pantanal

Uso de geoprocessamento para análise de focos de calor no Pantanal Brasileiro/ Livia Ramos... [et al.]. – Dados eletrônicos. – Corumbá: Embrapa Pantanal, 2018.

PDF (33 p.). (Documentos / Embrapa Pantanal, ISSN 1981-7215; 158).

1. Fogo. 2. QGIS 3. Queimadas. 4. Ecologia. I. Ramos, Livia Fernandes. II. Soriano, Balbina Maria Araújo. III. Narciso, Marcelo. IV. Oliveira, Maxwell da Rosa. VIII. Série.

CDD (21. ed.) 577.2

Viviane de Oliveira Solano (CRB – 1/2210)

© Embrapa 2018

Autores

Lívia Fernandes Ramos

Acadêmica do Curso Técnico em Informática, IFMS,
estagiária da Embrapa Pantanal, Corumbá, MS

Balbina maria Araújo Soriano

Meteorologista, doutora em Agronomia,
pesquisadora da Embrapa Pantanal, Corumbá, MS

Marcelo Gonçalves Narciso

Engenheiro, doutor em Computação Aplicada, INPE,
pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Goiânia, GO

Maxwell da Rosa Oliveira

Biólogo, mestrando em Biologia Vegetal, UFMS, Campo Grande

Apresentação

Entre os meses de junho e setembro, o Pantanal sofre um período de estiagem, quando a ocorrência de chuvas é insignificante ou mesmo ausente. Esse evento resulta em acúmulo de grande material vegetal seco em algumas fitofisionomias, os quais se tornam combustíveis, podendo ocasionar grandes incêndios. A rapidez e eficiência na detecção e monitoramento desses incêndios são imprescindíveis para sua identificação e controle, evitando consequências mais drásticas para o ecossistema.

O uso de recursos computacionais, aliado ao uso de Sistemas de Informação Geográfica, tem facilitado bastante os estudos espaciais e temporais de previsão e combate a incêndios. O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) desenvolveu na década de 1980 um sistema de detecção de queimadas a partir de imagens de sensores a bordo de satélites polares e geostacionários, o qual vem sendo aprimorado continuamente, o que tem permitido monitorar e quantificar de forma sistemática os incêndios na vegetação. Além disso, esse sistema possibilita também monitorar as queimadas controladas, prática comum no Pantanal como manejo das pastagens nativas.

Este trabalho, portanto, apresenta um tutorial para utilização do software QGIS 2.18, além de um passo a passo para a aquisição dos dados de focos de calor a partir do Banco de Dados de Queimadas do INPE. Também apresenta uma análise da distribuição espaço-temporal dos Focos de Calor (FC) no Pantanal brasileiro em 2017, cujo tutorial pode se tornar referência para o monitoramento de focos de calor.

Jorge Antonio Ferreira de Lara
Chefe-Geral da Embrapa Pantanal

Sumário

Uso de Geoprocessamento para Análise de Focos de Calor no Pantanal Brasileiro

Introdução	8
Monitoramento dos Focos de Calor	10
Elaboração de Tutorial do Software QGIS 2.18.....	11
Utilização do Tutorial para análise de Focos de Calor no Pantanal brasileiro	27
Aquisição de dados.....	27
Tratamento, interpretação e geração de dados	27
Resultados e Discussão.....	28
Considerações Finais.....	30
Agradecimentos.....	31
Referências.....	31

Uso de Geoprocessamento para Análise de Focos de Calor no Pantanal Brasileiro

Livia Fernandes Ramos

Balbina Maria Araújo Soriano

Marcelo Gonçalves Narciso

Maxwell da Rosa Oliveira

Introdução

O Pantanal é uma extensa planície com áreas úmidas contínuas, localizado na América do Sul, estando inserido na Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai, que se localiza na região Centro-Oeste do Brasil. No Brasil, abrange os estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, além dos países Bolívia e Paraguai (Brasil, 1974). Essa bacia pertence à Bacia do rio da Prata, a segunda maior da América do Sul e a quinta maior do mundo (Clarke et al., 2003). Na Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai existem duas áreas geográficas predominantes, o Planalto e o Pantanal.

O Planalto corresponde às áreas com altitude média acima de 200 m. O Pantanal corresponde à parte inferior da bacia (abaixo de 200 m em relação ao nível do mar), tendo sido formada pelo rebaixamento de uma grande região, fato relacionado ao soerguimento da Cordilheira dos Andes (Horton; Decelles, 1997; Ussami et al., 1999). No Brasil, apresenta uma área de drenagem de 138.183 km², ou 38,21% da área total da bacia (Silva; Abdon, 1998).

Cerca de 65% de todo o território ocupado pelo Pantanal encontra-se no estado de Mato Grosso do Sul e 35% no Mato Grosso, situando-se entre os paralelos de 16^o e 22^o de latitude Sul e os meridianos de 55^o e 58^o de longitude Oeste. Suas características geológicas, geomorfológicas e climáticas proporcionam a formação de um habitat único, cuja dinâmica é regida basicamente pela captação, armazenamento e distribuição das águas, ou seja, pelo seu comportamento hidrológico.

Devido a sua posição geográfica, sofre influências de três grandes biomas: Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica, que são importantes províncias fitogeográficas do continente e, que são responsáveis pela sua alta biodiversidade, característica do Pantanal (Brasil, 1997). Em função de sua importância e diversidade ecológica, o Pantanal é considerado pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), Patrimônio Natural Mundial e Reserva da Biosfera.

De acordo com Silva e Abdon (1998), o Pantanal foi dividido em onze sub-regiões, onde foram considerados aspectos relacionados à inundação, relevo, solo e vegetação, localizados em 16 municípios tanto em Mato Grosso quanto em Mato Grosso do Sul (Figura 1).

O clima do Pantanal, bem como em toda bacia Hidrográfica do Alto Paraguai, está sobre influência do sistema climático do Brasil Central. Os sistemas atmosféricos do Pantanal são de origem tanto tropical quanto extratropical, sofrendo influência dos sistemas que atuam na Região da Amazônica. De acordo com a classificação climática de Köppen, o Pantanal, se enquadra no tipo climático Aw – clima tropical, megatérmico (temperatura média do mês mais frio é superior a 18 °C) (Nimer, 1989).

A precipitação total média anual no Pantanal é de 1.184,3 mm, sendo que mais de 50% das estações registram um total médio de precipitação entre 1.100 e 1.200 mm. A distribuição espacial da precipitação total média anual é variável dentro do Pantanal, apresentando valores que variam de 959 mm na direção oeste e próximos de 1500 mm a nordeste. Quanto a variação sazonal dos índices de precipitação (Figura 2), observa-se que no decorrer do ano as chuvas no Pantanal apresentam dois períodos bem definidos: um chuvoso (de outubro a março), quando ocorre cerca de 80% do total médio anual das chuvas, e um período de estiagem (de abril a setembro).

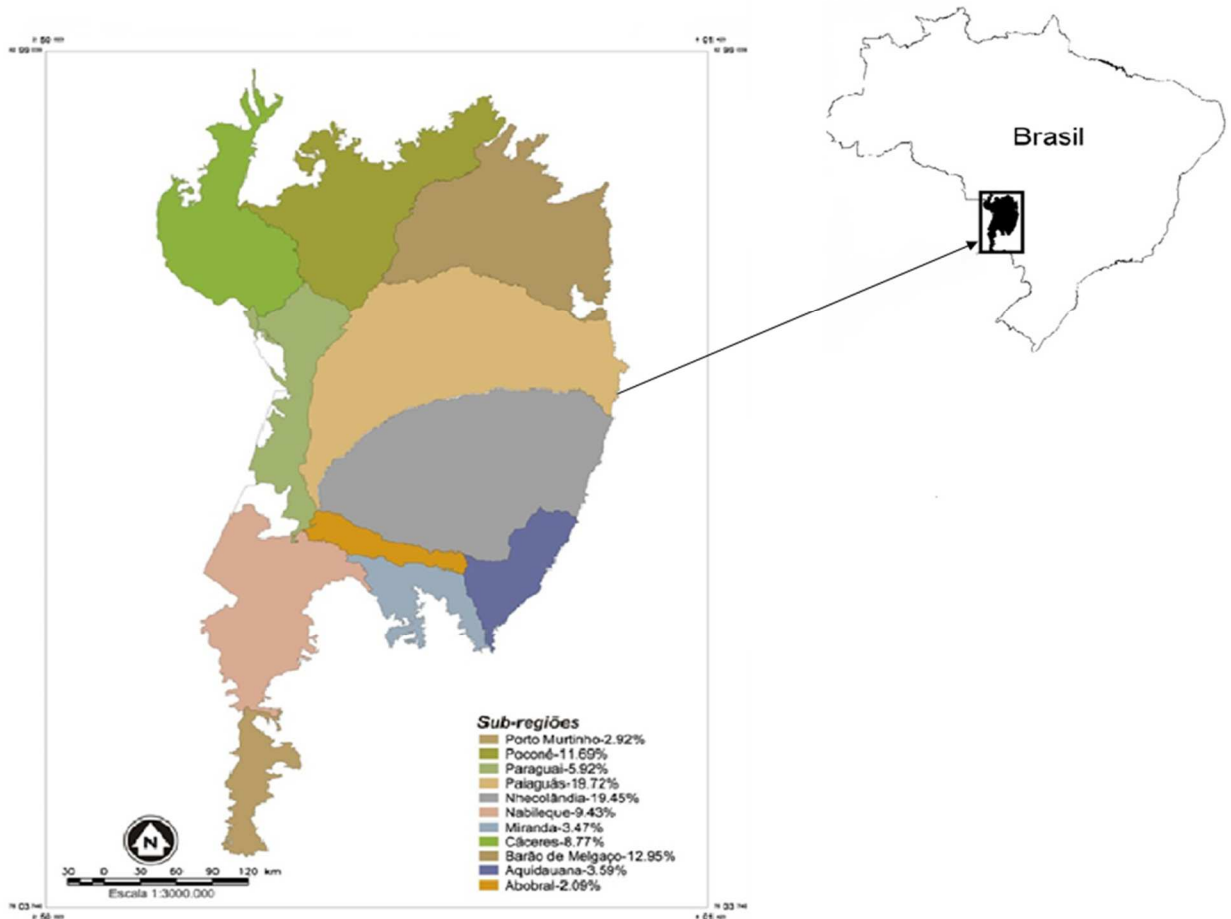


Figura 1. Figura 1. Sub-regiões do Pantanal Mato-grossense (Silva; Abdon, 1998). Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da Embrapa Pantanal)

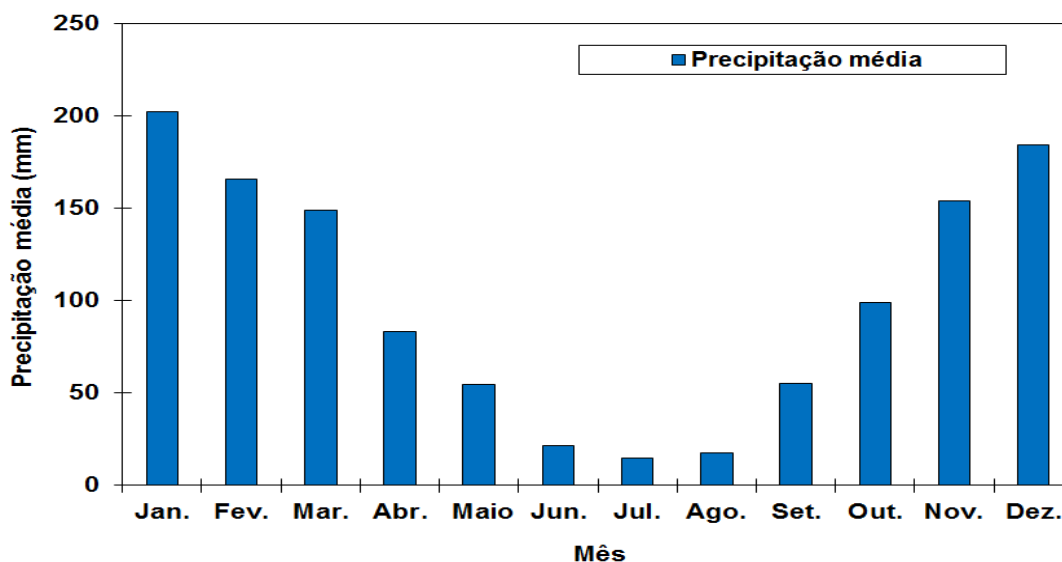


Figura 2. Distribuição média mensal da precipitação pluvial no Pantanal brasileiro, no período de 1977 a 2010. Fonte: Elaborado a partir dos dados da Hlidroweb, 2012

O trimestre mais chuvoso compreende os meses de dezembro a fevereiro, com 533 mm, equivalentes à cerca de 46% do total anual. O mês mais chuvoso é janeiro, com média anual de 203 mm, com variação de 280 mm a nordeste e 133 mm ao sul. Os meses menos chuvosos (junho-agosto) representam 4,5% do total anual, sendo julho o mais seco com média anual de 15 mm, com variação de 8 mm a norte e 24 mm ao sul.

Durante o período de estiagem, é possível observar longos períodos sem ocorrência de chuvas e, ou com chuvas insignificantes. Tal período coincide com a época da estação seca, sendo mais comum sua ocorrência em junho, julho e agosto podendo chegar até em meados de setembro (Figura 2). Estes eventos podem resultar em sérios prejuízos à produção pecuária e à própria biodiversidade, em função da diminuição da oferta de forragens disponível para a alimentação do rebanho bovino e o acúmulo de uma grande quantidade de material vegetal seco em algumas fitofisionomias, que se transformam em combustível, favorecendo a ocorrência de grandes incêndios, que podem afetar drasticamente o ecossistema da região (Soares et al., 2007).

Dados de umidade relativa do ar (1986 a 2010), temperatura do ar (1979 a 2010) e velocidade do vento (1986 a 2010) foram coletados na estação climatológica da fazenda Nhumirim (Figura 3), localizada no Pantanal da Nhecolândia, registraram temperatura média anual de 25,3 °C, variando de 20,8 °C (julho) a 28 °C (janeiro e dezembro). Verifica-se que a partir de outubro até março as temperaturas atingem média acima de 27 °C.

A umidade relativa média anual foi 80%, oscilando entre 72% (setembro) e 85% (março). As menores médias foram registradas entre os meses de julho e novembro, sendo setembro o mês mais seco da região. A velocidade do vento média anual foi 1,7 m/s, oscilando entre 1,2 m/s (março) e 2,2 m/s (setembro). A partir de agosto até dezembro a velocidade fica acima de 2 m/s (Figura 3).

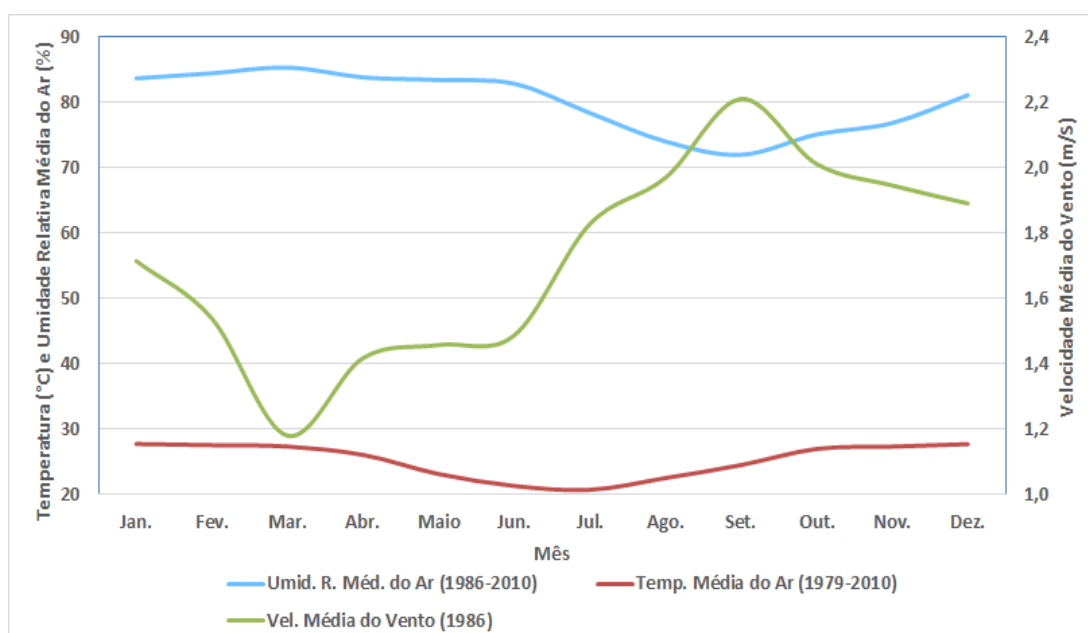


Figura 3. Distribuição média mensal da umidade relativa (1986 a 2010), temperatura média do ar (1979 a 2010) e velocidade do vento (1986 a 2010) no Pantanal, sub-região da Nhecolândia. Fonte: elaborado pelos autores

A ocorrência e a propagação dos incêndios florestais estão fortemente associadas às condições climáticas. A intensidade de um incêndio e a velocidade com que ele se propaga estão diretamente ligados a umidade relativa e a temperatura do ar, além do efeito direto da velocidade do vento. A utilização de dados meteorológicos de boa qualidade é, portanto, vital para o planejamento de prevenção e combate aos incêndios florestais (Nunes et al., 2006).

O Pantanal é formado por um mosaico de áreas de campo, savanas e florestas. Geralmente em setembro (final da seca) as áreas de campo, principalmente aquelas sem gado, acumulam um excesso de capim seco que constitui num material combustível de fácil ignição e propagação. Portanto, em áreas de acesso ao homem qualquer fagulha poderá ocasionar o início do fogo que se alastra rapidamente nas áreas com alta densidade de biomassa seca. Em campo de alta inundação como beira de rios, em determinados anos (mais secos) há uma grande quantidade de fitomassa e liteira que se acumula ao longo do tempo, favorecendo a propagação do fogo que é mais persistente e de difícil controle, caso da borda do rio Paraguai próximo de Corumbá (Santos et al., 2005).

Um dos mecanismos mais utilizados tanto na agricultura, quanto na agropecuária é a queimada, atuando no sentido de eliminar resíduos, pragas ou ainda para a renovação do pasto. O uso do fogo para manejo de pastagens é uma prática comum no Pantanal brasileiro e visa aumentar a oferta de forragens para os animais, principalmente no período seco (agosto a setembro). Na parte arenosa do Pantanal o fogo é aplicado com maior frequência, devido à grande quantidade de material seco produzido pelas espécies de gramíneas nativas indesejáveis, ou seja, aquelas que são pouco consumidas pelos bovinos e também em áreas onde se observa invasores arbustivos e arbóreos que dificultam o manejo dos animais (Rodrigues et al., 2005).

As fitofisionomias comumente manejadas (Figura 4) com a queima controlada são aquelas que ocorrem nas áreas de campo cerrado, dominados por espécies duras, grosseiras e de baixa digestibilidade, como capim carona, capim

vermelho, capim rabo-de-burro e capim fura-bucho (Pott, 1994).

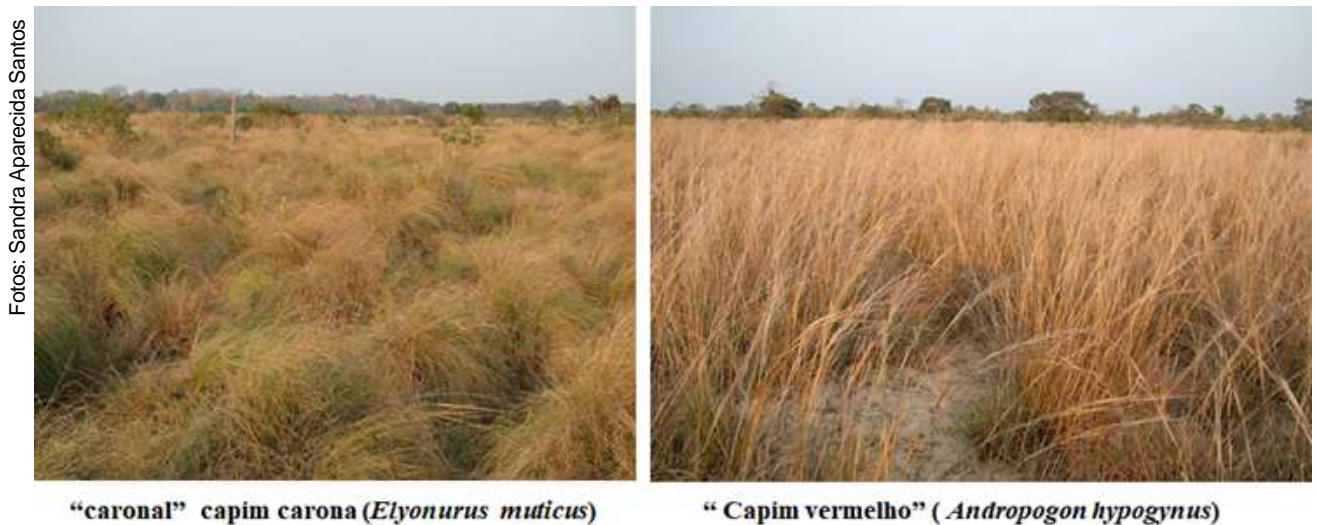


Figura 4. Área com capim carona e capim vermelho, Pantanal da Nhecolândia.

Monitoramento dos Focos de Calor

Desde 2000, a Embrapa Pantanal vem monitorando as variáveis meteorológicas e as ocorrências de incêndios no Pantanal (Soriano, Pellegrin, 2007; Soriano et al., 2008), onde pode ser observado que dependendo da variação do clima entre anos, ocorre maior ou menor número de eventos, modificando a paisagem local.

Em 2005, ano considerado “seco” no Pantanal, em decorrência das chuvas que ficaram abaixo da média histórica, o número de incêndios foi 6.199, a maior ocorrência desde 2000. Além da influência do clima no aumento dos incêndios, outros fatores importantes foram a grande quantidade de material combustível acumulado em algumas fitofisionomias, que associado à longa estiagem e os baixos índices de umidade relativa do ar passou a favorecer grandes incêndios, o que afetou drasticamente o ecossistema da região.

Existem diversas formas de detectar incêndios, sendo uma delas o monitoramento dos focos de calor por imagens de satélite, que em países que possuem uma grande extensão territorial como o Brasil, abre janela para a utilização do processo de sensoriamento, que se torna mais rápida e de menor custo (Lopes, 2017).

A rapidez e a eficiência na detecção e monitoramento dos incêndios florestais são fundamentais para sua identificação e controle. Nessa perspectiva, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), desde a década de 1980 vem aprimorando um sistema de detecção de queimadas a partir de imagens de sensores a bordo de satélites polares e geoestacionários (Batista, 2004).

As queimadas podem ser monitoradas através dos focos de calor oriundos das imagens de satélite, que possuem sensores infravermelho e rastreiam a superfície terrestre diariamente ou várias vezes durante o dia. Uma área que está sendo queimada emite energia infravermelha, que é captada pelo sensor do satélite que gera um pixel georeferenciado com um conjunto de informações. Nuvens e fumaça podem bloquear a detecção desses focos, caso nenhum foco possa ser identificado na passagem do satélite o valor total de números de focos de calor é usado de forma relativa, ou seja, sem ser possível afirmar ou usar o valor total de focos como sendo igual ao número de queimadas. O fogo é indicado através de um foco em forma de pixel, que varia de 1 km x 1 km até 5 km x 4 km. Nesta área pode haver uma ou várias queimadas distintas que serão indicadas por um único foco, caso a queimada seja muito extensa, ela será identificada por alguns focos vizinhos, isto é, vários focos corresponderão a uma única queimada (Vasconcelos, 2005; INPE, 2018).

Os atuais recursos computacionais facilitam bastante os estudos temporais e espaciais de previsão e combate aos incêndios. A detecção de locais de maior risco pode ser viabilizada com o uso de um Sistema de Informações Geográficas (Pezzopane et al, 2001).

Nesse contexto, as geotecnologias podem ser grandes aliadas aos estudos ambientais, pois oferecem ferramentas que subsidiam diversas demandas do planejamento e gestão territorial (Moraes, 2010). Sendo assim, a necessidade de monitorar e quantificar de forma sistemática os incêndios na vegetação leva ao uso intensivo de geotecnologias, como o Sensoriamento Remoto e o Sistema de Informações Geográficas (SIG), pois as mesmas possuem

ferramentas com capacidade de fornecer a informação necessária para o processo de mapeamento e interpretação de dados provenientes de focos de calor e possíveis incêndios, além de proporcionarem uma ampla visão sobre a distribuição temporal, espacial e padrões comportamentais das queimadas em diferentes escalas (Souza et al., 2016). Assim, mapear os incêndios ocorridos ao longo do tempo possibilita gerar um banco de dados históricos que permite acompanhar as tendências e as causas das modificações do uso do solo e, assim, estabelecer políticas públicas voltadas à proteção e à recuperação dos remanescentes florestais (Carvalho et al., 2008)

Elaboração de Tutorial do Software QGIS 2.18

O tutorial teve como objetivo analisar a distribuição espaço-temporal dos Focos de Calor (FC) no Pantanal brasileiro em 2017. Pretende-se também que esse tutorial seja referência para o monitoramento de Focos de Calor utilizado por qualquer estudante que a análise dos Focos.

Nas Figuras 5 a 36 é demonstrado o passo a passo para aquisição dos dados de FC no Banco de Dados de Queimadas/INPE (INPE, 2018) e utilização do QGIS 2.18 (QGIS, 2018) para analisar a distribuição dos FC no Pantanal brasileiro.

Na Figura 5, observa-se do lado esquerdo uma marcação em vermelho no item 3 da legenda, indicando onde exportar os dados de FC.

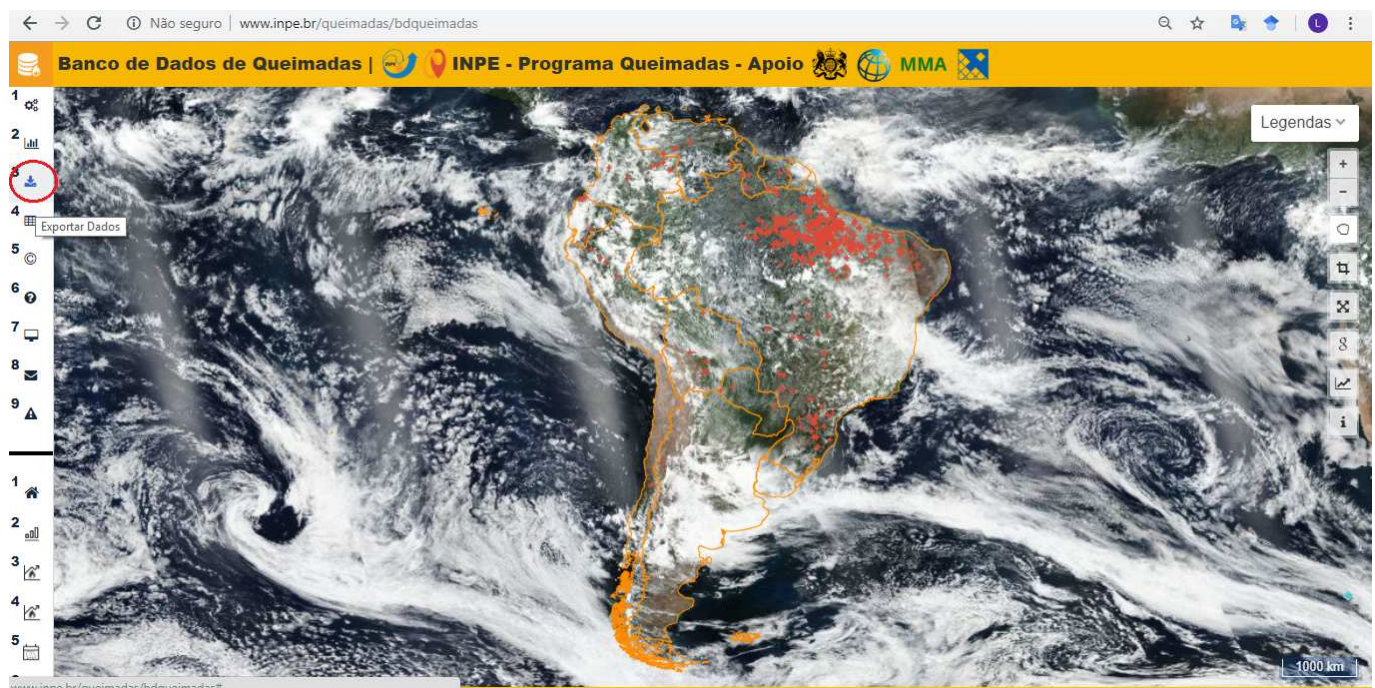


Figura 5. Aquisição dos dados de FC por meio do Banco de Dados de Queimadas/INPE, no Pantanal brasileiro em 2017. Fonte: INPE, 2018

Na Figura 6, demonstra-se a exportação dos dados de FC, observando-se a marcação em vermelho nos campos "Data/Hora - TMG (Z)"; "Focos dos Satélites", utilizar o satélite de referência Aqua Tarde, indicado pelo INPE para monitoramento temporal; "Formato de Exportação: Shapefile" e "Exportar".

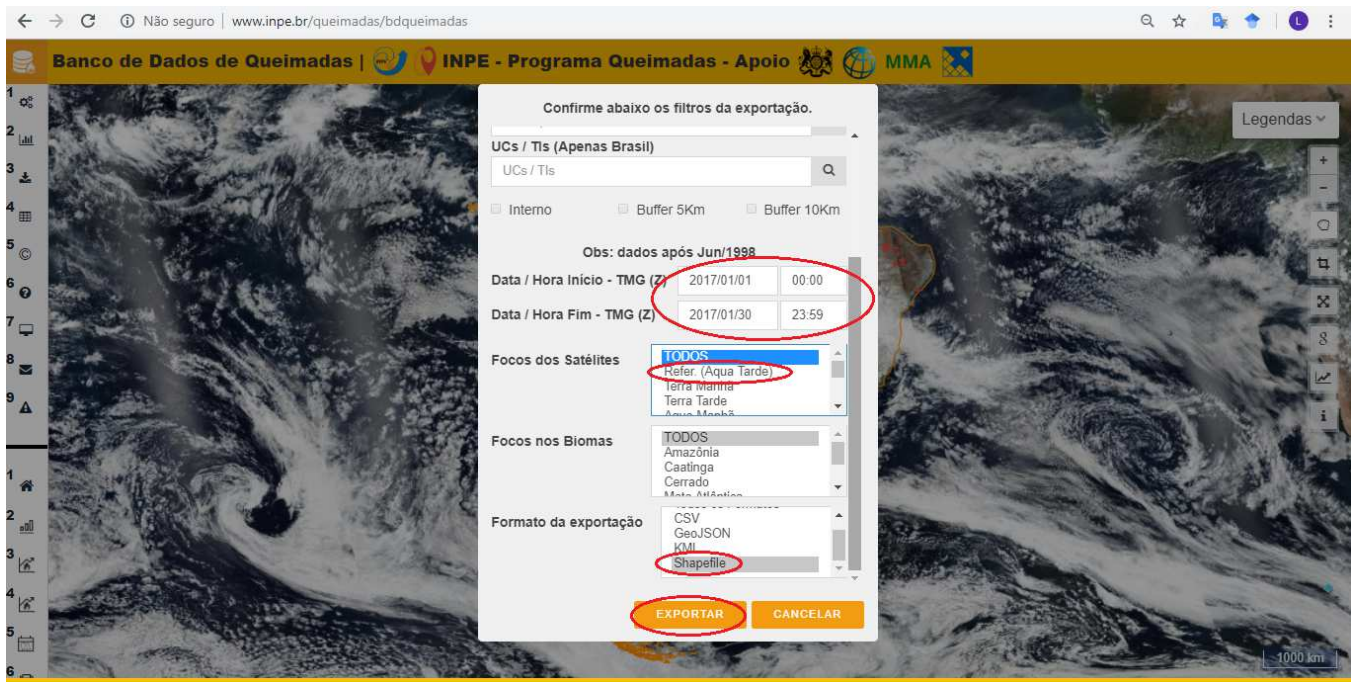


Figura 6. Exportação dos dados de FC por meio do Banco de Dados de Queimadas/INPE, no Pantanal brasileiro em 2017. Fonte: INPE, 2018

Após realizar os dois passos acima, caso não tenha o software QGIS 2.18 instalado em seu computador baixe ele no seguinte site: https://www.qgis.org/pt_BR/site/forusers/download.html (QGIS, 2018). Em seguida abra o software

Na Figura 7, com o QGIS aberto, no canto superior esquerdo adicione uma nova camada (marcação em vermelho). Busque os dados de FC baixados, o arquivo que deverá ser aberto possui a extensão .shp (shapefile), em seguida, clique em “Abrir”.

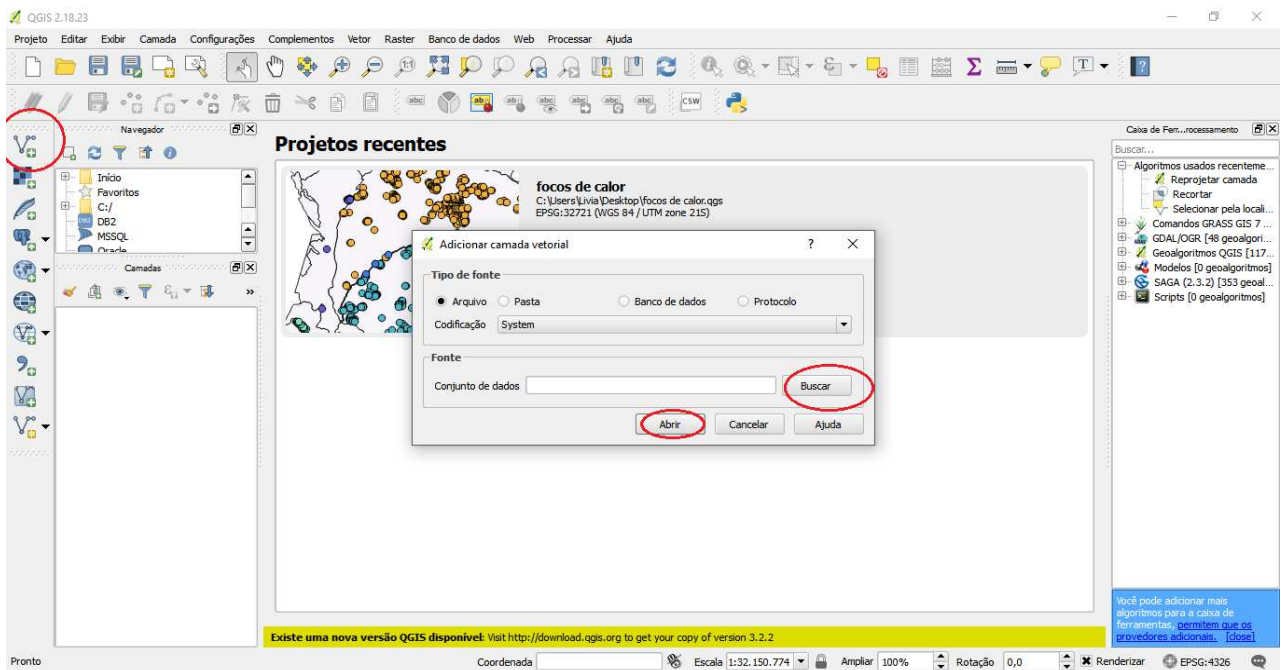


Figura 7. Adição de uma nova camada no software de código aberto QGIS 2.18. Fonte: INPE, 2018

Após adicionar a nova camada, será preciso verificar a projeção. Com o FC aberto no QGis na aba “Camada”, clique com o botão direito sob os Focos de Calor, em seguida clique em “Propriedades” (Figura 8).

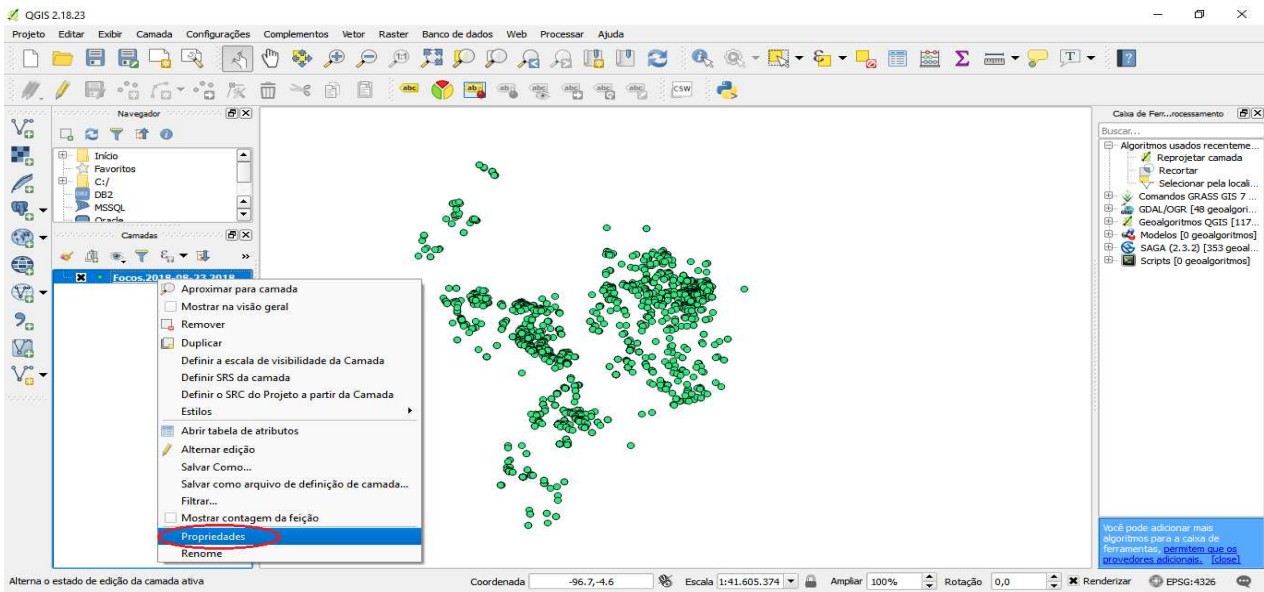


Figura 8. Acesso ao painel “Propriedades” para a verificação da projeção dos Focos de Calor no software código aberto QGIS 2.18. Fonte: INPE, 2018

Na Figura 9, verifica-se que a camada está na projeção WGS84, será necessário reprojeter para a camada WGS 84/ UTM zone 21S.

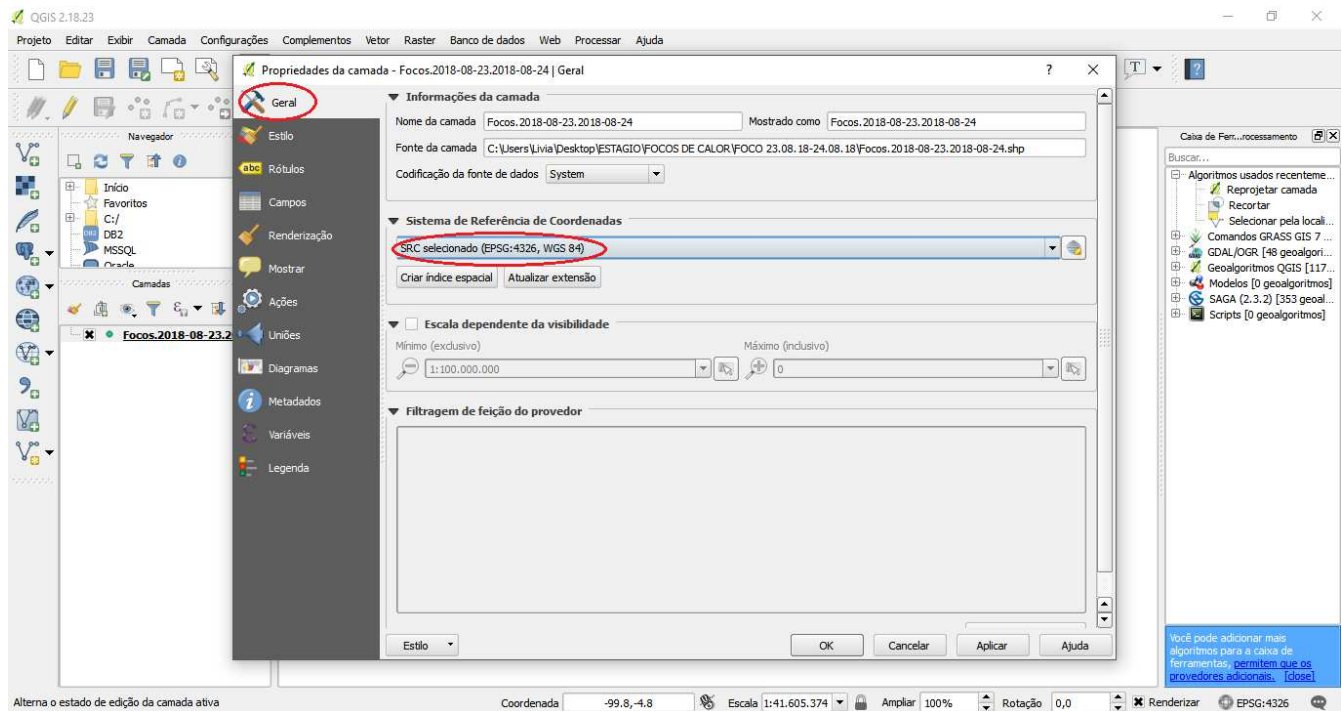


Figura 9. Verificação da projeção da camada no software código aberto QGIS 2.18. Fonte: INPE, 2018

Na Figura 10, demonstra-se os primeiros passos para reprojeter a camada. Na barra de ferramentas clique em “Processar”, em seguida clique em “Caixa de Ferramentas”, no canto direito aparecerá a caixa de ferramenta, caso a ferramenta Reprojetar não esteja visível, busque por ela no campo “Buscar”.

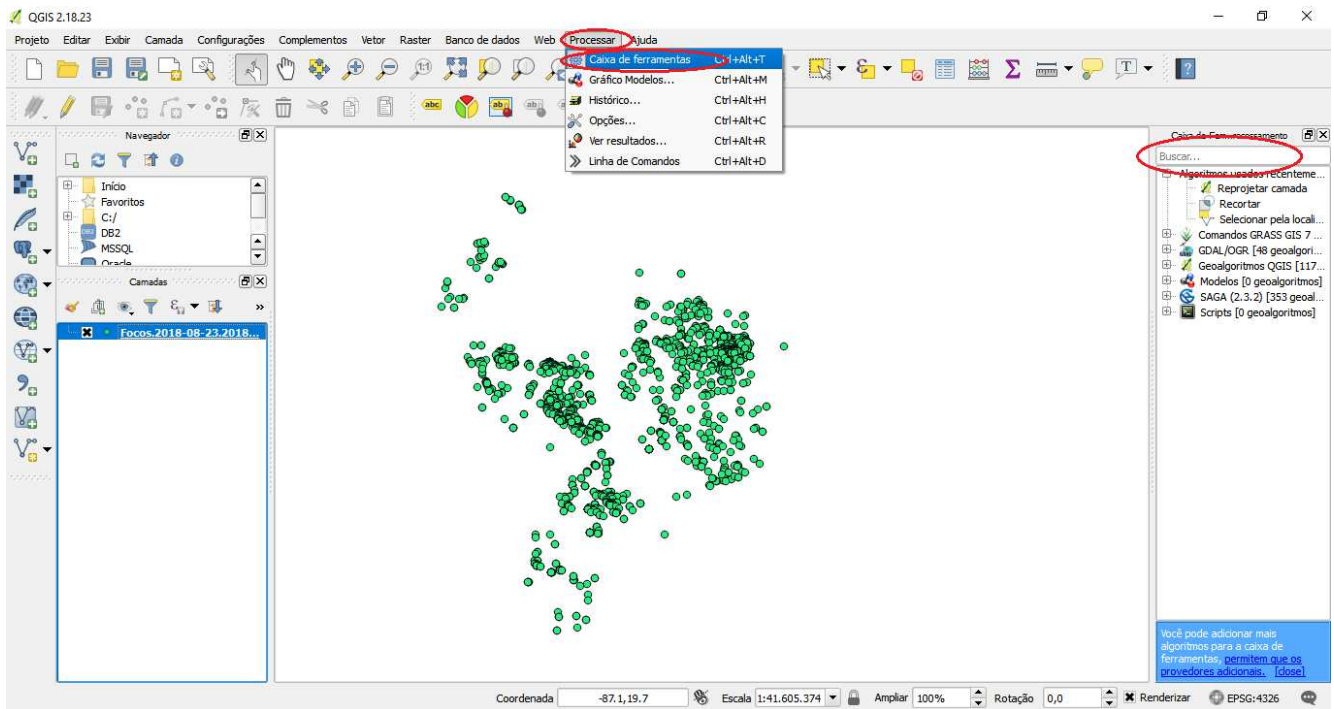


Figura 10. Primeiros passos para reprojetar a camada no software código aberto QGIS 2.18. Fonte: INPE, 2018

Na Figura 11, será preciso desmarcar o campo “Abrir arquivo de saída”, para salvar a reprojeção clique nos três pontos, posteriormente clique em “Salvar arquivo”.

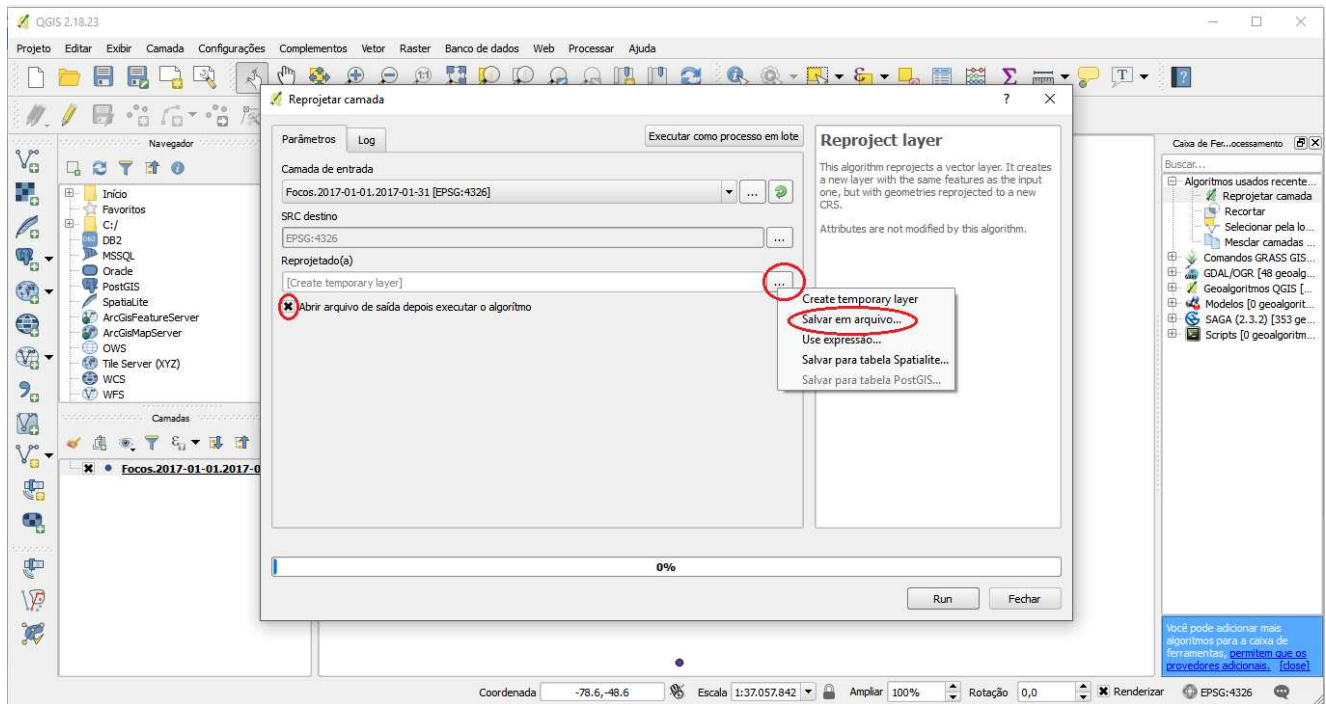


Figura 11. Ação para salvar a reprojeção da camada no software código aberto QGIS 2.18. Fonte: INPE, 2018

Em seguida será aberta a página “Salvar arquivo”, em seguida clique no nome do arquivo e no campo “Nome do Ficheiro” adicione “utm” ao nome do arquivo, salve o arquivo (Figura 12).

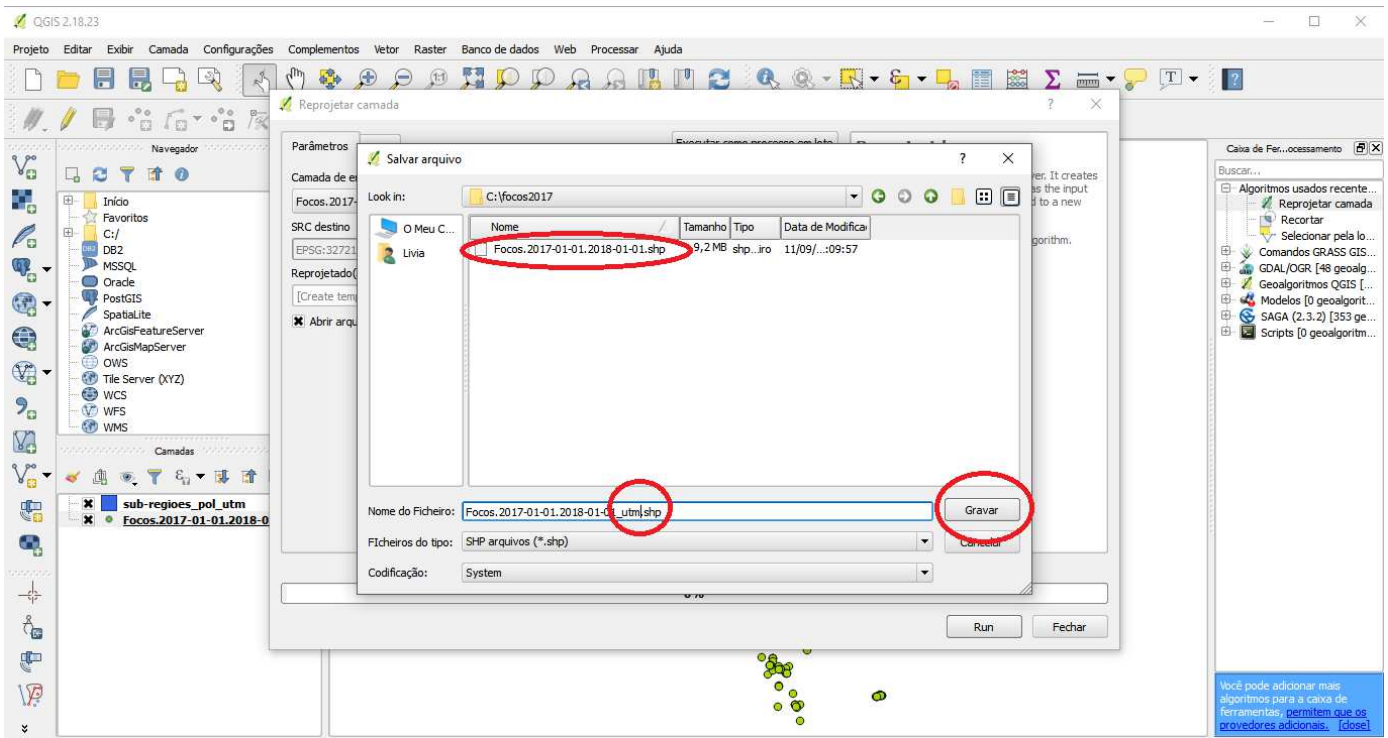


Figura 12. Reprojeção da camada no software código aberto QGIS 2.18 salva. Fonte: INPE, 2018

Após salvar a camada reprojetada, será preciso abri-la no QGIS. Adicione uma nova camada novamente. A camada que não está na projeção WGS 84 / UTM zone 21S pode ser excluída. Adicione o shape da Sub-Região que irá utilizar, é necessário que todas as camadas estejam na mesma projeção, caso a sub-região esteja em uma projeção diferente, reprojeite a mesma (Figura 13).

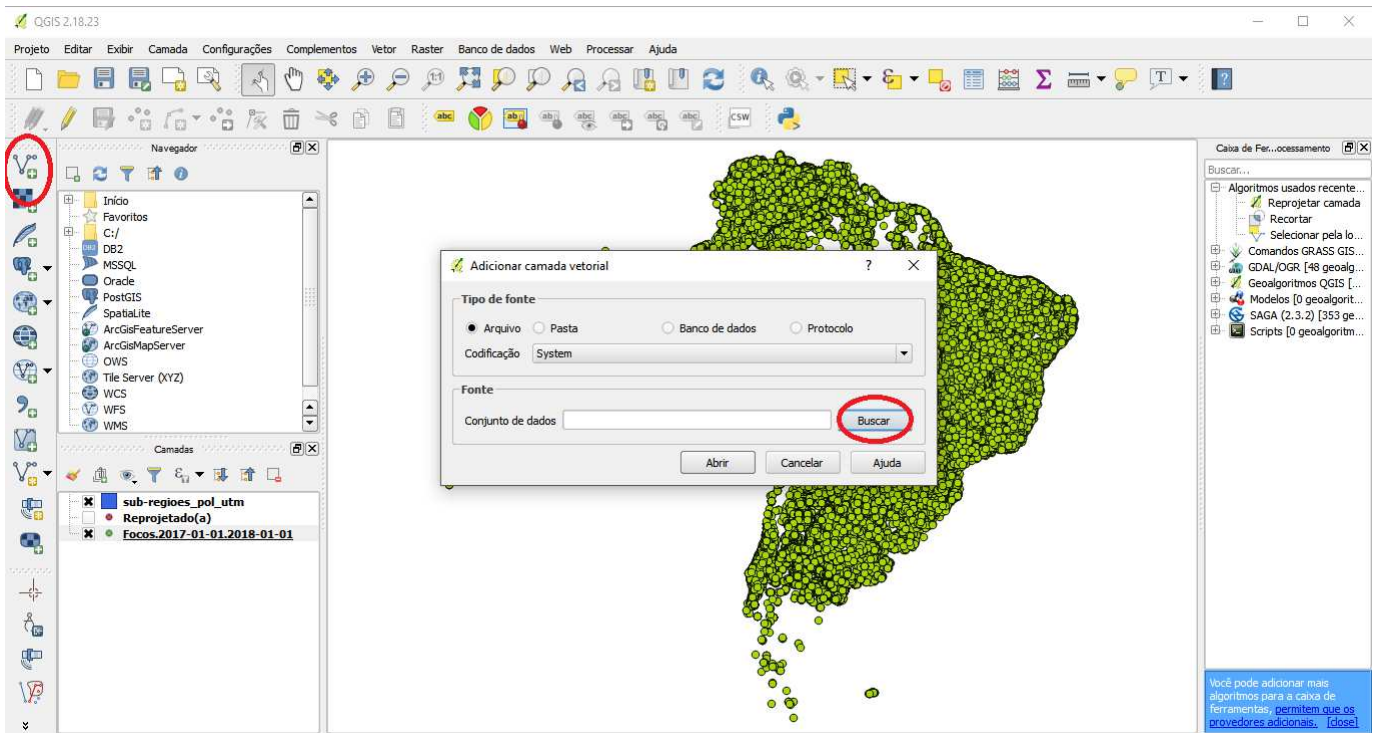


Figura 13. Adição da camada reprojetada no software código aberto QGIS 2.18. Fonte: INPE, 2018

Na Figura 14, demonstra-se como recortar os focos na área de interesse. Com os focos e o shape abertos e na mesma projeção, busque a ferramenta “Recortar” na caixa de ferramentas.

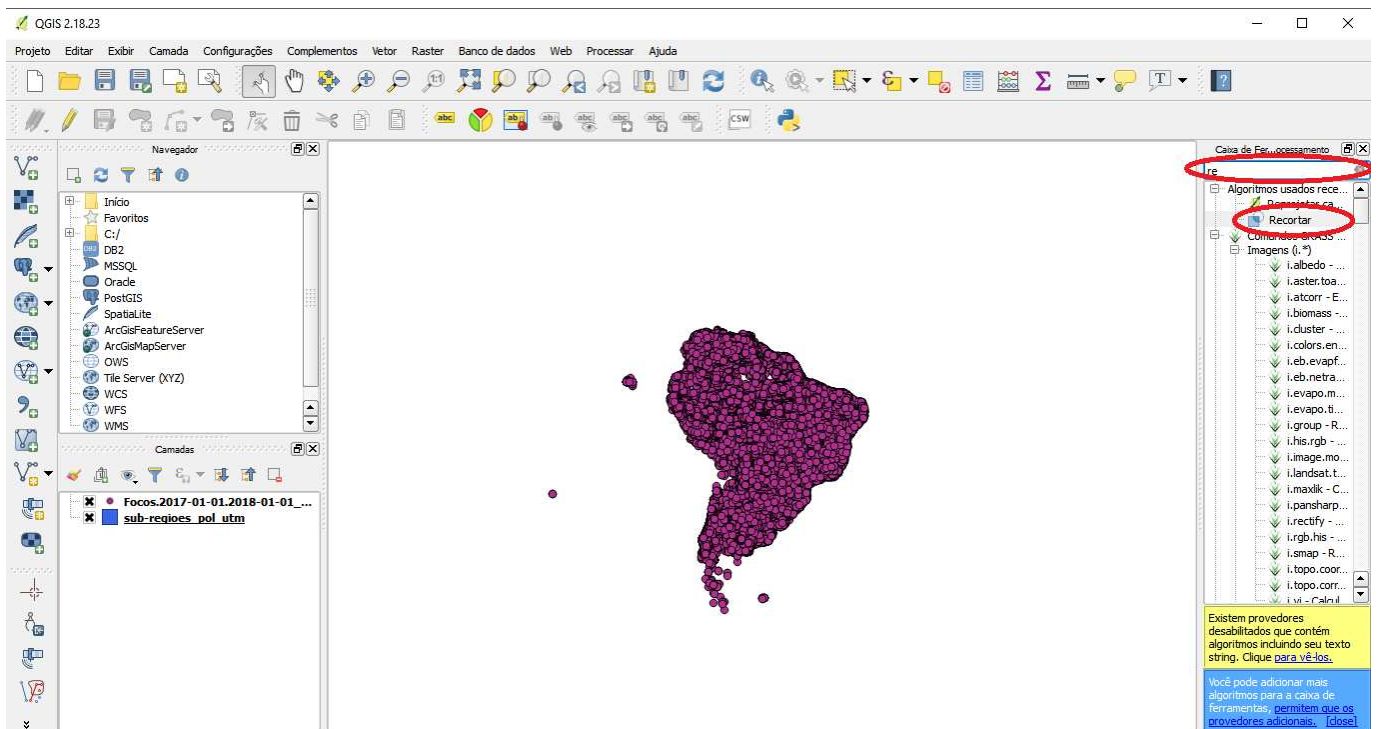


Figura 14. Primeiros passos para recortar os focos no software código aberto QGIS 2.18. Fonte: INPE, 2018

Na Figura 15, será preciso desmarcar o campo “Abrir arquivo de saída”, para salvar a reprojeção clique nos três pontos, posteriormente clique em “Salvar arquivo”.

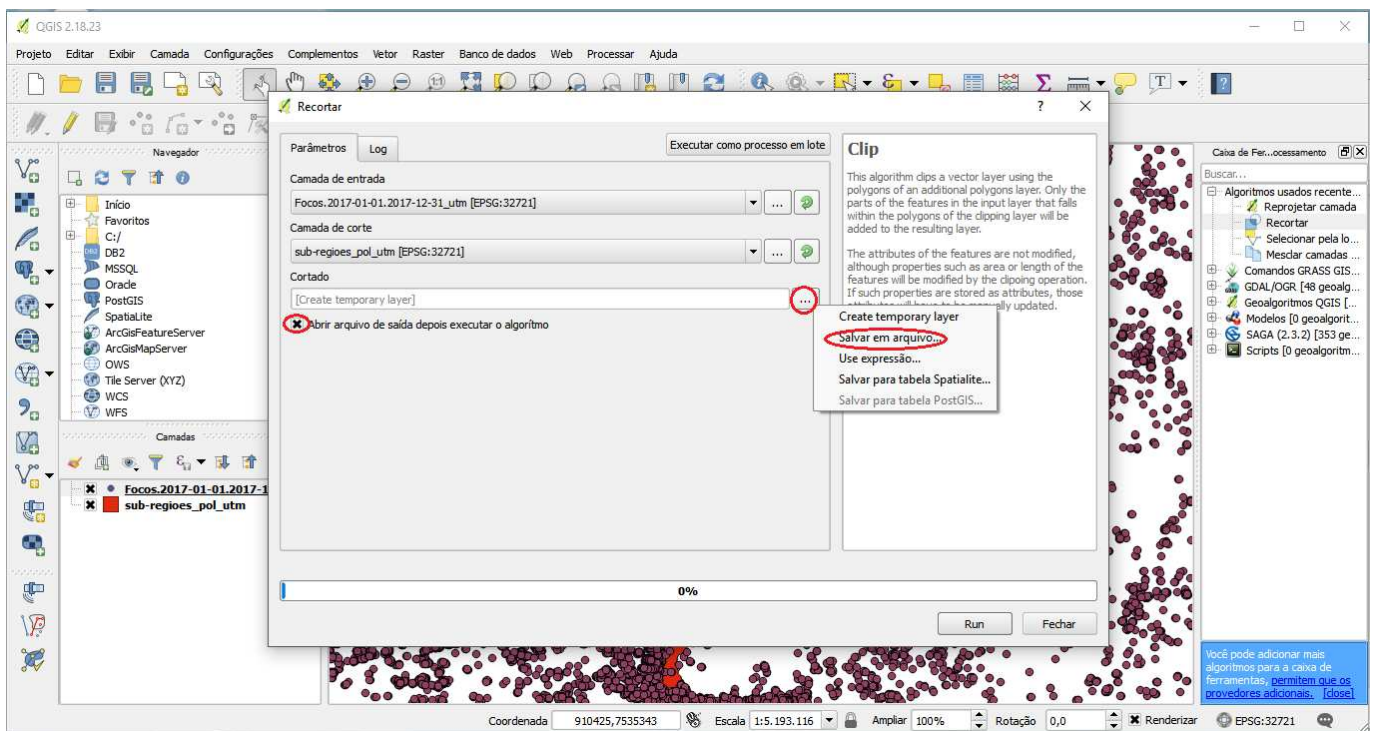


Figura 15. Definição do corte da camada cortada no software código aberto QGIS 2.18. Fonte: INPE, 2018

Em seguida será aberta a página “Salvar arquivo”, em seguida clique no nome do arquivo reprojeto e no campo “Nome do Ficheiro” adicione “corte” ao nome do arquivo, salve o arquivo (Figura 16).

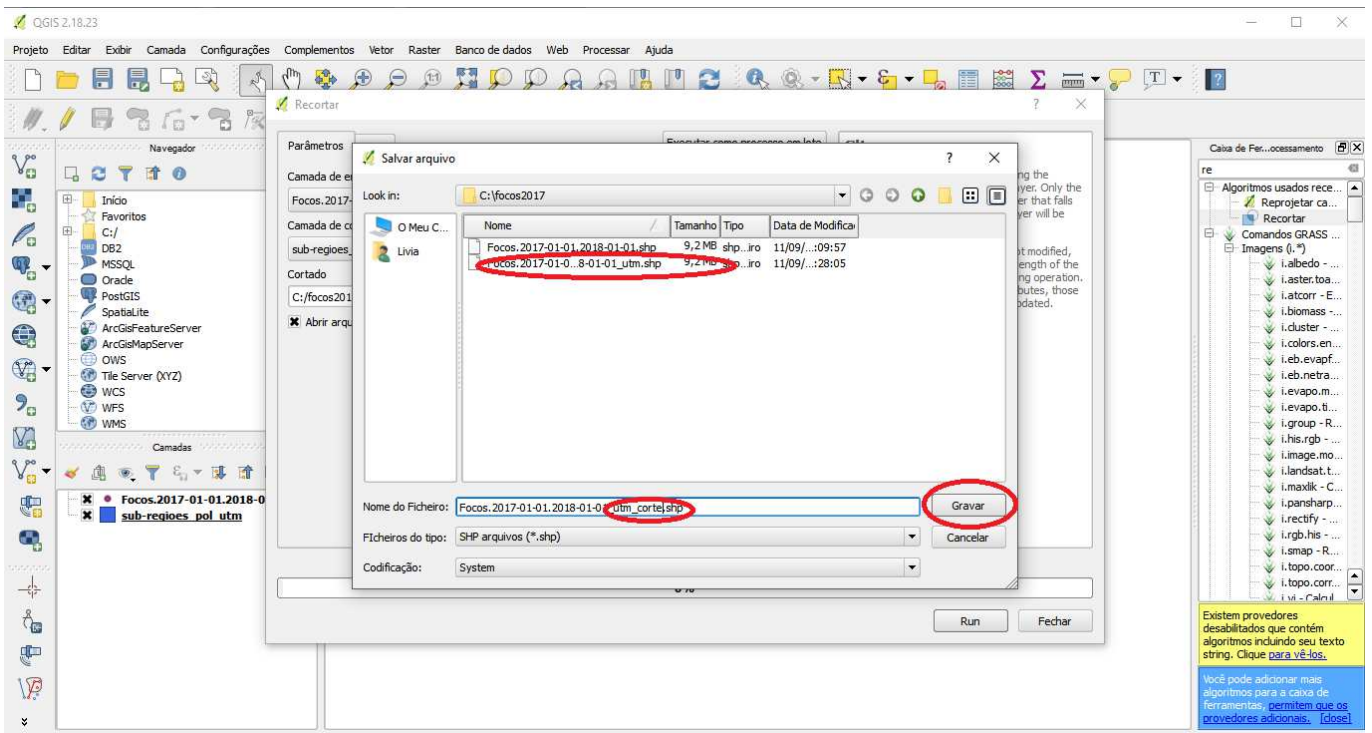


Figura 16. Camada cortada no software código aberto QGIS 2.18 salva. Fonte: INPE, 2018

Na Figura 17, demonstra-se como seleccionar os Focos por região. Com a camada sub-Região aberta, na barra de ferramentas clique em “Vetor”, em seguida “Investigar” e posteriormente em “Selecionar pela Localização”.

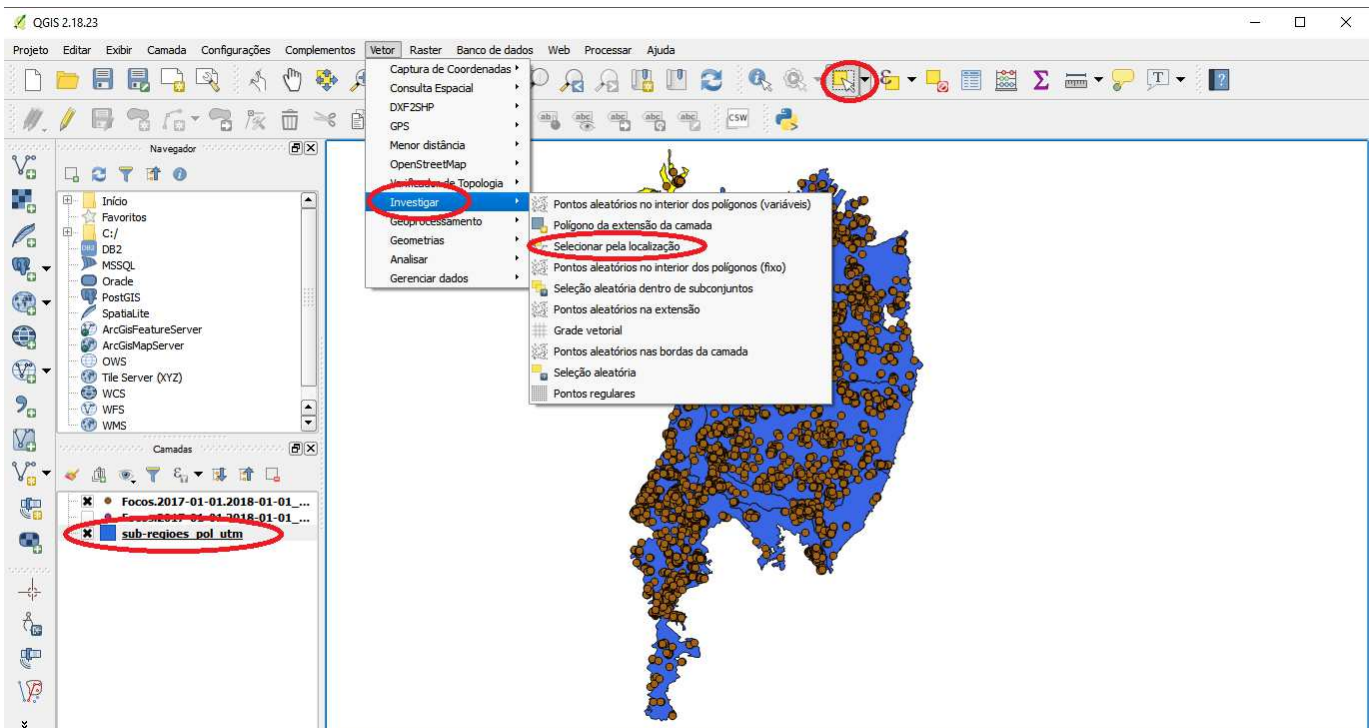


Figura 17. Passos iniciais para a seleção por área no software código aberto QGIS 2.18. Fonte: INPE, 2018

Em seguida, selecione no primeiro campo os pontos de focos de calor e no segundo o shape das sub-regiões, posteriormente marque o campo “Intersecta”, clique em “Run”. Será necessário fazer isso para todas as sub-regiões (Figura 18).

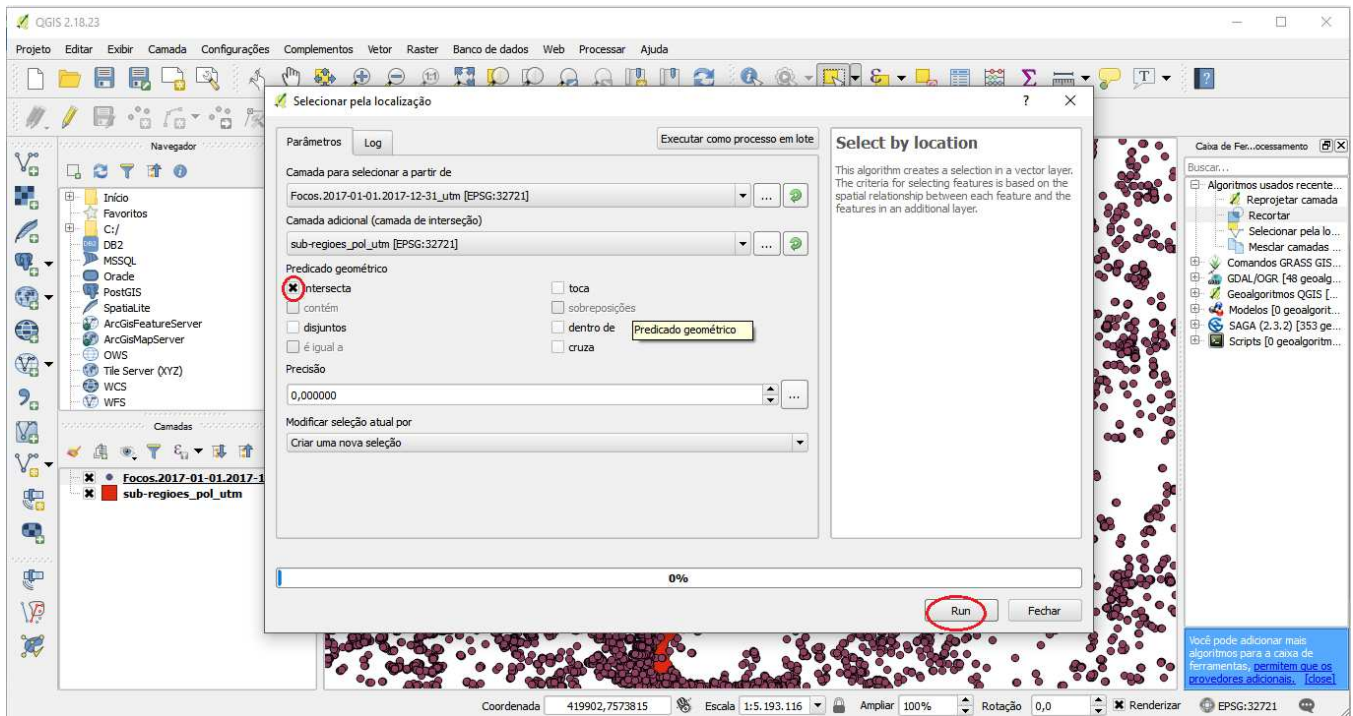


Figura 18. Seleção da área de interesse no software código aberto QGIS 2.18. Fonte: INPE, 2018

Na Figura 19, demonstra-se os primeiros passos para a seleção dos Focos por área. Clique com o botão direito do mouse sob a camada dos Focos de Calor, em seguida clique em “Abrir Tabela de Atributos”.

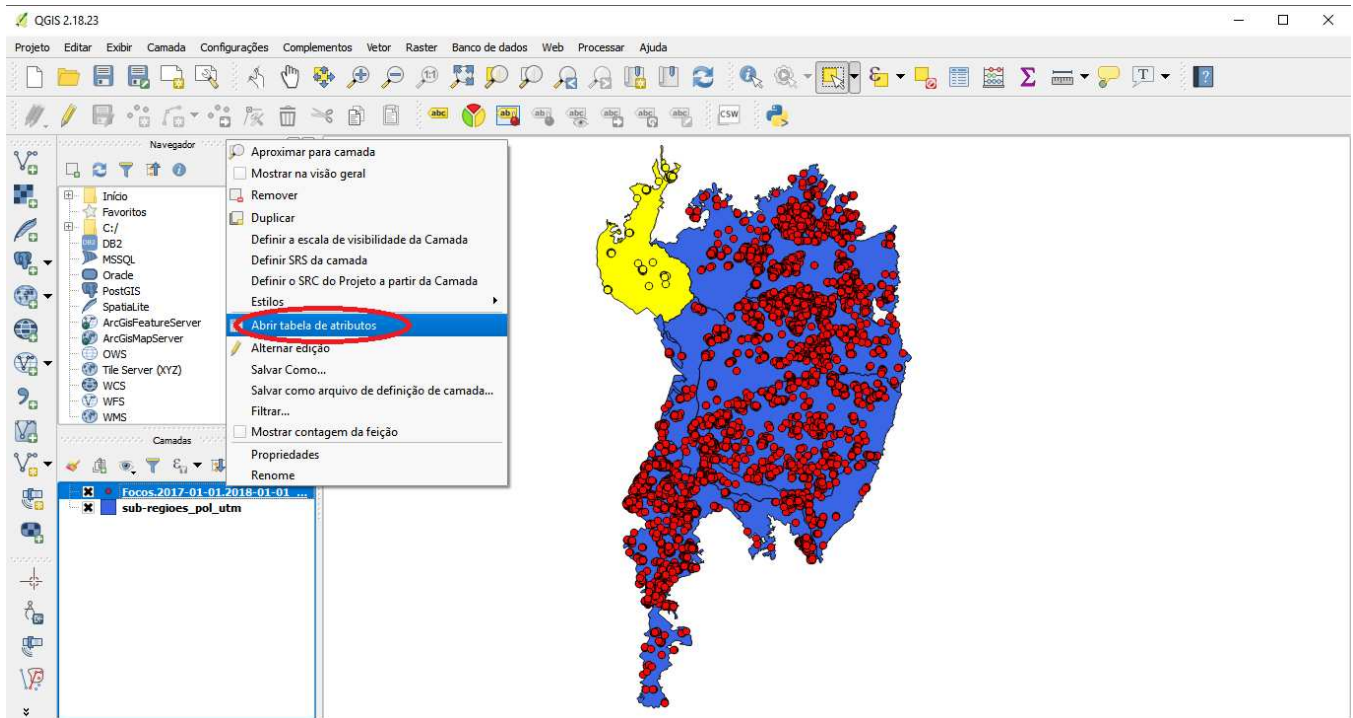


Figura 19. Acesso à tabela de atributos no software código aberto QGIS 2.18. Fonte: INPE, 2018

Na Figura 20, demonstra-se como adicionar um novo campo na tabela de atributos. No canto superior esquerdo ative a ferramenta de edição, após ativar, clique na ferramenta “Adicionar campo”. Dê um nome para o campo e escolha o tipo dos dados que serão adicionados à tabela.

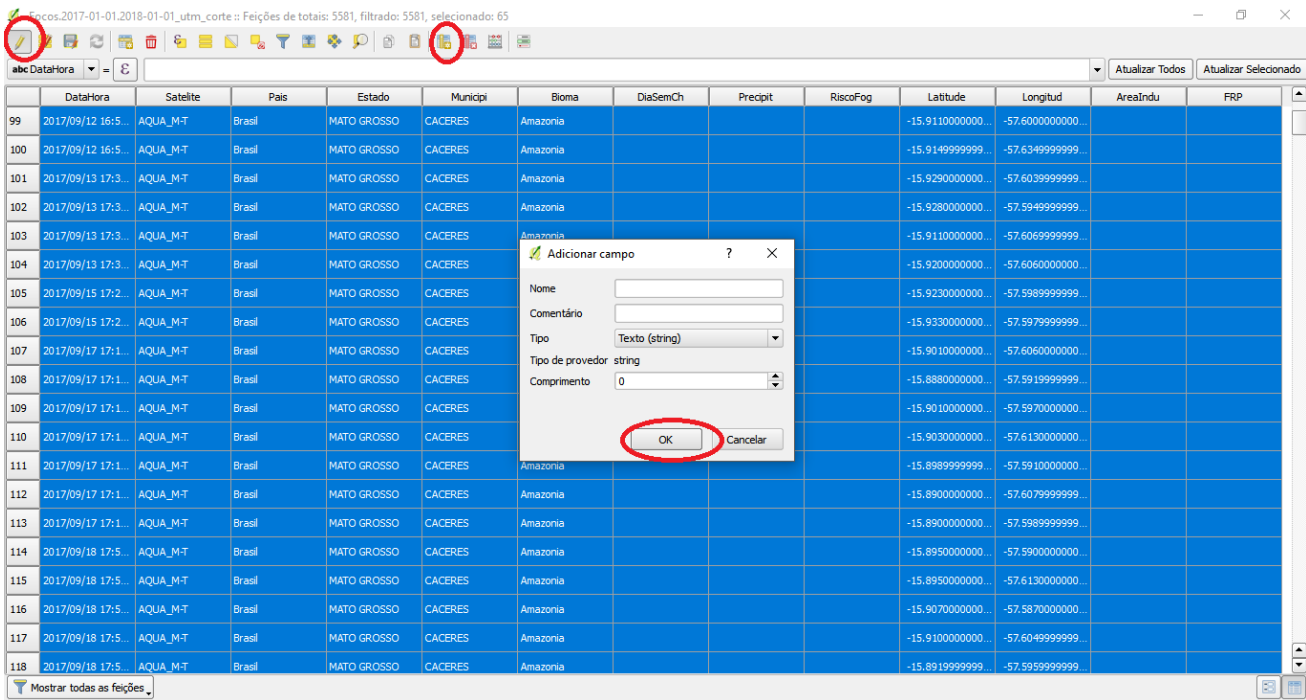


Figura 20. Adição de novo campo na tabela de atributos no software código aberto QGIS 2.18. Fonte: INPE, 2018

Posteriormente, ative a ferramenta “Calculadora de Campo”, marque o campo “Atualiza um campo existente”, escolha o campo que adicionou anteriormente. Na caixa “Expressão”. Lembrando que dados em forma de texto devem ser escritos entre aspas simples (‘ ’) (Figura 21).

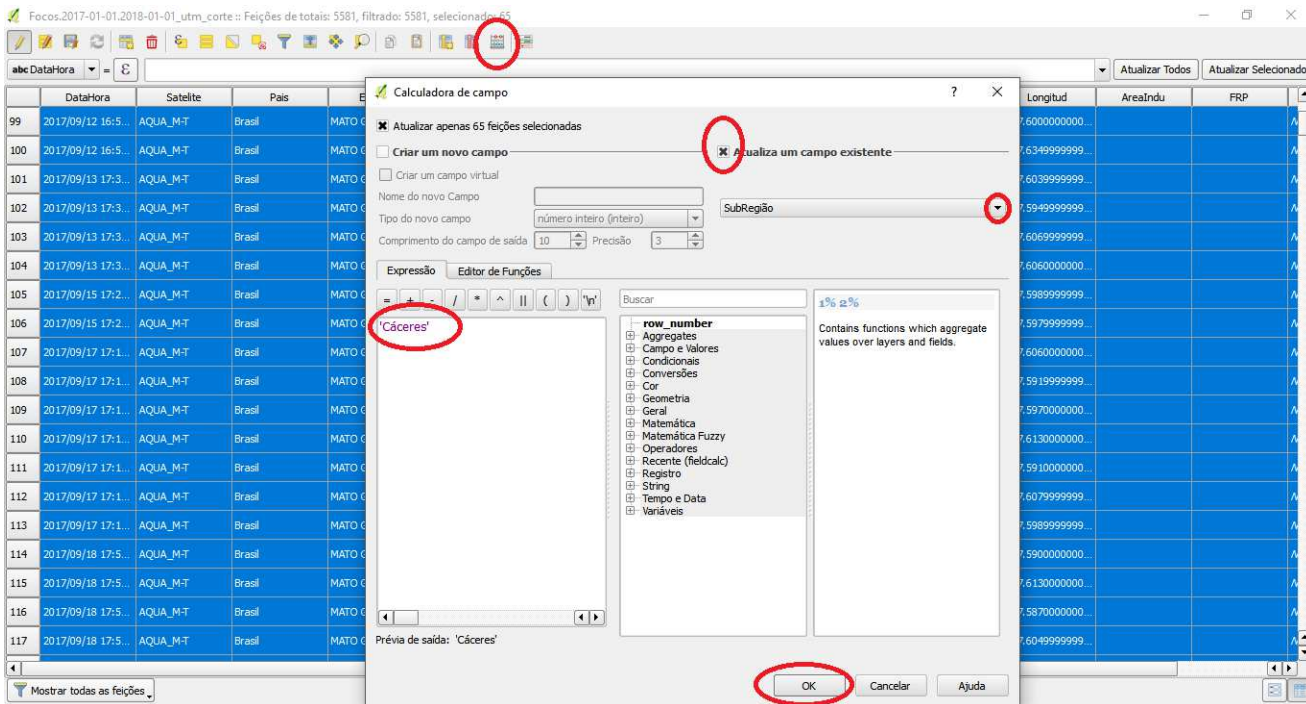


Figura 21. Adição de dados no novo campo no software código aberto QGIS 2.18. Fonte: INPE, 2018

Na figura 22, será demonstrado os primeiros passos para a criação dos mapas com a Densidade de Kernel. Na barra de ferramentas clique em “Raster”, posteriormente em “Mapa de Calor” e em seguida novamente em “Mapa de Calor”.

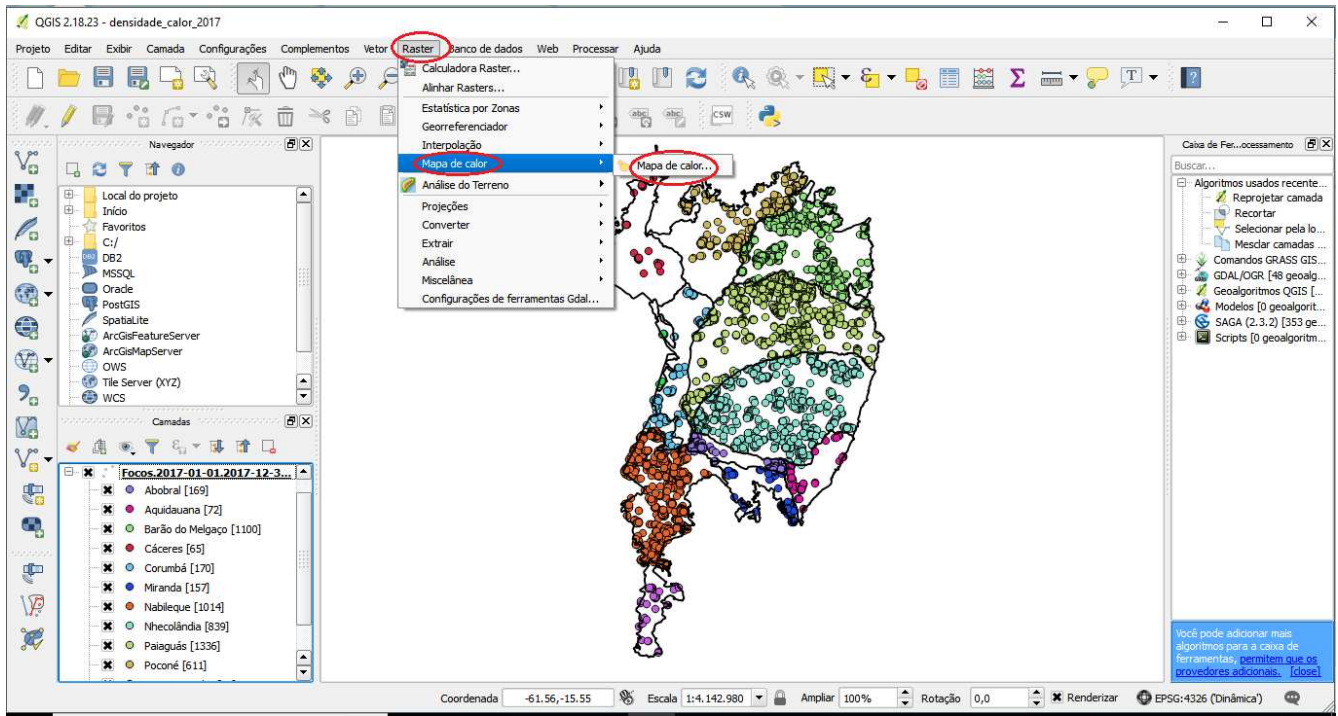


Figura 22. Primeiros passos para criação do mapa de Densidade de Kernel no software código aberto QGIS 2.18. Fonte: INPE, 2018

Em seguida, abrirá a janela da ferramenta mapa de calor. “No campo “Raster de saída” clique nos três pontos e dê um nome para o novo arquivo, o mesmo precisa ter a extensão “.tif”. Salve o arquivo e clique em “OK” (Figura 23).

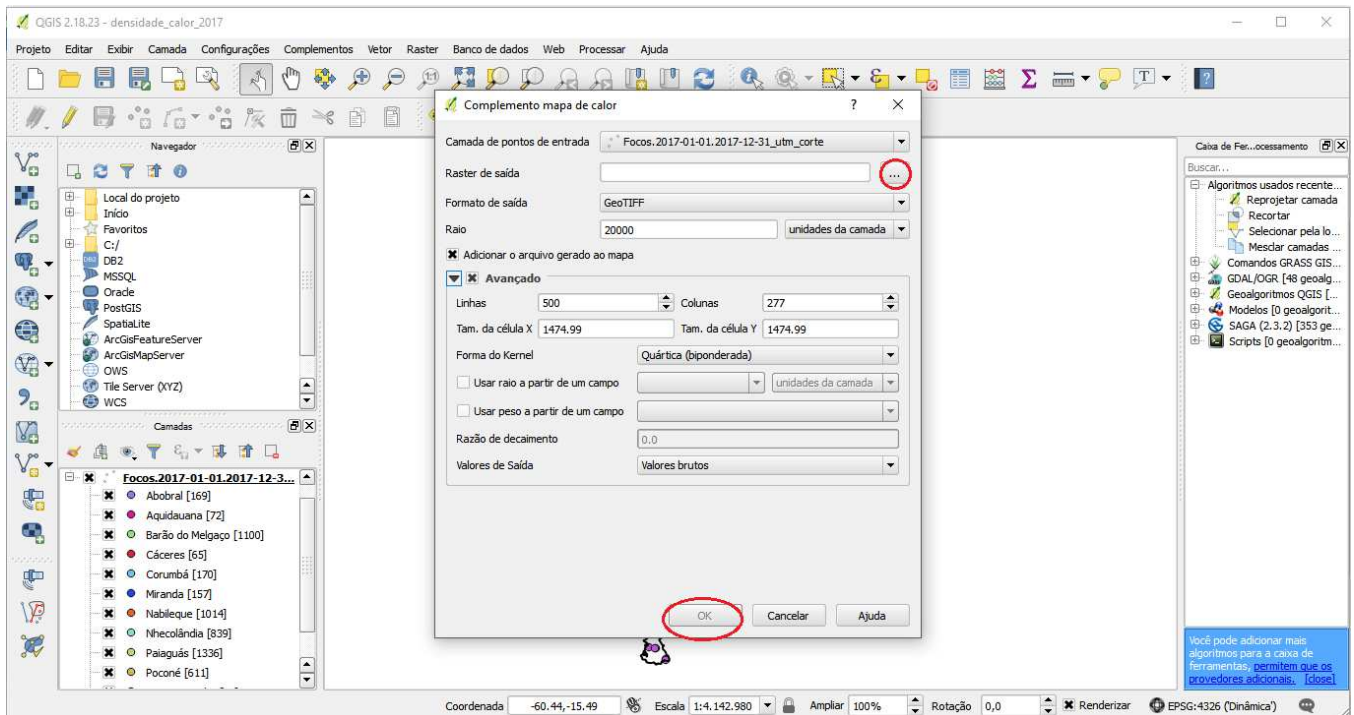


Figura 23. Criação da Densidade de Kernel no software código aberto QGIS 2.18. Fonte: INPE, 2018

Será necessário recortar a densidade no formato do Shape da sub-região. Na barra de ferramenta clique em “Raster”, em seguida em “Extrair” e em “Recorte” (Figura 24).

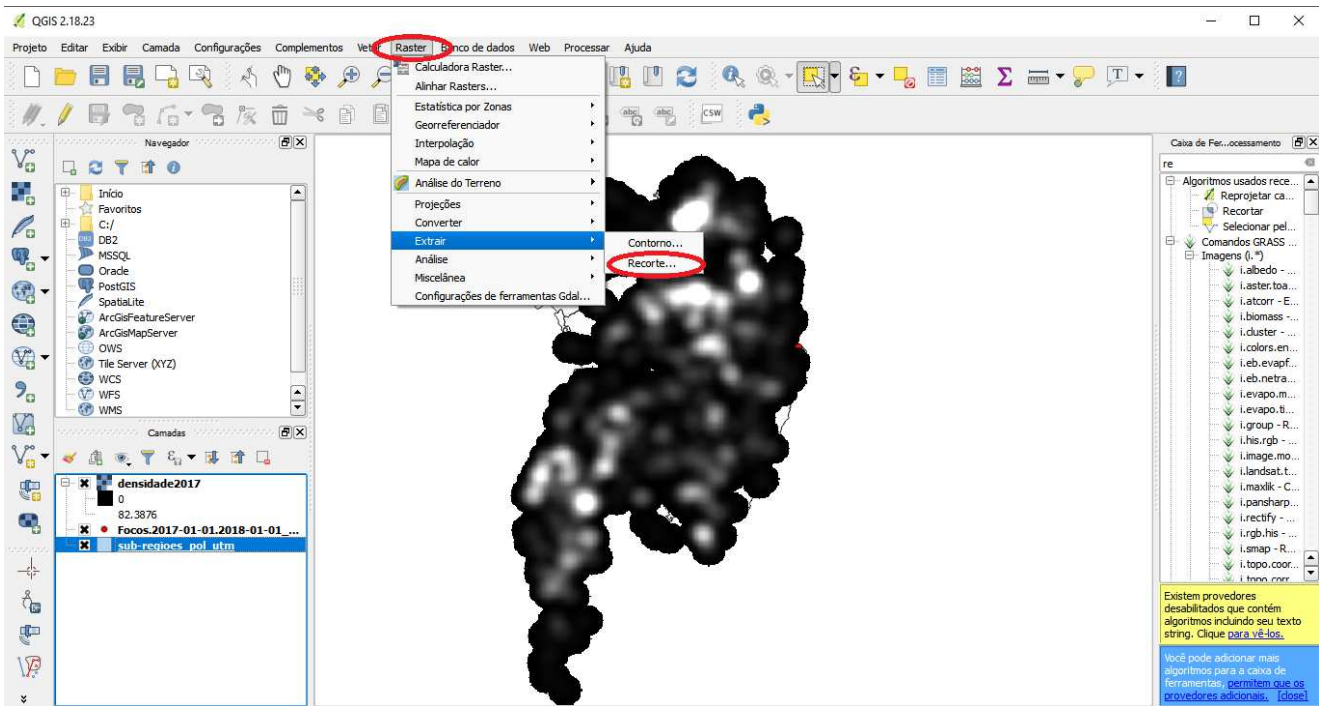


Figura 24. Recorte da Densidade de Kernel no software código aberto QGIS 2.18. Fonte: INPE, 2018

Com a ferramenta Cortador aberta, escolha o arquivo que foi salvo anteriormente como raster de saída. No campo “Arquivo de saída” dê um nome para o novo arquivo. Ative o campo “Camada Máscara”, em seguida escolha o shape da sub-região como máscara e clique em “OK” (Figura 25).

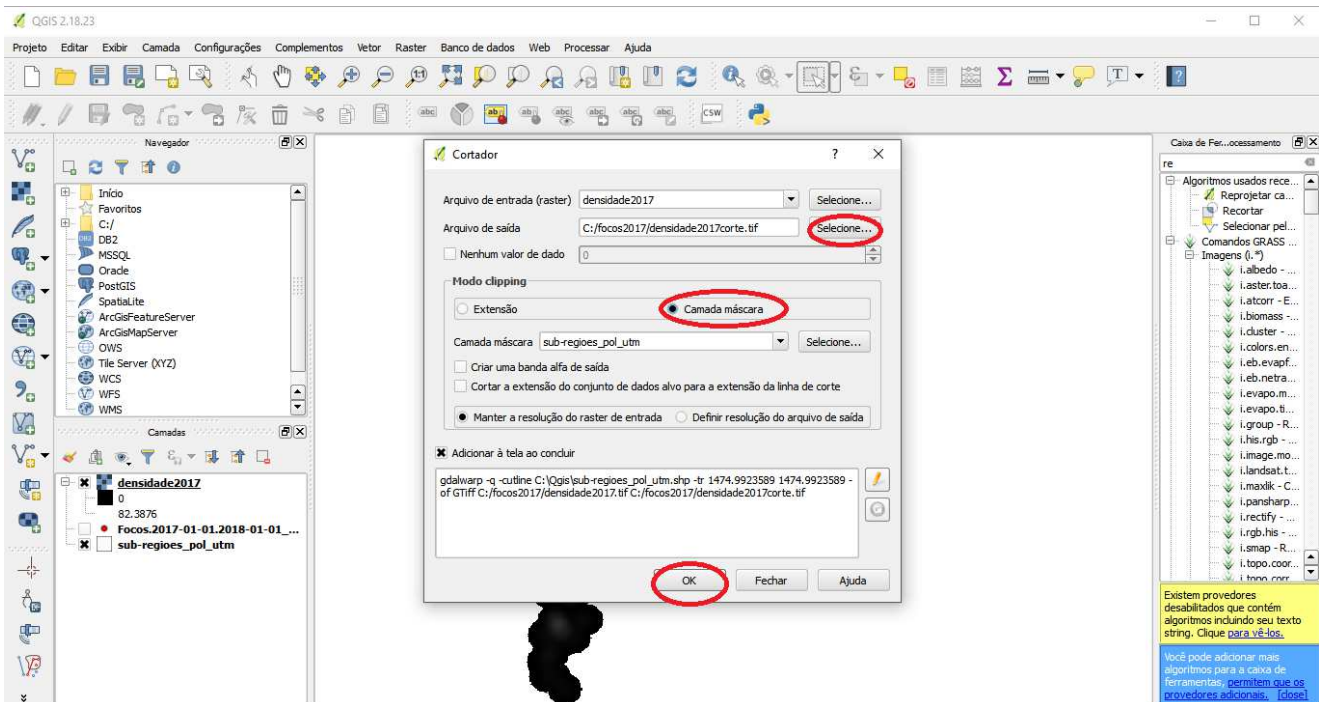


Figura 25. Corte do mapa de Densidade de Kernel na área do no software de código aberto QGIS 2.18. Fonte: INPE, 2018

Para ver o efeito de densidade, clique com o botão direito sob a camada cortada. Entre na aba “estilo”. No campo “Tipo de renderização”, escolha a opção “Banda simples falsa-cor”. No campo cor, você pode escolher as faixas de cor de sua preferência. No campo “Modo”, escolha a opção “Contínua”. Clique em “OK” (Figura 26).

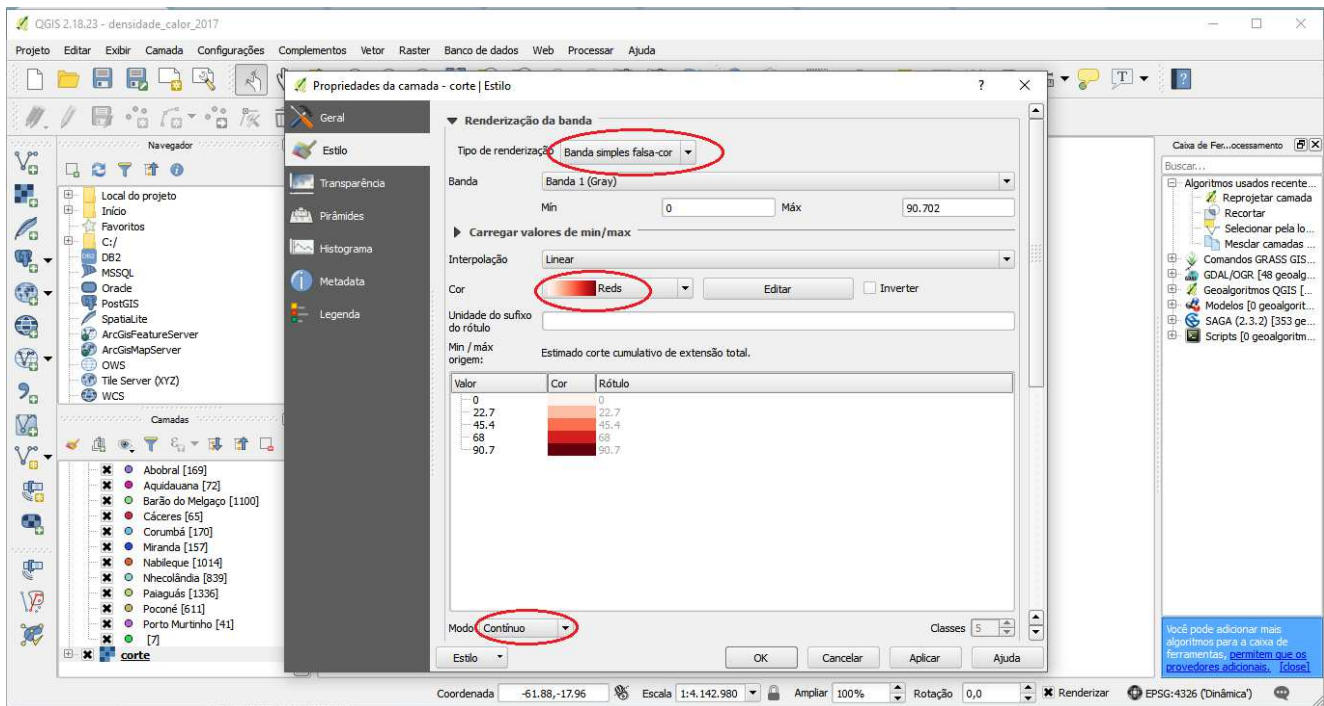


Figura 26. Definição da paleta de cores no software de código aberto QGIS 2.18. Fonte: INPE, 2018

Na Figura 27, podemos verificar o resultado da Densidade de Kernel anual dos focos de calor.

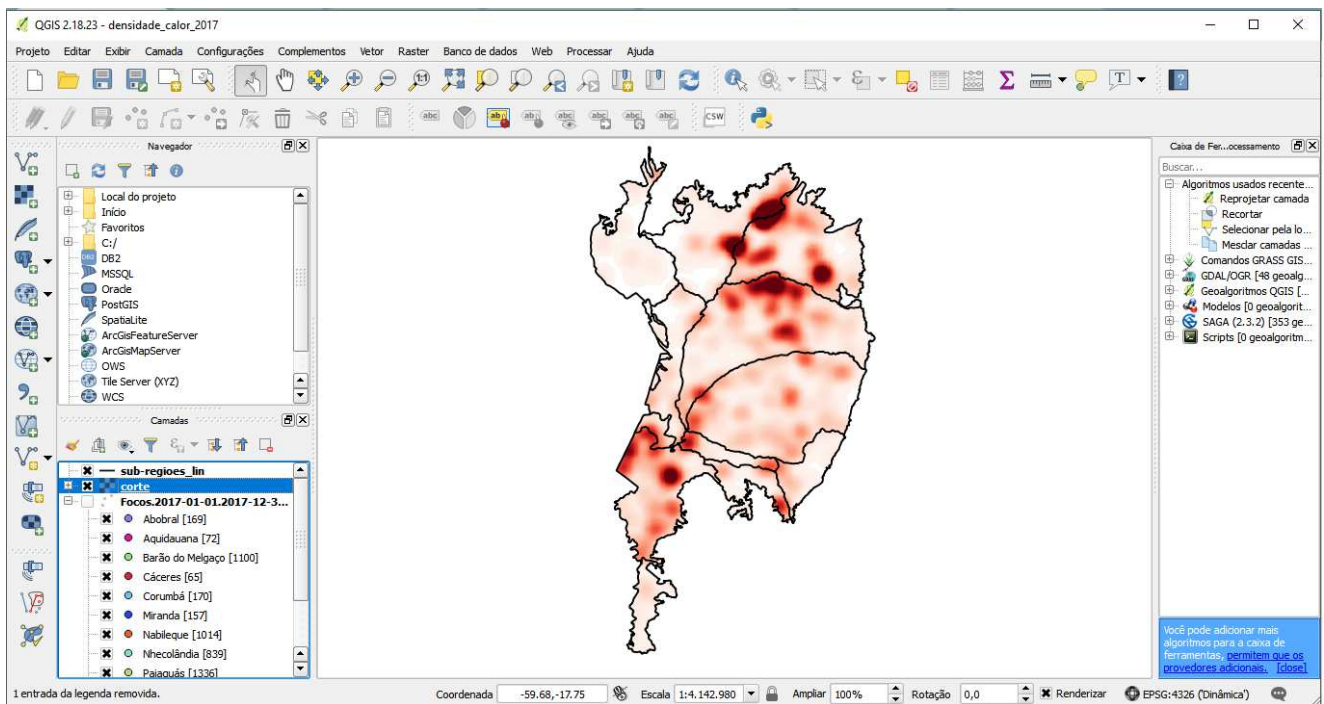


Figura 27. Densidade de Kernel anual dos focos de calor, realizada no software de código aberto QGIS 2.18, Pantanal brasileiro em 2017. Fonte: INPE, 2018

Na Figura 28, demonstra-se como exportar o projeto para o formato de imagem. No canto superior esquerdo na aba arquivo, clique em exportar imagem.

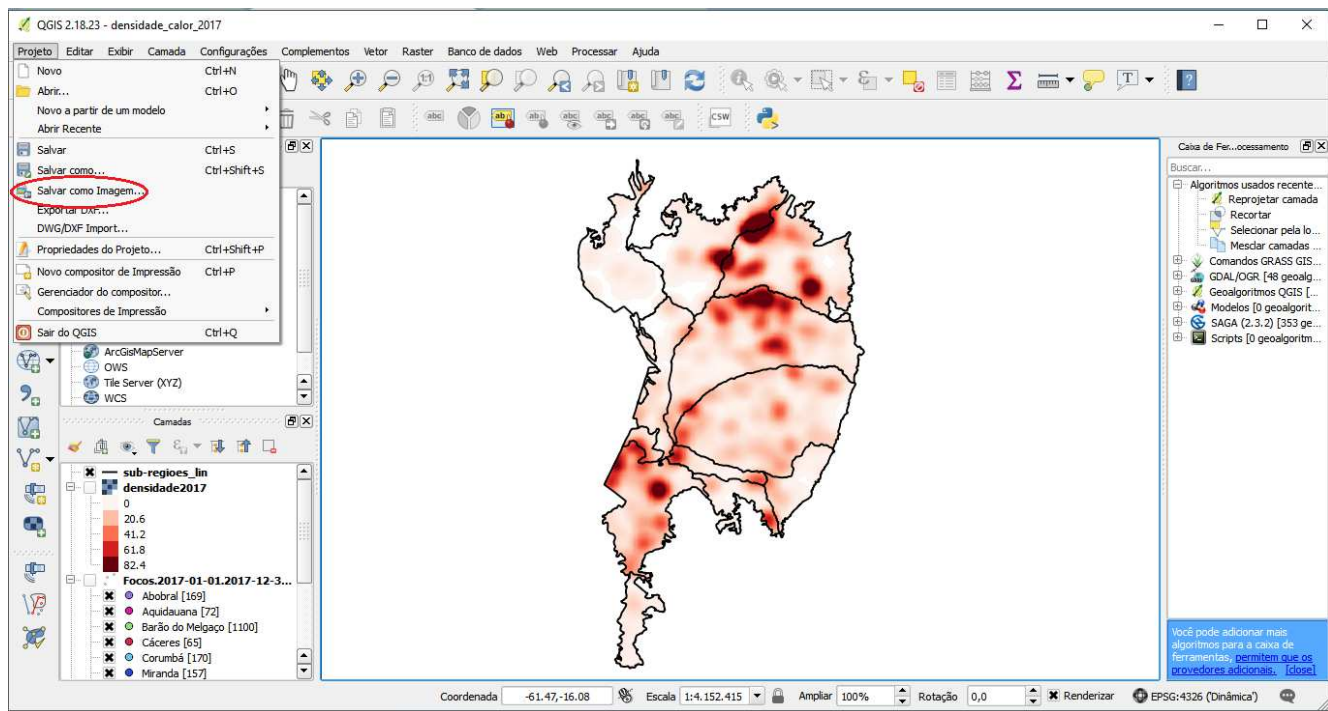


Figura 28. Exportação do mapa da Densidade de Kernel anual, realizada no software de código aberto QGIS 2.18, Pantanal brasileiro em 2017. Fonte: INPE, 2018

Para adicionar a legenda ao mapa, na barra de ferramentas crie um novo compositor (Figura 29).

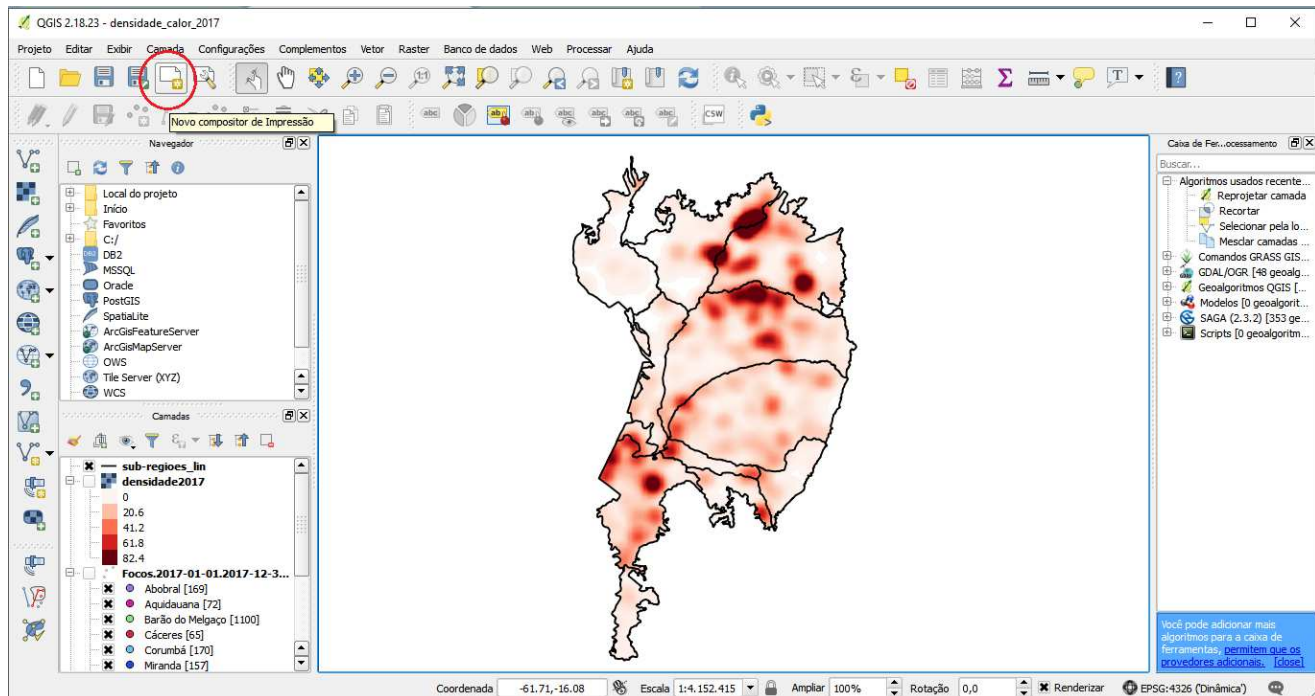


Figura 29. Primeiros passos para a adição da legenda, realizada no software de código aberto QGIS 2.18, Pantanal brasileiro em 2017. Fonte: INPE, 2018

Dê um nome ao novo Compositor, posteriormente clique em “OK” (Figura 30).

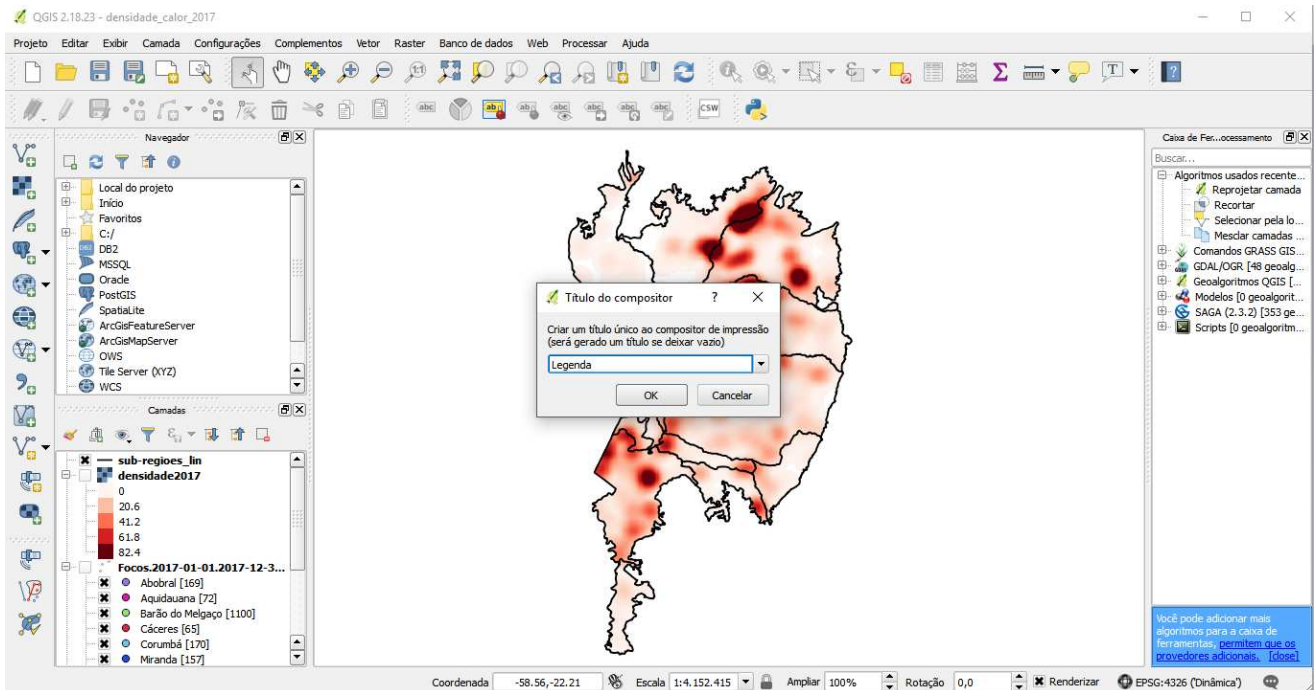


Figura 30. Adição de um novo compositor para a criação da legenda, realizada no software de código aberto QGIS 2.18, Pantanal brasileiro em 2017. Fonte: INPE, 2018

Com o compositor aberto, no canto esquerdo ative a ferramenta “Novo Mapa” (Figura 31).

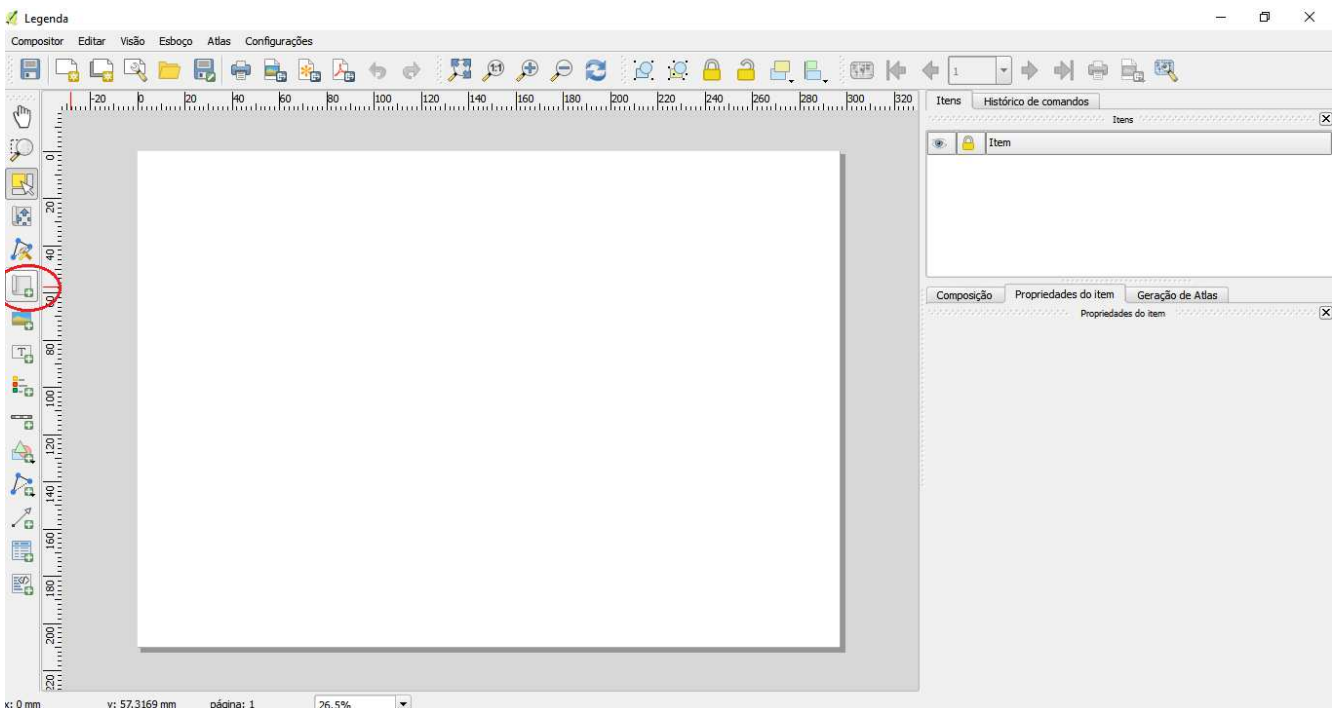


Figura 31. Ativação da ferramenta “Novo Mapa” no software de código aberto QGIS 2.18. Fonte: INPE, 2018

Após ativar a ferramenta, delimite a área do mapa, em seguida o mapa aparecerá na tela (Figura 32).

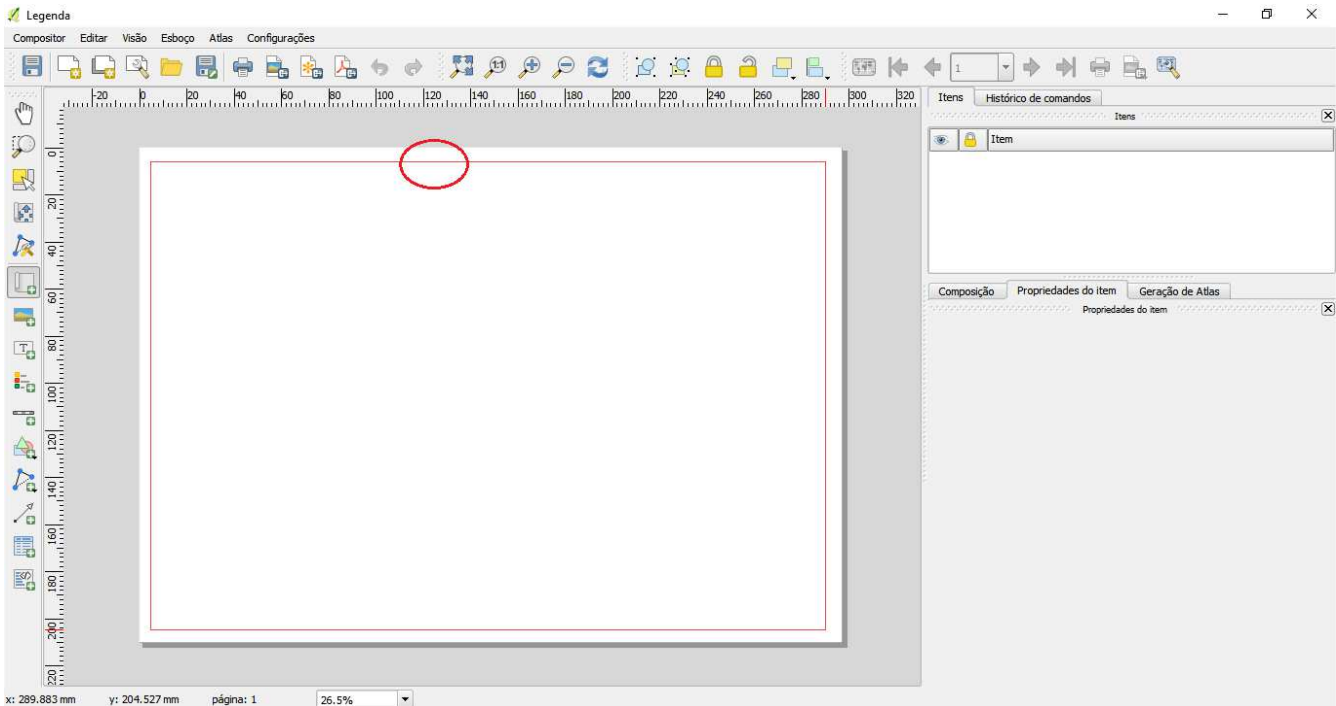


Figura 32. Delimitação da área do mapa no software de código aberto QGIS 2.18. Fonte: INPE, 2018

Ative a ferramenta “Adicionar Legenda”(Figura 33).

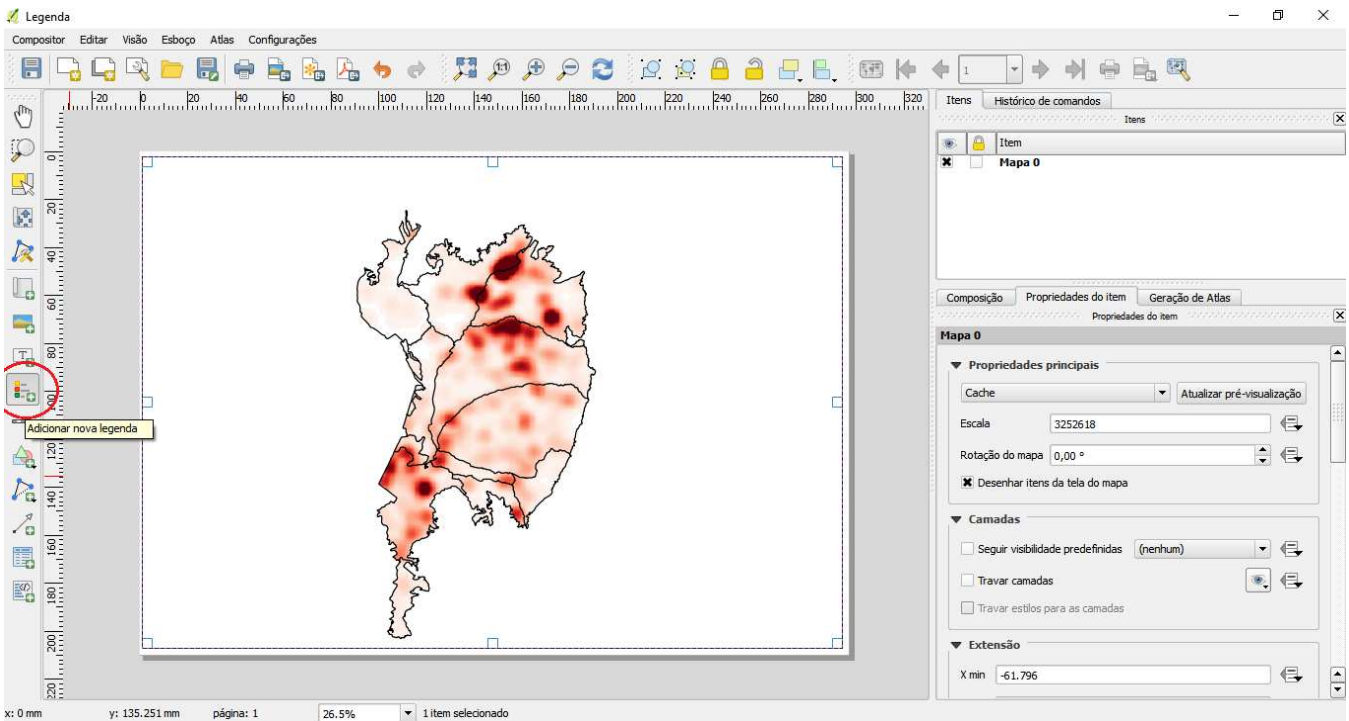


Figura 33. Ativação da ferramenta “Adicionar Legenda” no software de código aberto QGIS 2.18.

Após delimitar a área da legenda ela aparecerá na tela. Os subtítulos da legenda podem ser alterados no campo ao lado, basta dar dois cliques no campo que deseja alterar (Figura 34)

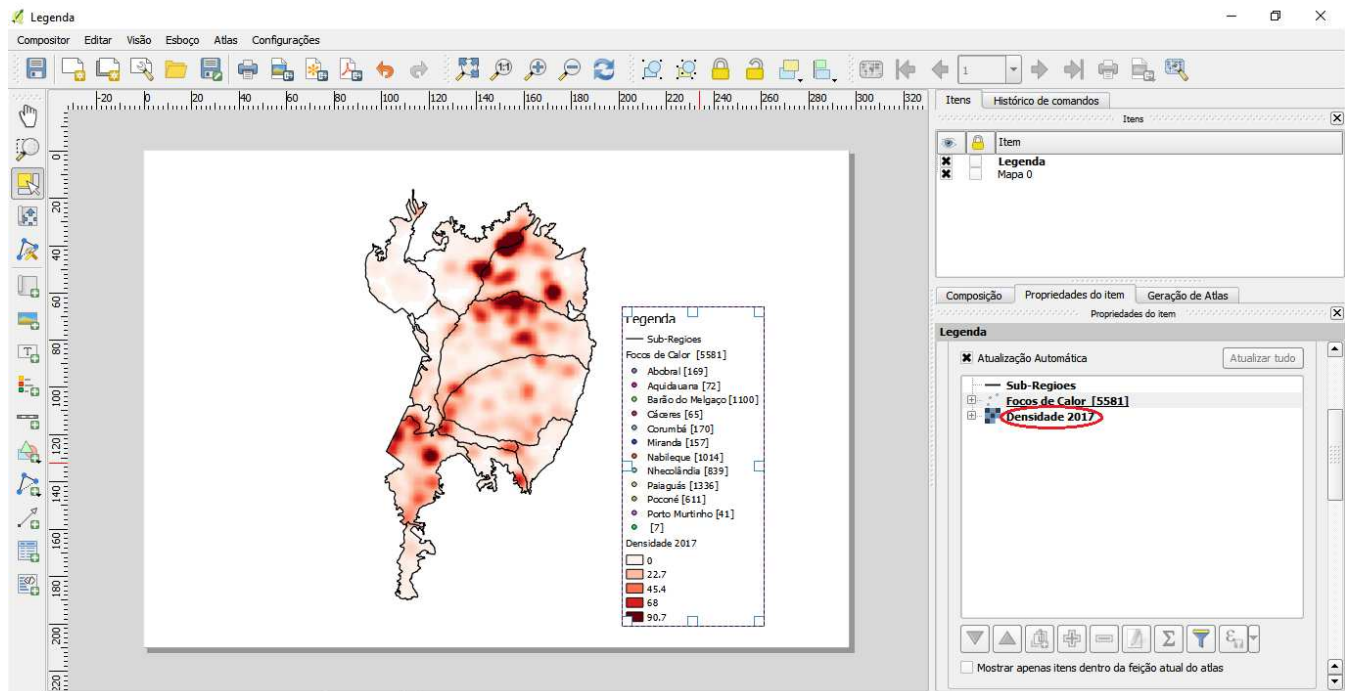


Figura 34. Delimitação da área da legenda no software de código aberto QGIS 2.18. Fonte: INPE, 2018

Caso queira remover algum campo da legenda, será necessário excluir esse campo do projeto principal (Figura 35).

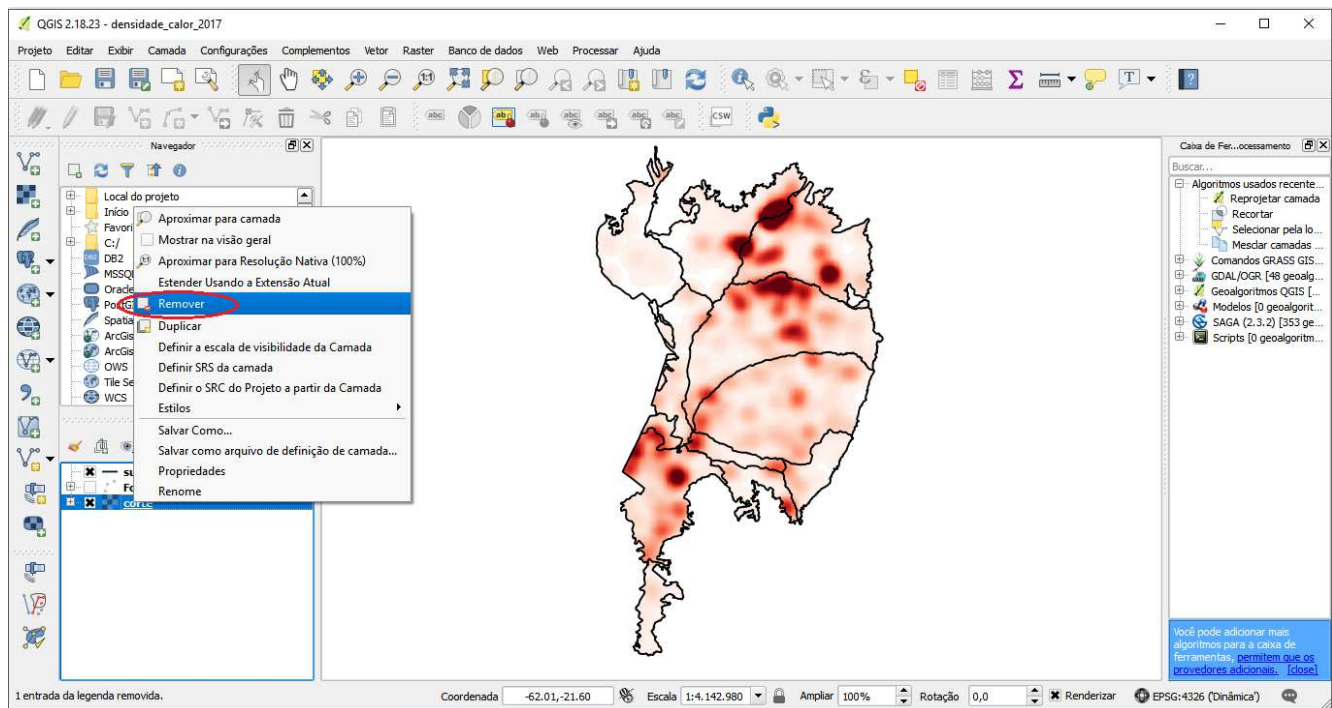


Figura 35. Remoção campos da legenda no software de código aberto QGIS 2.18. Fonte: INPE, 2018

Mas se for utilizar futuramente é só descartar as alterações (Figura 36).

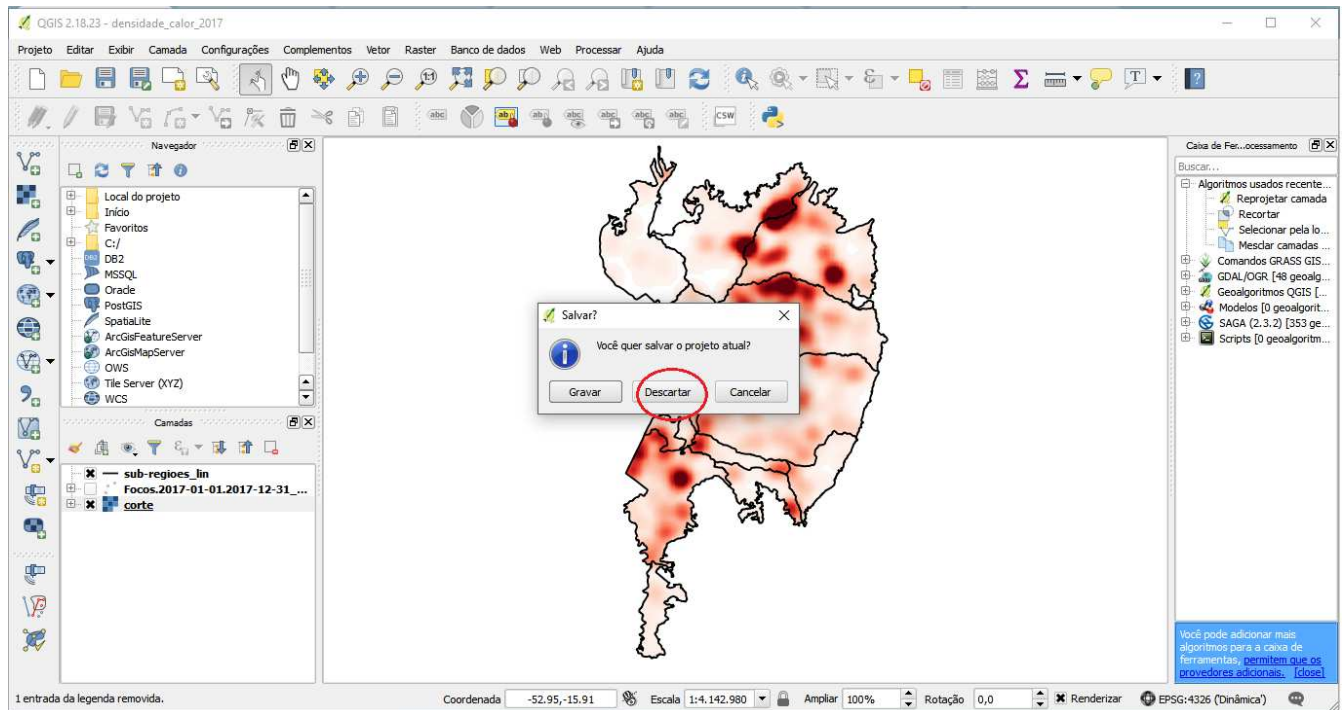


Figura 36. Descarte de informações no software de código aberto QGIS 2.18. Fonte: INPE, 2018

Utilização do Tutorial para análise de Focos de Calor no Pantanal brasileiro

Após a elaboração do tutorial, foi aplicado o software QGIS no estudo de Distribuição de focos de calor na área do Pantanal brasileiro em 2017. O resultado foi apresentado, na forma de resumo, no 6º Evento de Iniciação Científica da Embrapa Pantanal e 13ª Semana da Biologia em outubro de 2018.

Aquisição de dados

Os dados de focos de calor utilizados foram oriundos do “Banco de Dados Queimadas”, disponível no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2018), em formato shapefile. O material de análise deriva do satélite meteorológico AQUA-Tarde, que é o atual satélite de referência do INPE, cujos dados diários de focos de calor registrados compõe uma série temporal ao longo dos anos permitindo a análise de tendências nos números de focos. Os dados de precipitação pluvial foram obtidos por estações distribuídas no interior e entorno do Pantanal, no período de 1977 a 2010 (Hidroweb, 2012).

Tratamento, interpretação e geração de dados

Todo o processamento de dados foi gerado com o auxílio do software SIG QGIS versão 2.18, onde os dados foram recortados utilizando o polígono do limite das sub-regiões do Pantanal e assim quantificados. Aplicou-se também o algoritmo estimador da densidade de Kernel. Este interpolador é comumente utilizado na geração de uma superfície contínua com base de dados amostrais, onde esta função realiza uma contagem de todos os pontos dentro de uma dada área de influência. Os pontos são ponderados pela distância de cada um até o ponto que está sendo de referência estimada, assim possibilitando uma visão qualitativa dos focos de calor na região de estudo (SOUZA et al, 2016). Esta ferramenta possibilita a criação de mapas da distribuição anual e mensal dos focos de calor, visando identificar a densidade de focos por sub-região do Pantanal. Para fins de melhor representação e análise dos resultados da interpolação, foram definidas 6 classes de densidade: 1) sem ocorrência, 2) muito baixa, 3) baixa, 4) média, 5) alta e 6) muito alta.

Resultados e Discussão

A ocorrência e distribuição espacial dos focos de calor no Pantanal está associada aos eventos climáticos, quantidade de biomassa, inundação, atividade humana. Verifica-se na Figura 37, que a variável chuva interferiu na distribuição mensal dos focos de calor. O período chuvoso (outubro a março), como era esperado, coincide com os menores valores de incidência de focos, a seguir observa-se uma forte concentração da ocorrência de focos no período de poucas chuvas (julho a setembro), associado também a baixos índices de umidade relativa e aumento da temperatura do ar e velocidade do vento.

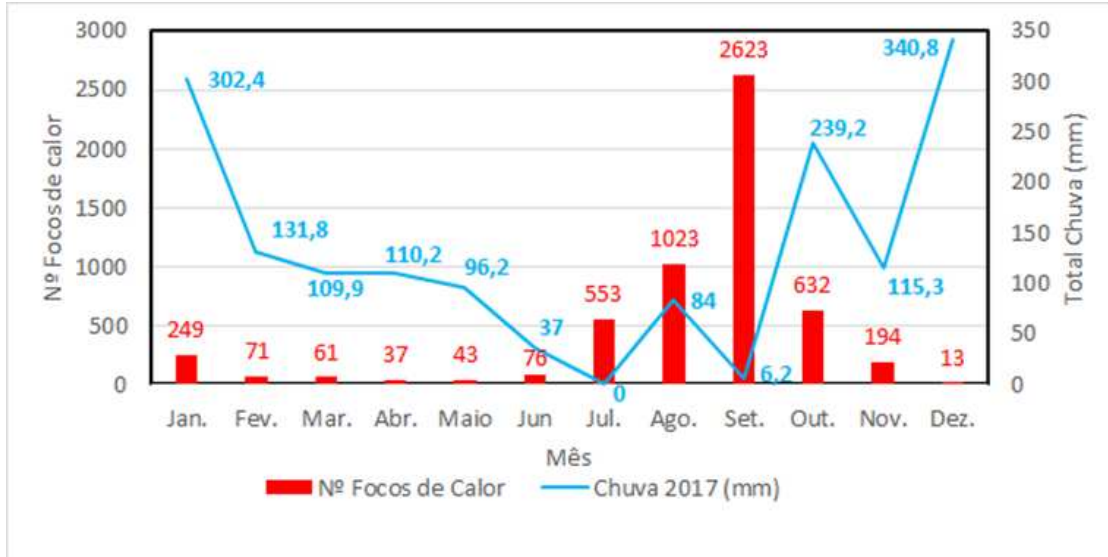


Figura 37. Distribuição mensal do número de focos de calor detectados pelos sensores do satélite AQUA-UMD-TARDE e chuva em 2017, Pantanal brasileiro. Fonte: autores.

Na Figura 38, observa-se a distribuição do número de focos de calor por sub-regiões do Pantanal brasileiro em 2017. Neste ano, ocorreu a maior concentração de focos na sub-região Paiaguás (1336), seguido de Barão de Melgaço (1100) e Nabileque (1078 focos de calor), Nhecolândia (839) e Poconé (611). Essa concentração dos focos varia de ano para ano de acordo com a distribuição das chuvas e forma de manejo da vegetação.

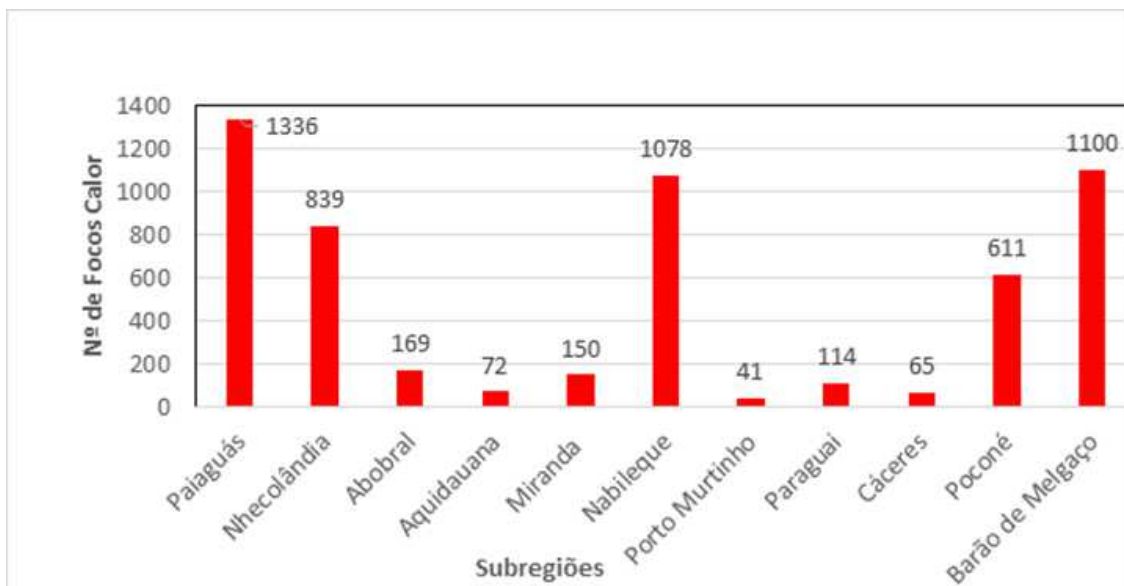


Figura 38. Distribuição anual por sub-região do número de focos de calor detectados pelos sensores do satélite AQUA-UMD-TARDE em 2017, Pantanal brasileiro. Fonte: autores.

Nos mapas de distribuição espacial dos focos de calor (Figura 39 e 40), aplicou-se o estimador de densidade Kernel para o total de focos registrados durante o ano de 2017, para se ter uma visão geral da distribuição espacial dos pontos, sendo possível apurar a intensidade pontual dos focos de calor de toda área do Pantanal brasileiro e com isso verificar as regiões críticas dentro desta delimitação.

Oliveira et al. (2016), Souza et al. (2013) aplicaram metodologia similar baseada no estimador de densidade Kernel para analisar focos de calor em área de proteção ambiental da bacia do Araripe e unidade de conservação na bacia do Rio São Francisco, respectivamente. Foi observado pelos autores que os resultados encontrados pelo estimador de densidade auxiliaram na análise visual para a identificação de alta densidade da ocorrência de determinado fenômeno estudado. Nesse sentido, consideramos que a análise empregada com base no cálculo de densidade dos focos de calor para o Pantanal brasileiro apresenta potencial para identificar áreas críticas para a ocorrência de focos de calor no ano proposto.

Por meio da análise das informações, verificou-se que, em 2017 foram registrados 5.575 Focos de Calor. Esses valores são apresentados em maior número nos seguintes meses: julho (553 FC), agosto (1.023 FC), setembro (2.623 FC) e outubro (632 FC), os mesmos correspondem aos meses mais secos na região. A maior concentração de focos de calor ocorre em setembro, pois o mesmo coincide com o final do período seco na região, além de ocorrer os menores índices de umidade relativa do ar. O mês de dezembro apresenta uma baixa concentração de focos de calor, coincidindo com período chuvoso na região. Verifica-se em janeiro que o número de FC (249) foi maior que a média histórica (178 FC) que abrange o período de 1999 a 2016, isso deve-se a influência de baixos índices chuva no ano anterior.

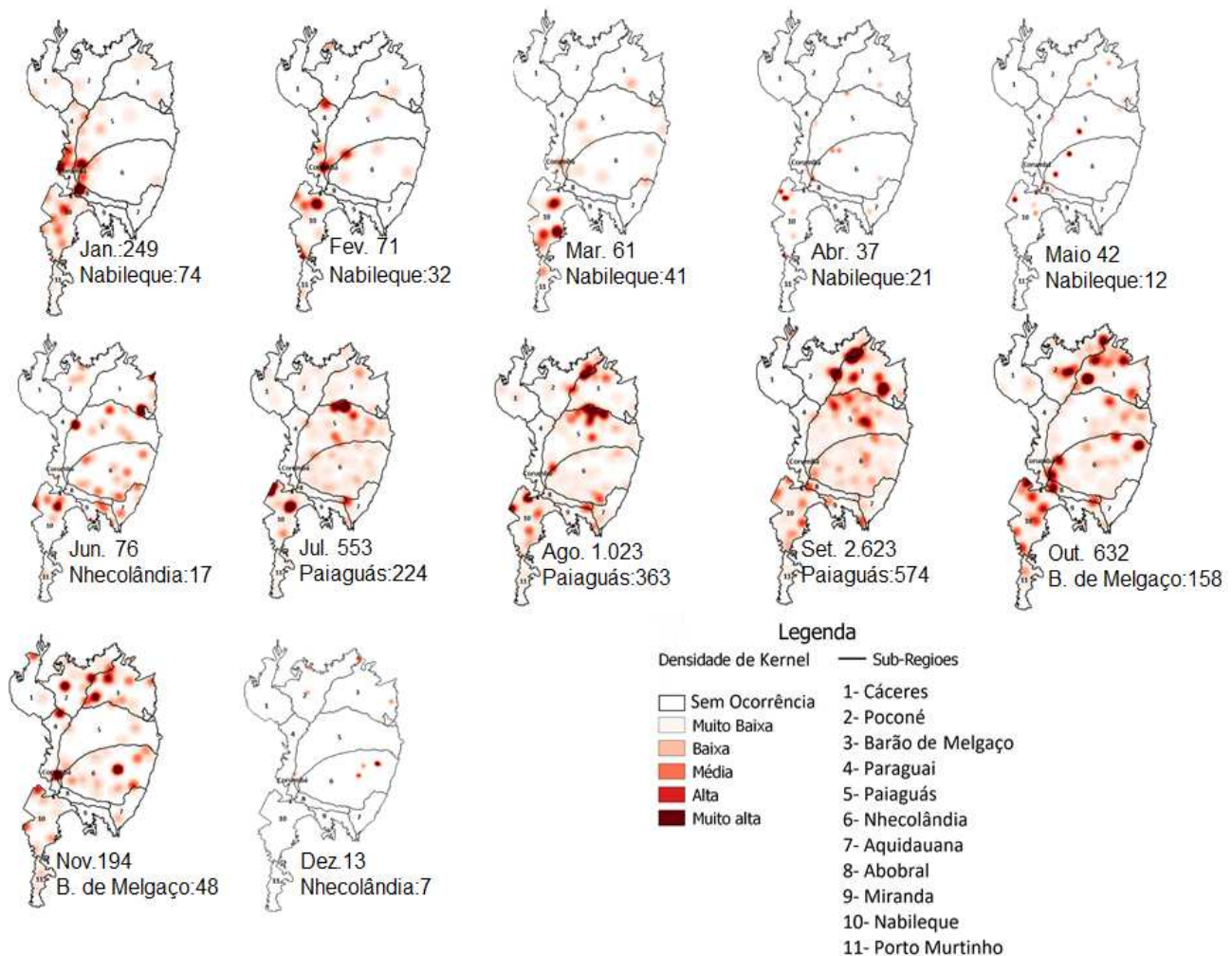


Figura 39. Mapas de densidade Kernel mensal de focos de calor, detectados pelo sensor do satélite AQUA-UMD-TARDE em 2017, no Pantanal brasileiro. Fonte: autores

No mapa da densidade de Kernel para o ano de 2017 (Figura 40), observou-se que a sub-região do Paiaguás apresentou densidade muito alta de focos de calor com um total de 1.336, seguida das sub-regiões do Barão do Melgaço (1.100), Nabileque (1.078), Nhecolândia (839) e Poconé (611), as quais totalizaram 89% do total anual. A densidade dos focos ser maior ou menor é variável entre anos, está relacionado às épocas de menor precipitação e umidade relativa do ar, no entanto essas variáveis podem não ser determinantes, visto que ações antrópicas associadas a práticas de manejo de pastagens inadequadas também contribuirão efetivamente para as ocorrências.

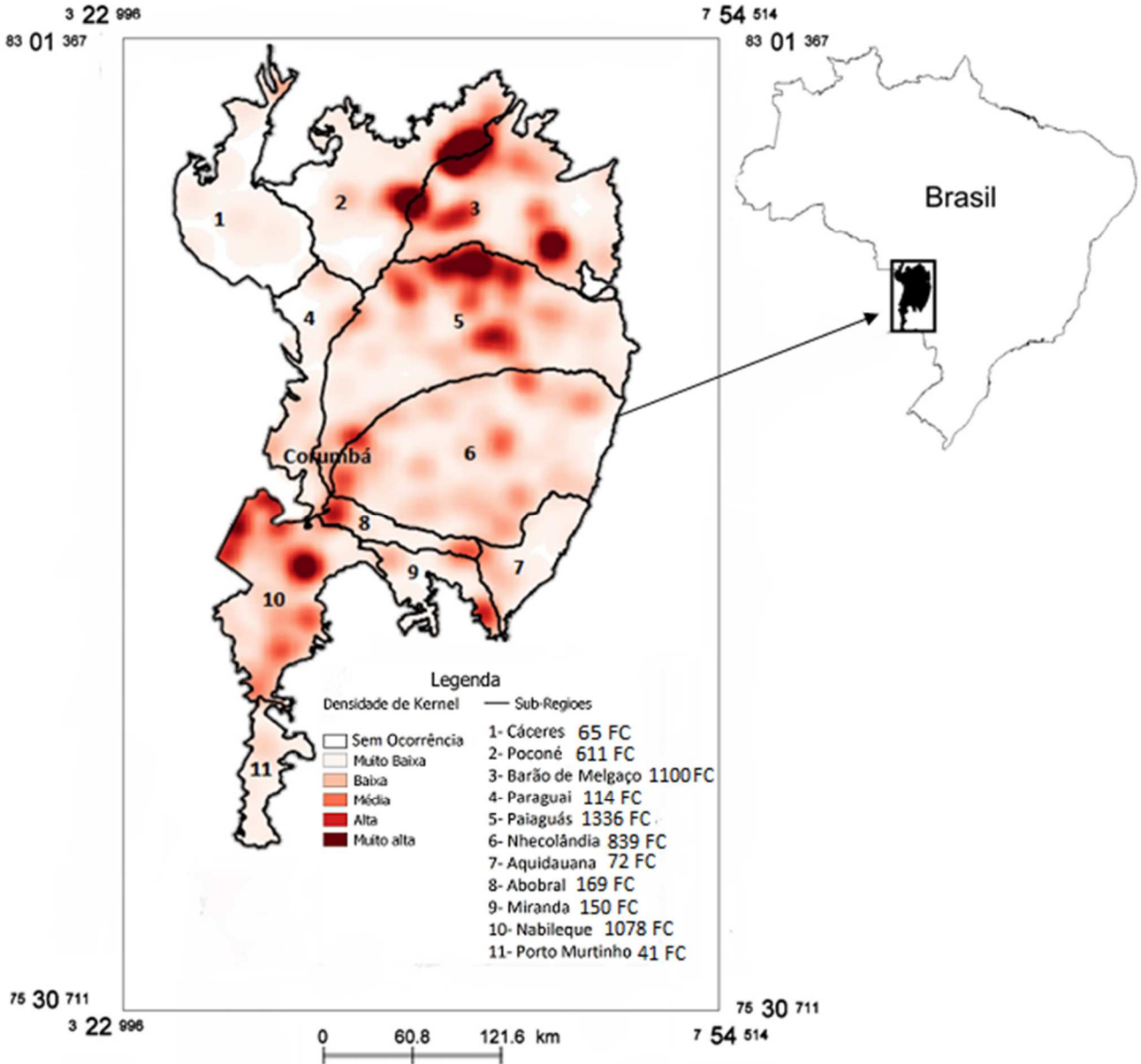


Figura 40. Mapa de densidade de Kernel anual dos focos de calor detectados pelo sensor do satélite AQUA-UMD-TARDE em 2017, Pantanal brasileiro. Fonte: autores

Considerações Finais

A recorrência dos incêndios em áreas extensas de vegetação nativa, como é o caso do Pantanal, é um problema sério que causa prejuízos econômicos e desequilíbrio no ecossistema da região. A necessidade de monitorar e quantificar de forma contínua os incêndios leva ao uso intensivo de geotecnologias, como é o caso do QGIS aplicado neste estudo, pois o mesmo possui ferramentas com capacidade de fornecer informações necessárias para o processo de mapeamento e interpretação de dados provenientes de focos de calor, além de proporcionar uma ampla visão sobre a distribuição temporal, espacial e padrões comportamentais dos focos em diferentes escalas.

A Embrapa Pantanal, realiza o mapeamento dos focos ocorridos ao longo do tempo, gerando um banco de dados históricos que permite acompanhar as tendências de aumento ou diminuição e por meio dessas informações fornece

subsídios ao Comitê Interinstitucional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais, para o Estado de Mato Grosso do Sul, do qual a Embrapa Pantanal faz parte, na elaboração do Plano de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente aos meus pais, por todo apoio, paciência e pelos ensinamentos diários sobre a vida, sem eles eu não teria chegado até aqui. A Balbina Soriano, minha orientadora, por ter orientado o trabalho com incentivo, sugestões, correções. Ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, pelo ensino de qualidade e todo incentivo. A Embrapa Pantanal pela oportunidade e pelos novos conhecimentos que tem me proporcionado.

Referências

- BATISTA, A. C. Detecção de incêndios florestais por satélite. **Floresta**. v.34, n.2, p. 237-241, 2004.
- BRASIL. Ministério Do Interior. Departamento Nacional de Obras e Saneamento - DNOS. **Estudos hidrológicos da Bacia do Alto Paraguai**: fluviometria. Rio de Janeiro, 1974. v. 4. 664p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Programa Nacional de Meio Ambiente. **Plano de conservação da Bacia do Alto Paraguai - PCBAP**. Brasília, DF: PNMA, 1997. 3v.
- CARVALHO, L.M.T; SCOLFORO, J.R.S.; CAVALCANTE, H.C.; MARTINS, E.; MELO, W.J. de. Tendências de Ocupação do Solo nas Áreas Modificadas. In: CARVALHO, L. M. T.; SCOLFORO, J. R. S (Ed.). **Inventário Florestal de Minas Gerais**. Lavras: Editora UFLA, 2008. v. 1. p. 329-354.
- CLARKE, R. T.; COLLISCHONN, W.; TUCCI, C. E. M. Variabilidade temporal no regime hidrológico da bacia do rio Paraguai. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 8, n.1, p. 201-211, 2003.
- HIDROWEB: **Sistema de Informações Hidrológicas**. 2011. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas, 2011. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br>>. Acesso em: 30 jun. 2012.
- HORTON, B. K.; DECELLES, P. G. The modern foreland basin system adjacent to the Central Andes. **Geology**, v. 25, n. 10, p. 895-898, 1997.
- INPE. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Banco de dados de queimadas: programa queimadas apoio**. 2018. Disponível em: <<http://www.inpe.br/queimadas/bdqueimadas/#>>. Acesso em: 19 mar. 2018.
- LOPES, A. C. L.; FREITAS, A. V. M.; COSTA, D. O.; BELTRÃO, N. E. S.; TAVARES, P. A. Análise da distribuição de focos de calor no município de Novo Progresso Pará. **Revista Verde**, v. 12, n. 2, p. 298-303, 2017.
- MORAES, I. S.; FERREIRA, H. S.; OLIVEIRA, S. F. C. A utilização do SIG como ferramenta para indicação de áreas possíveis a implantação de aterro sanitário na região metropolitana de Belém-PA. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO,3., 2010, Recife. **Anais**. Recife: UFPE. 2010. p. 27-30. Disponível em: <https://www3.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIII/IIISIMGEO_CD/artigos/CartografiaeSIG/SIG/R_215.pdf>. Acesso em 25 out 2018.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE. 2. ed. 1989. 422 p.
- NUNES, J. R. S.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. FMA+ um novo índice de perigo de incêndios florestais para o Estado do Paraná, Brasil. **Floresta**, v. 36, n. 1, p. 75-91, 2006.
- OLIVEIRA, U. C. de; OLIVEIRA, P. S. de; PINHEIRO, C. J. V. Análise da Concentração de Focos de Calor da Área de Proteção Ambiental (Apa) da Chapada do Araripe nos anos de 2010 a 2015. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental – ConGea, 7, 2016, Campina Grande. **Anais**. Campina Grande: IBEAS. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2016/VI-023.pdf>>. Acesso em 13 set 2018.
- PEZZOPANE, J. E. M.; OLIVEIRA NETO, S. N.; VILELA, M. de F. Risco de incêndios em função da característica do clima, relevo e cobertura do solo. **Floresta e Ambiente**, v. 8, n. 1, p. 161-166, 2001.
- POTT, A. Ecosistema Pantanal. In: Puignau, J.P.. (Org.). **Utilización y manejo de pastizales**. Montevideo: IICA-PROCISUR, Uruguai, 1994, v. 40, p. 31-44 .
- QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Versão 2.18. Disponível em: <<https://qgis.org/en/site/forusers/download.html>>. Acesso em: 10 mar. 2018.
- RODRIGUES, C. A. G.; CRISPIM, S. M. A.; COMASTRI FILHO, J. A. **Queima controlada no Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2002. 23 p. (Embrapa Pantanal. Documentos, 35).

SANTOS, S. A.; CRISPIM, S. M. A.; COMASTRI FILHO, J. A. Pastagens no ecossistema Pantanal: manejo, conservação e monitoramento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. p. 23-35.

SILVA, J. dos S. V. da; ABDON, M. Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 13, p. 1703-1711, 1998.

SOARES, M. T. S.; SORIANO, B. M. A.; ABREU, U. G. P. de; SANTOS, S. A.; COMASTRI FILHO, J. A. **Monitoramento do Comportamento do Rio Paraguai no Pantanal Sul-Mato-Grossense em 2007**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2007. 5p. (Embrapa Pantanal. Comunicado Técnico, 66).

SORIANO, B. M. A.; PELLEGRIN, L. A. **Monitoramento do número de focos de calor e variáveis meteorológicas observados em 2007 no Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2007. 3 p. (Embrapa Pantanal. Comunicado técnico, 64)

SORIANO, B. M. A.; DANIEL, O; CRISPIM, S. M. A.; PELLEGRIN, L. A.; PADOVANI, C.R. **Monitoramento dos focos de calor e das variáveis meteorológicas para o Pantanal em 2008**. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2008. 4 p. (Embrapa Pantanal. Comunicado Técnico, 73).

SOUZA, I. R. M.; IWATA, B. de S.; ALBUQUERQUE, B. C. D. de; LEITE, A. C. de S.; MORAES, R. C. de. Análise espaço temporal dos focos de calor no município de Formosa do Rio Preto - BA. VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental – ConGea, 7, 2016, Campina Grande. **Anais**. Campina Grande: IBEAS. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2016/V-055.pdf>> Acesso em 18 de out 2018.

SOUZA, N.; SILVA, E. M. G.C; TEIXEIRA, M.D.; LEITE, L. R.; REIS, A. A.; SOUZA, L. N.; JUNIOR, F. W. A.; RESENDE, T. A. Aplicação do Estimador de Densidade Kernel em Unidades de Conservação na Bacia do Rio São Francisco para análise de focos de desmatamento e focos de calor. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2013. p. 4958-4965.

USSAMI, N.; SHIRAIWA, S.; DOMINGUEZ, J. M. L. Basement reactivation in a sub-Andean foreland flexural bulge: The Pantanal wetland, SW Brazil. **Tectonics**, v.18, n. 1, p. 25-39, 1999.

VASCONCELOS, S. S.; ROCHA, K. da S.; SELHORST, D.; PANTOJA, N. V.; BROWN, I. F. Evolução de focos de calor nos anos de 2003 e 2004 na região de Madre de Dios/Peru–Acre/Brasil–Pando/Bolívia (MAP): uma aplicação regional do banco de dados INPE/IBAMA. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 3411-3417.



Pantanal



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

