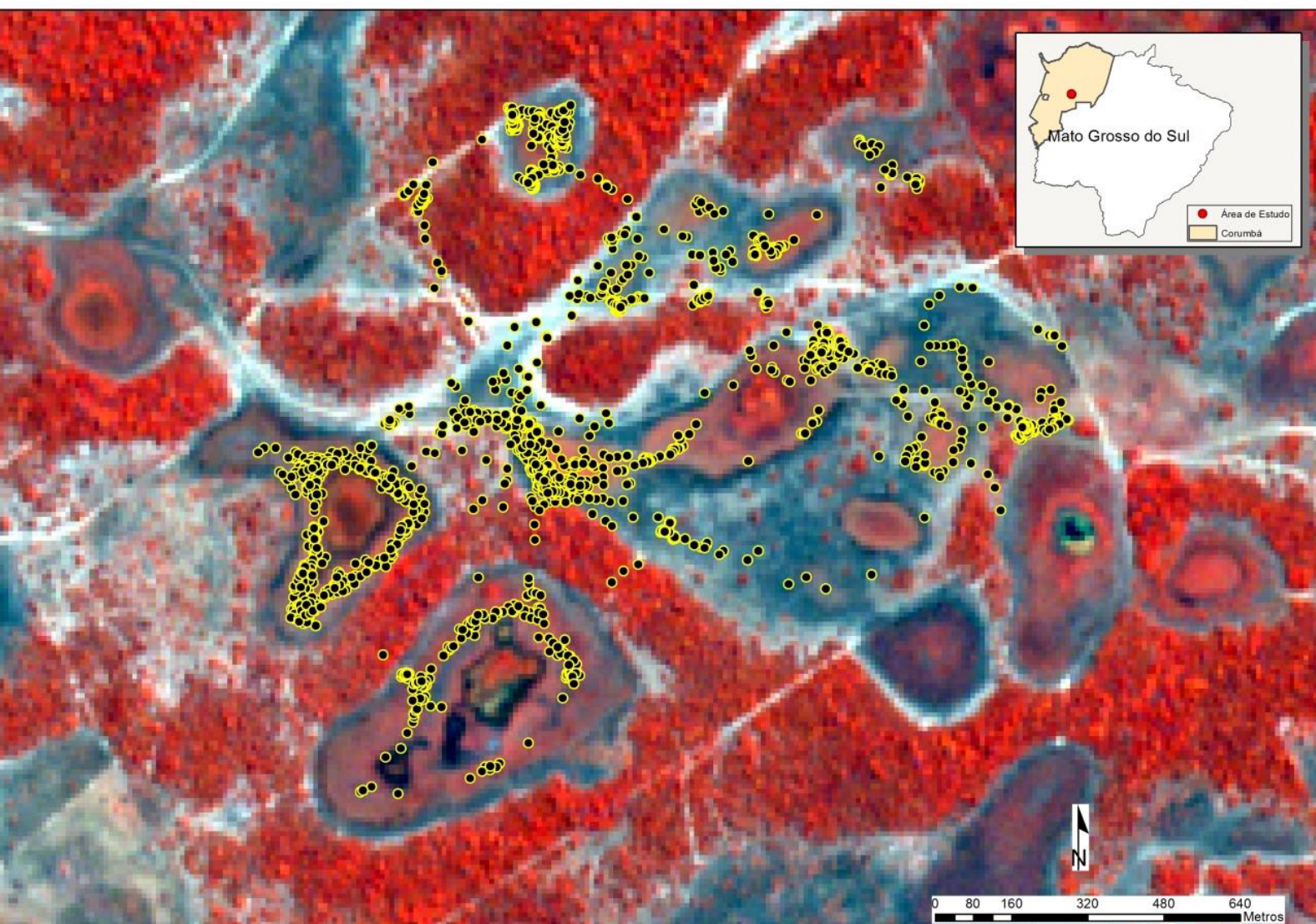


Receptores GPS para Estudo do Comportamento Espacial de Bovinos em Pastagens Nativas do Pantanal



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

Documentos 153

Receptores GPS para Estudo do Comportamento Espacial de Bovinos em Pastagens Nativas do Pantanal

*Ubiratan Piovezan
Márcia Helena Galina Dompieri
Stanley Ribeiro Centurion
Luiz Alberto Pellegrin*

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 Helena B.M. Fernandes*

Membros: *Fernando Rodrigues T. Dias*

Juliana Correa Borges Borges Silva

Márcia Furlan N. T. de Lima

Suzana Maria de Salis

Sandra Mara Araújo Crispim

Viviane de Oliveira Solano

Secretária: *Marilisi Jorge da Cunha*

Supervisora editorial: *Ana Helena B.M. Fernandes*

Normalização: *Viviane de Oliveira Solano*

Tratamento de ilustrações: *Odilza Soares C. Velazquez*

Foto da capa: *Imagem orbital Adaptado de Sentinel-2 (2017) editada por Marcia Helena Galina Dompieri*

Editoração eletrônica: *Odilza Soares C. Velazquez*

1ª edição

Formato digital (2017)

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

Receptores GPS para Estudo do Comportamento Espacial de Bovinos em Pastagens Nativas do Pantanal [recurso eletrônico] / Ubiratan Piovezan... [et al.] - Corumbá, Embrapa Pantanal, 2017.

33 p. (Documentos / Embrapa Pantanal, ISSN 1981-7223; 153).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: <<https://www.embrapa.br/pantanal/publicacoes>>

Título da página da Web: (acesso em 30 dez. 2017).

1. Comportamento animal. 2. Bovino. 3. Sensoriamento remoto. I. Piovezan, Ubiratan. II. Dompieri, Márcia Helena Galina. III. Centurion, Stanley Ribeiro. IV. Pellegrin, Luiz Alberto Soriano. V. Embrapa Pantanal. VI. Título. VII. Série.

CDD 591.5

© Embrapa 2017

Autores

Ubiratan Piovezan

Zootecnista, doutor em Ecologia,
pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE.

Márcia Helena Galina Dompieri

Geógrafa, doutora em Geografia,
pesquisadora da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Stanley Ribeiro Centurion

Zootecnista, doutorando em Zootecnia,
Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO

Luiz Alberto Pellegrin

Contador, mestre em Análise Espacial,
analista da Embrapa Pantanal, Corumbá, MS

Apresentação

A Embrapa Pantanal vem realizando estudos de monitoramento de animais silvestres com uso de receptores de GPS há quase uma década. No entanto, animais domésticos, como cavalos, bovinos, carneiros, entre outros, ainda não foram monitorados pela equipe, utilizando-se esses aparelhos, apesar de já terem sido monitorados pelo mundo com auxílio dos mesmos.

Nesse trabalho é apresentada uma nova possibilidade do uso dos receptores de GPS para monitorar bovinos em uma condição de manejo extensivo, em pasto nativo no Pantanal.

A técnica se mostrou promissora como uma ferramenta para monitoramento e estudo do comportamento de bovinos criados extensivamente. Esperamos que essa ferramenta venha a contribuir com novos estudos na área de comportamento animal, de modo a subsidiar boas práticas de manejo dos rebanhos bovinos no Pantanal.

Jorge Antonio Ferreira de Lara
Chefe-Geral da Embrapa Pantanal

Sumário

Resumo	7
Introdução	7
Material e Métodos.....	8
Avaliação das informações espaciais	9
Resultados e Discussões.....	10
Considerações Finais	31
Agradecimentos	31
Referências.....	31

Receptores GPS para Estudo do Comportamento Espacial de Bovinos em Pastagens Nativas do Pantanal

Ubiratan Piovezan
Márcia Helena Galina Dompieri
Stanley Ribeiro Centurion
Luiz Alberto Pellegrin

Resumo

A avaliação do comportamento espacial de animais permite o aprimoramento do manejo dos rebanhos, subsidiando ações para melhoria da produtividade e do bem-estar animal. Beneficiam-se de tais avaliações a indústria pecuária e seus consumidores, além daqueles interessados na preservação de recursos naturais inseridos ou contidos nas áreas de produção pecuária, como as Áreas de Proteção Permanente (APP), nascentes de rios e as Reservas Legais (RL). O presente estudo foi realizado na região Centro-Sul do Pantanal, conhecida como Nhecolândia com o objetivo de avaliar preliminarmente a viabilidade de utilização da telemetria para estudo do comportamento espacial de bovinos em manejo extensivo, mantidos em pastagens nativas. Dezenove colares com receptores GPS da marca Tigrinus® foram instalados em vacas adultas, no entanto, seis colares não registraram informações, quatro equipamentos falharam dos 11 instalados em bovinos Pantaneiros e dois, dos oito instalados em animais da raça Nelore. Deste modo, as informações apresentadas advêm do rastreamento de sete fêmeas da raça Pantaneira e seis Neloeres, totalizando treze animais. Para análise dos dados vetoriais, utilizou-se do Sistema de Informação Geográfica (SIG) ArcGis v. 10.2, juntamente com a extensão *Movement Ecology Tools for ArcGIS* (ArcMet), a partir da qual houve a geração de mapas *kernel* representando a densidade das feições com base na vizinhança. Os resultados preliminares indicam que, de modo geral, os animais utilizaram com frequência as áreas de pastagem nativa que vegeta nas bordas e interior das baías secas, que são áreas que mantêm umidade e possuem forrageiras de boa qualidade. Apesar das áreas florestadas estarem amplamente disponíveis, esta categoria de paisagem tendeu a ser pouco utilizada pelos animais. A análise remota do comportamento dos indivíduos das raças Pantaneiro e Nelore no Pantanal de Corumbá (MS) permitiu validar a utilização de colares com receptores GPS (*Global Positioning System* ou Sistema de Posicionamento Global) para avaliar o comportamento espacial de rebanhos bovinos. A experiência poderá ainda ser incrementada por meio da análise de outros atributos, como a temperatura que foi registrada e que pode auxiliar na avaliação de aspectos relacionados ao bem-estar dos animais, assim como o efeito da interferência do manejo adotado como a localização de bebedouros e cochos de sal na paisagem.

Introdução

A avaliação do comportamento espacial de indivíduos permite o aprimoramento do manejo dos rebanhos, subsidiando ações para melhoria da produtividade e do bem-estar animal. Beneficiam-se de tais avaliações a indústria pecuária e seus consumidores, além daqueles interessados na preservação de recursos naturais inseridos ou contidos nas áreas de produção pecuária, tais como as Áreas de Proteção Permanente (APP) - nascentes de rios - e as Reservas Legais (RL). Neste campo da ciência animal, o uso de ferramentas de monitoramento remoto é de grande valia, por permitir estudos baseados em um grande número de informações referenciadas espacialmente.

Inúmeras pesquisas vêm sendo desenvolvidas nessa vertente, como a de Moreau et al. (2009), que estudaram os resultados de dados gerados pelo dispositivo eletrônico acelerômetro triaxial, a partir das mudanças na inclinação da cabeça dos animais, para registro automático e classificação do comportamento de cabras. Na área de sistemas automatizados de manejo de animais, Ruiz-Mirazo et al. (2011) avaliaram estímulos descontínuos de natureza sonora seguidos de estímulos elétricos suaves - como forma de controle do perímetro de pastagem do gado monitorado quanto à posição através de receptores GPS em colares. A solução seria uma alternativa às barreiras físicas (cercas) e os resultados indicaram que o estímulo aversivo descontínuo obteve sucesso e permitiu economia de energia, que é uma das limitações às alternativas comerciais para esse fim.

Com o intuito de realizar o monitoramento automático e em tempo real do comportamento de rebanho bovino, González et al. (2014) propuseram uma metodologia não supervisionada para tratamento de dados de alta resolução espacial e temporal, gerados a partir de acelerômetros triaxiais (4 e 10 Hz), montados em colares equipados com GPS. A utilidade e a segurança de colares VHF/GPS para monitoramento dos hábitos e padrões de deslocamento de cavalos, foram estudadas por Collins et al. (2014) nos EUA.

Oliveira-Santos et al. (2016) utilizaram informações espaciais para avaliar a influência da memória no comportamento espacial de *Sus scrofa* asselvajado em áreas inundáveis do Pantanal. Fogarty et al. (2015), monitoraram a atividade diurna de ovelhas de várias idades, por meio de colares com receptores GPS, como forma de identificar o início do período reprodutivo e assim prover o adequado manejo reprodutivo dos animais.

Smith et al. (2016) desenvolveram uma metodologia para treinar conjuntos binários para a modelagem do comportamento animal. Considerando as classes de estado do animal (pastando, caminhando, ruminando, descansando e outros), o teste foi aplicado a partir de colares equipados com um dispositivo de medição inercial em 24 vacas leiteiras. Os resultados mostraram que o desempenho do modelo apresentou uma melhoria de 5% em relação aos demais classificadores de séries temporais, além da possibilidade de fusão dessa base com dados providos de outros sensores, como aqueles de rastreamento de posição (GPS), por exemplo.

Utilizando receptores GPS em vacas leiteiras e avaliando visualmente o comportamento das mesmas durante um dia, Godsk e Kjaergaard (2011) alcançaram uma taxa média de 86,2% de acertos na classificação de quatro atividades (comendo/buscando alimento; caminhando; deitado e em pé). Para as atividades, em separado, conseguiram as seguintes taxas: Comendo/buscando alimento 90%, caminhando 100%, parado 76,5% e em pé 75,8%. Combinando os dados coletados por GPS e imagens de satélite Handcock et al., (2009) conseguiram avaliar a biomassa de forragem, diferenças no padrão de altura e o padrão de pastejo dos bovinos. Com o cruzamento dos dados de satélite e de GPS os autores verificaram que os animais pastam de forma a manter uma padronização na altura da forragem disponível, ou seja, os animais buscam pastejar primeiramente áreas que possuem a forragem mais alta.

O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar preliminarmente a viabilidade de estudo do comportamento espacial de gado bovino em pastagem nativa a partir de dados georreferenciados providos de receptores GPS acoplados aos animais.

Material e Métodos

A área de estudo está representada na Figura 1. A região inclui o campus experimental da Embrapa Pantanal - Fazenda Nhumirim (21K 7900000 S; 540000 E), localizada na região da Nhecolândia, município de Corumbá, MS, possuindo 4.390,5 ha de área total.

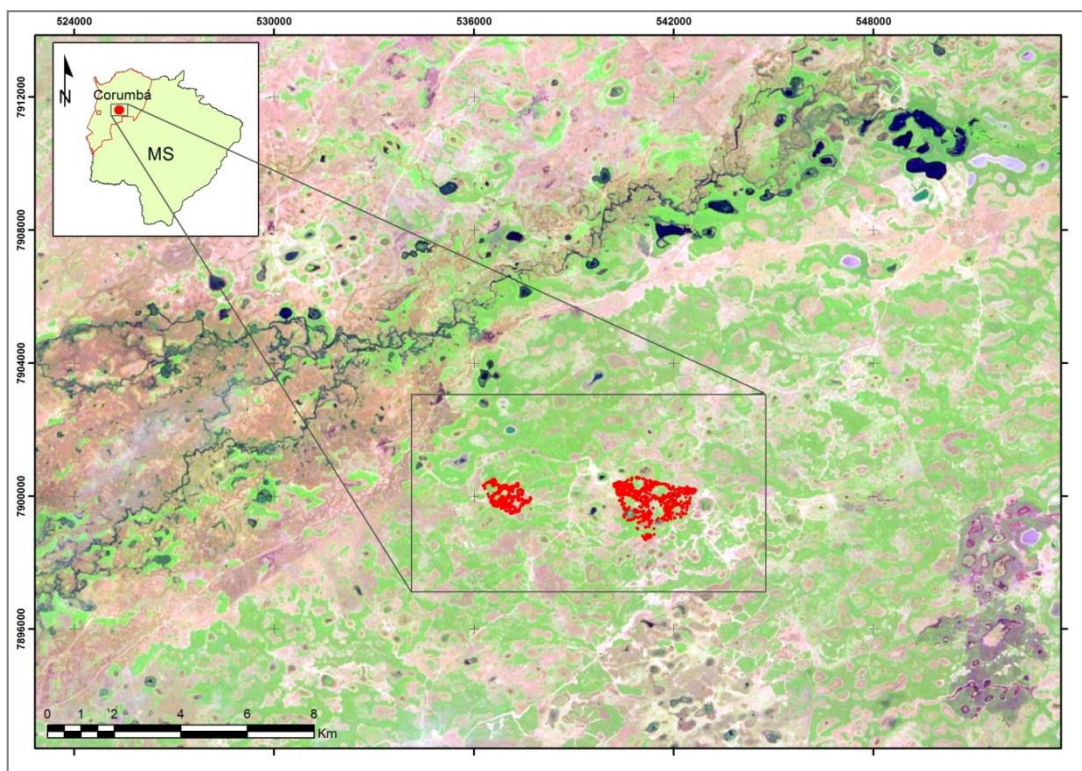


Figura 1. Imagem orbital Sentinel-2. Localização da área de estudo (Projeção UTM, Fuso21, Elipsoide WGS84) – retângulo envolvente dos pontos de movimentação dos indivíduos (em vermelho) monitorados na fazenda Nhumirim 21K 7900000 S; 540000 E – inverno do Gado Pantaneiro a Oeste (esquerda da imagem) e gado Nelore a Leste.

A coleta de dados foi realizada com receptores de GPS da marca Tigrinus®, programados para obtenção de dados a cada cinco minutos. A instalação dos receptores nos animais foi realizada em tronco de contenção, com uso de coleiras (Figura 2).

Foto: Uiratán Piovezan



Figura 2. Colar utilizado para monitoramento dos animais. No detalhe, o compartimento onde são colocadas pilhas, com conector do tipo P2, para download dos dados.

Os colares com receptores de GPS foram atados a dezenove vacas adultas, no entanto, parte dos colares utilizados não registrou informações, sendo a taxa de falha do equipamento igual a 4/11 para Pantaneiros e 2/8 em animais da raça Nelore. As informações aqui apresentadas advêm, portanto, do rastreamento de sete fêmeas da raça Pantaneira e seis da raça Neloeres, totalizando treze animais. Após marcação, os animais foram conduzidos até suas respectivas invernadas, formadas com pastagens nativas.

Além de dados de localização, os equipamentos registraram a data, o horário e a temperatura local. Após duas semanas de monitoramento os animais foram levados ao mangueiro para retirada dos equipamentos e transferência dos dados. Todos os procedimentos envolvendo os animais foram avaliados e aprovados pela comissão de ética no uso dos animais da Embrapa Pantanal (CEUA/CPAP 002/2015).

Avaliação das informações espaciais

Para análise dos dados vetoriais, utilizou-se do Sistema de Informação Geográfica (SIG) ArcGis v. 10.2 juntamente com a extensão *Movement Ecology Tools for ArcGIS (ArcMet)*. Como os dados foram gerados automaticamente pelo software Tigrinus 2.2 com os campos data e tempo separados, houve a necessidade de ajuste de toda a base para o campo do tipo *datetime (dd/mm/aaaa HH:mm:ss)* portanto foi utilizado o formato *feature class/geodatabases* ao invés de *shapefile/dbf*.

A partir do Sistema de Informação Geográfica (SIG), houve a geração de mapas *kernel* representando a densidade das feições com base na vizinhança. O algoritmo calcula o centro médio dos pontos, a distância deste centro para todos os pontos, a mediana das distâncias (D_m) e a distância padrão (SD), que representa o grau de concentração ou dispersão ao redor do centro médio geométrico; n é o número de pontos.

$$Raio = 0.9 * \min \left(SD, \sqrt{\frac{1}{\ln(2)}} * D_m \right) * n^{-0.2}$$

Com auxílio da ferramenta *ArcMet* procedeu-se primeiramente com a filtragem dos dados para compor uma trajetória válida. O primeiro requisito para a filtragem é que existam posições não temporariamente sobrepostas, pois podem levar a períodos de tempo igual a zero e causar erros nos cálculos subsequentes. Em segundo lugar, não pode haver posições com intersecção espacial na sequência temporal porque geraria segmentos de comprimento zero entre as posições e causaria erros de cálculo (por exemplo, divisão por zero). Em terceiro lugar, como há erros inerentes ao sistema de posicionamento (como diluição da precisão, por exemplo), pode haver casos em que as posições são adquiridas com erro. Isso é identificado quando um ponto sequencial "salta" para muito longe e retorna em seguida, o que geraria velocidade significativamente maior do que a normal (WALL, 2014).

Após garantir a integridade dos dados, houve o cálculo da trajetória, que seria a conexão dos pontos gerando segmentos com atributos de interesse, dentre eles: o total de horas, a distância percorrida para cada segmento (metros), a velocidade (Km/h), o ângulo formado entre os segmentos, entre outros. Também foram computadas as estatísticas básicas do percurso e, por fim, houve o cálculo dos polígonos de uso (*home-ranges*) de acordo com o método adaptativo segundo Getz et al. (2007), cujo resultado é apresentado na forma de percentis. Utilizou-se o percentil de 0,9 para este trabalho.

Houve o emprego de uma cena orbital livre de interferência atmosférica (nuvens) para caracterização fisiográfica do entorno (Figura 2) Sentinel-2 do dia 24 de setembro de 2017, 14h01min06s; provinda do sensor multiespectral (MSI - *Multispectral Instrument*) do projeto Copernic Sentinel Data financiado pela Agência Espacial Europeia (ESA), distribuída em 13 bandas espectrais VNIR (*Visible Near Infrared*) e SWIR (*Shortwave Infrared*), obtida a partir do serviço “*Earth Explorer*” disponível pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). Das 13 bandas espectrais, foram utilizadas as três seguintes para composição de uma imagem sintética falsa-cor: 490nm (B2), 560nm (B3) e 842nm (B8), na resolução espacial de 10 m, que permite mapeamentos na escala de até 1:25.000, pelo Padrão de Exatidão Cartográfica.

Resultados e Discussões

A Tabela 1 apresenta um resumo estatístico do monitoramento dos dois rebanhos (Pantaneiro e Nelore), incluindo o número de registros de posição, o período de monitoramento, o total das horas, o total de segmentos sua média e variância. Para visualização dos registros e da distância média percorrida (m), considerando o total dos segmentos, tem-se o gráfico da Figura 3. Como o gado Nelore foi monitorado por mais tempo (12 dias), há mais registros de segmentos, a média também foi maior, assim como a variância. No entanto, é possível observar comportamentos diferenciados dentro dos grupos, por exemplo, o indivíduo Nelore XIV apresentou uma dinâmica de movimentação menor que o indivíduo XVIII, ambos monitorados no mesmo período de tempo e na mesma área.

Tabela 1. Resumo da estatística descritiva dos bovinos monitorados na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

ID	Tipo	Número de Registro	Período	Horas	Total de Segmentos (m)	Média dos Segmentos (m)	Variância dos Segmentos
II	Pantaneiro	2031	17-24Mar2017	170	37891	18,6	32,2
IV	Pantaneiro	2217	17-24Mar2017	185	46327	20,0	37,8
V	Pantaneiro	2544	17-25Mar2017	212	62780	25,0	48,6
VI	Pantaneiro	2343	17-25Mar2017	196	53643	23,0	38,5
VII	Pantaneiro	2312	17-25Mar2017	193	45804	20,0	37,7
VIII	Pantaneiro	752	17-19Mar2017	63	15617	21,0	36,5
X	Pantaneiro	733	17-19Mar2017	61	18113	25,0	40,5
XII	Nelore	3167	17-28Mar2017	264	92678	29,0	53,0
XIII	Nelore	3167	17-28Mar2017	240	92568	29,2	50,4
XIV	Nelore	2657	17-28Mar2017	216	71013	26,7	49,0
XVII	Nelore	3175	17-28Mar2017	240	94857	29,8	50,0
XVIII	Nelore	3171	17-28Mar2017	240	110082	34,7	57,0
XIX	Nelore	3240	17-28Mar2017	240	92568	29,2	50,4

Fonte: Elaborado pelos autores.

A cena orbital sintética capturada em janeiro de 2017, sobreposta a cada indivíduo monitorado, está disposta de forma que o Infravermelho (Banda 8 – 842nm) foi associado ao canal vermelho e as bandas do visível (B2 - 490nm, B3 - 560nm) aos canais verde e azul, no sistema de exibição RGB. Assim, tem-se a vegetação em tons vermelhos – quanto mais densa mais intensa é a tonalidade; o solo exposto (estradas e caminhos) em cores claras (esbranquiçadas) e as áreas mais úmidas em tons azulados.

A estrutura geológica característica da área define a drenagem nas microbacias locais, que se caracterizam pela presença de meandros pretéritos e braços de rios intermitentes, resultando na formação de inúmeras lagoas de dimensões variadas que, em função da umidade, preservam a vegetação rasteira/herbácea mesmo no período de estiagem, que serve para alimentação do gado. Assim, o comportamento identificado como majoritário foi a concentração dos indivíduos em tais locais, cujo acesso ora se deu pelo interior da mata mais densa, ora pelos caminhos de solo exposto já abertos (trilhas), conforme demonstram as figuras com a imagem de satélite em falsa-cor, além dos mapas *kernel* e dos polígonos (*home-ranges*) na forma de percentis (90%), para cada indivíduo.

O período de rastreamento do indivíduo Pantaneiro II se deu entre 17/03/2017 e 24/03/2017, totalizando 170 horas. A soma dos seguimentos resultou em 37.891 unidades, com média de 18,6 e variância de 32,2. Nota-se maior

incidência do animal na área mais úmida, por representar fonte de forrageiras de melhor disponibilidade e qualidade (Figuras 4, 5 e 6).

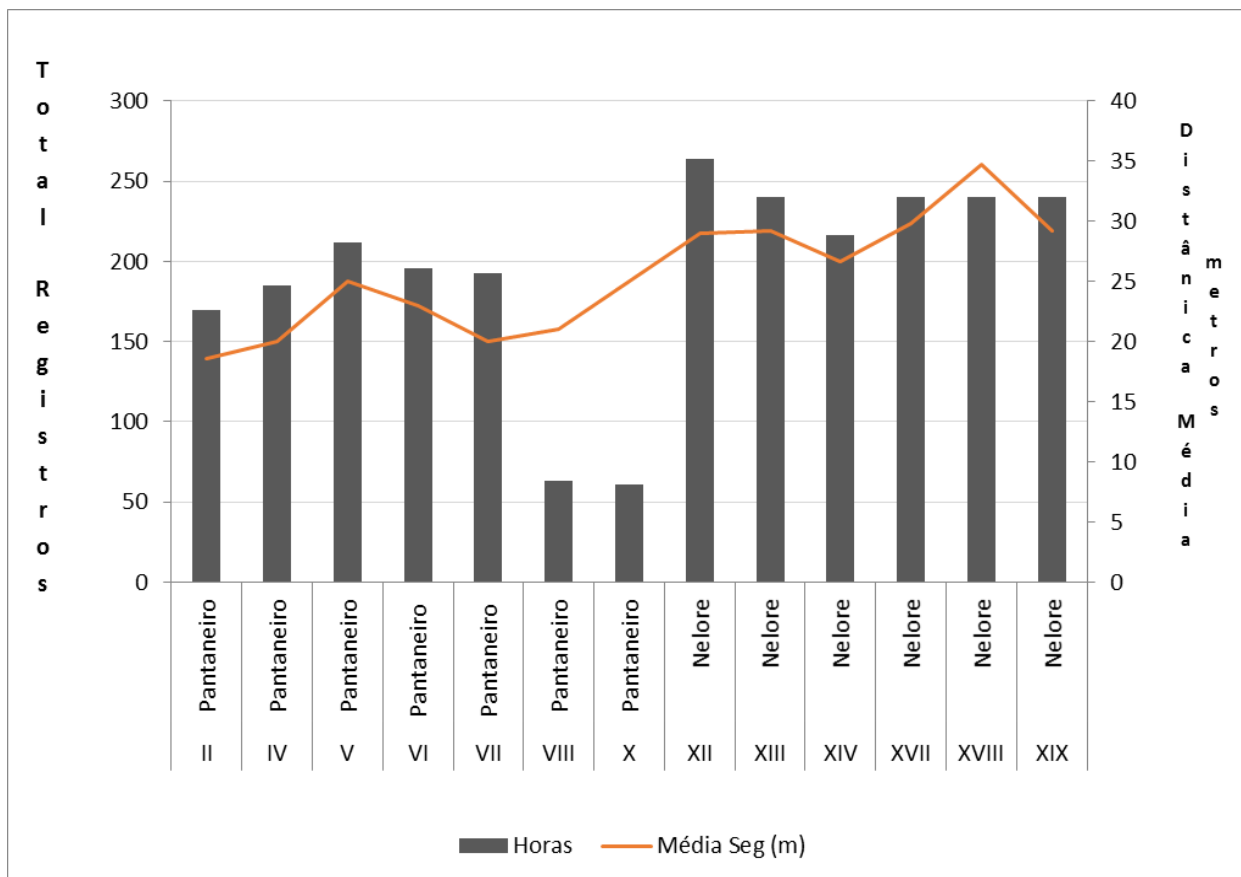


Figura 3. Total de registros (horas) e média dos segmentos registrados (Média Seg em metros) para cada indivíduo acompanhado na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

Fonte: Elaborado pelos autores.

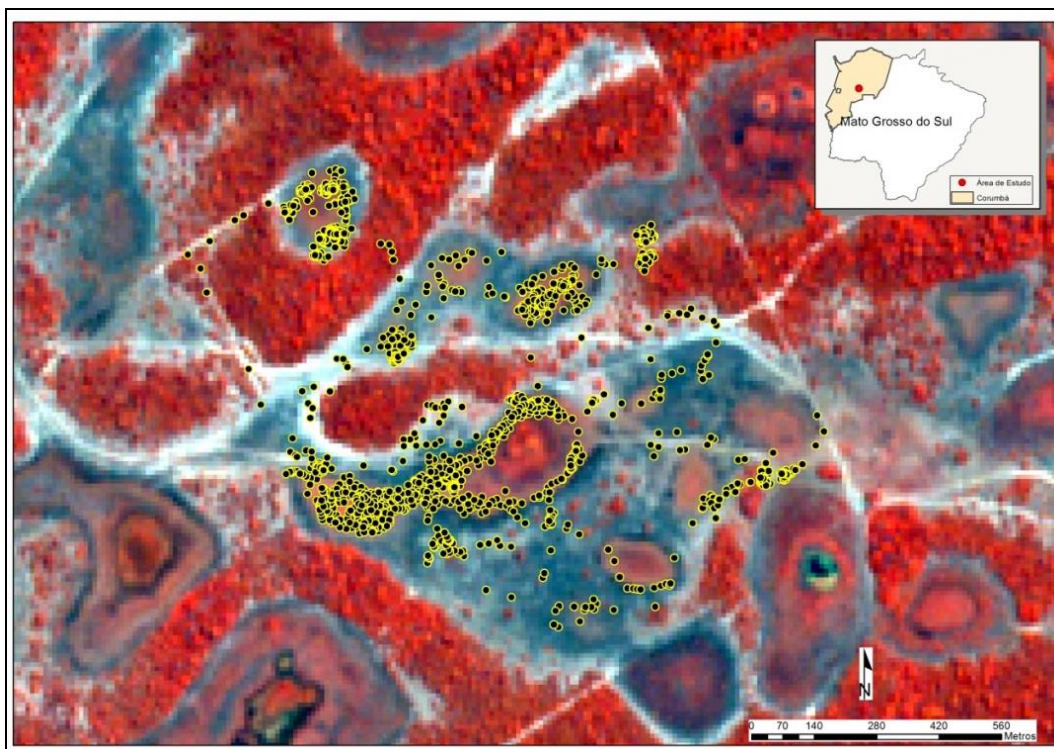


Figura 4. Posições do indivíduo II (Pantaneiro) sobre imagem orbital Sentinel-2. Composição sintética: B2 (490nm): Blue, B3 (560nm): Green e B8 (842nm): Red na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

Fonte: Adaptado de Sentinel-2 (2017).

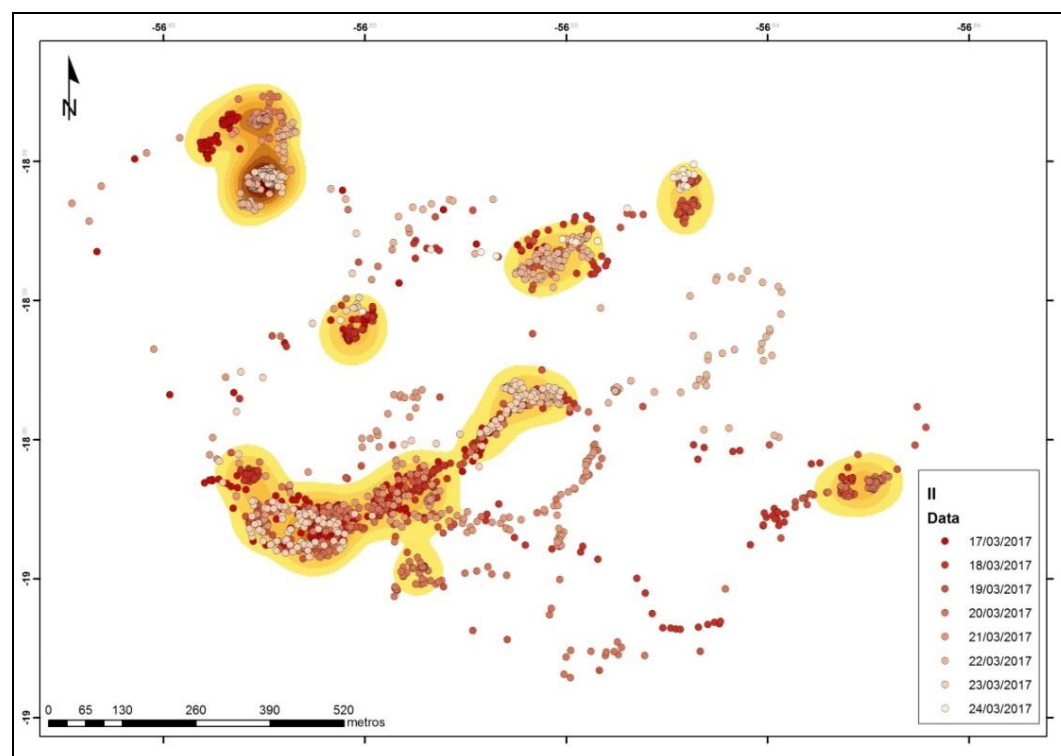


Figura 5. Mapa Kernel refletindo a concentração de posicionamento do indivíduo Pantaneiro II e sua movimentação ao longo do período de monitoramento na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

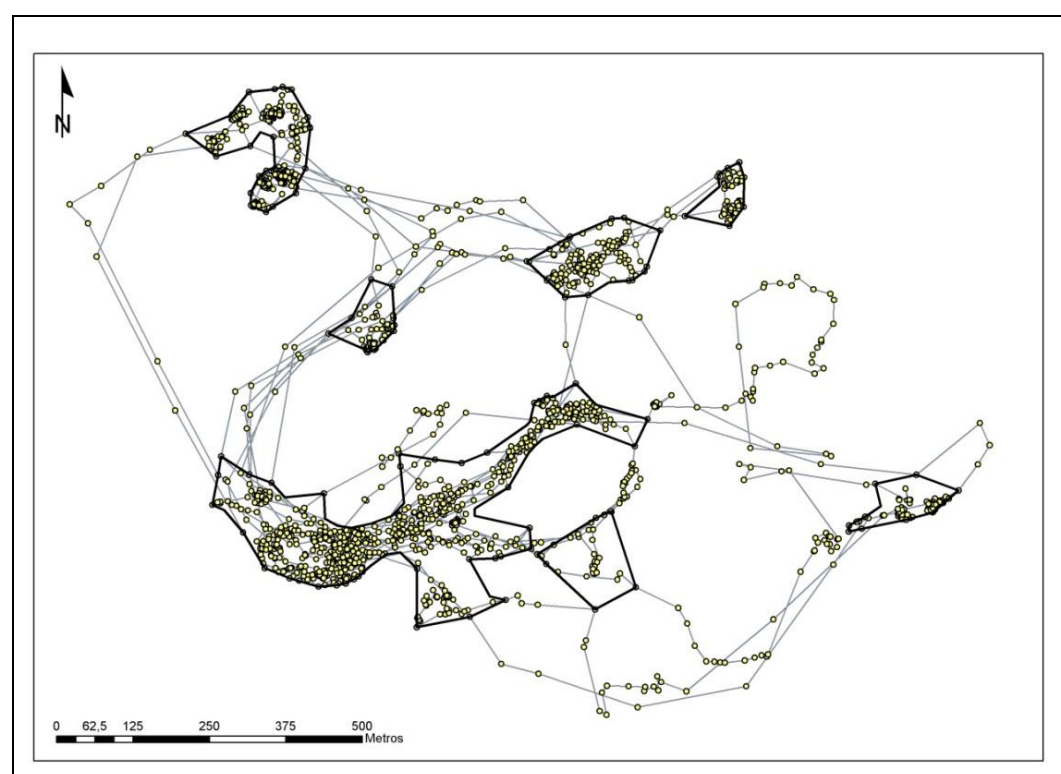


Figura 6. Segmentos de movimentação e polígonos (home-ranges 90%) do indivíduo Pantaneiro II na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

O animal Pantaneiro IV foi rastreado entre 17/03/2017 e 24/03/2017, totalizando 185 horas. A soma dos seguimentos resultou em 46.327; com média de 20 e variância de 37,8. A preferência para alimentação concentrou-se mais a leste neste caso (Figuras 7, 8 e 9).

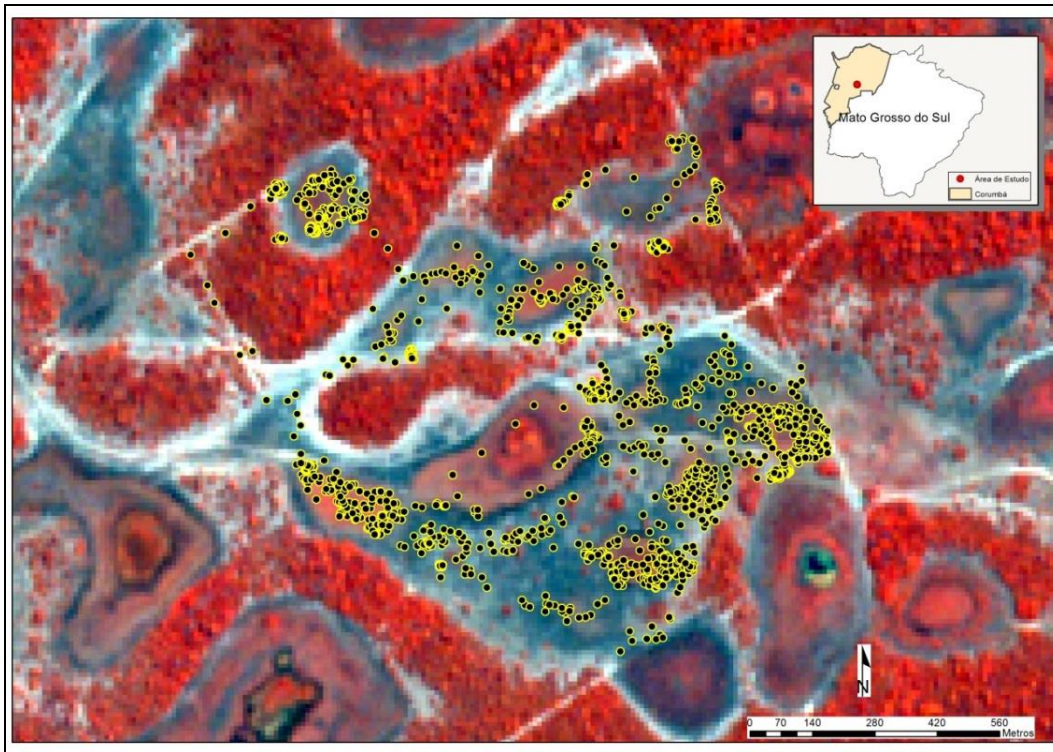


Figura 7. Posições do indivíduo Pantaneiro IV sobre imagem orbital Sentinel-2 na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

Fonte: Adaptado de Sentinel-2 (2017).

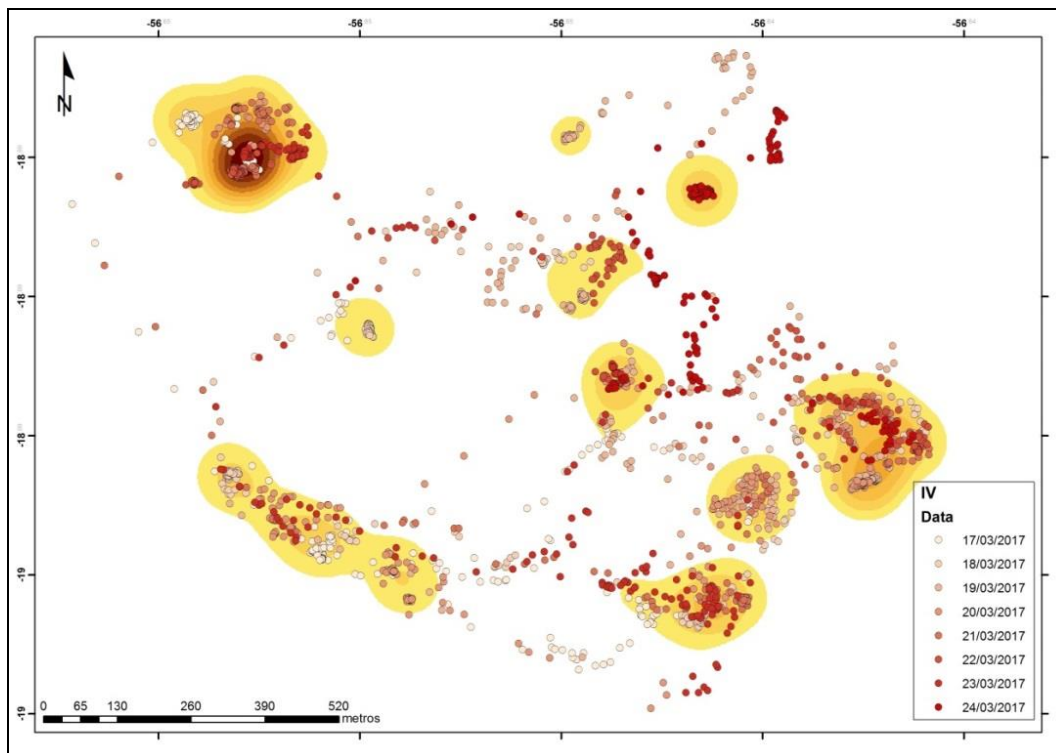


Figura 8. Mapa Kernel refletindo a concentração de posicionamento do indivíduo Pantaneiro IV e sua movimentação ao longo do período de monitoramento na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

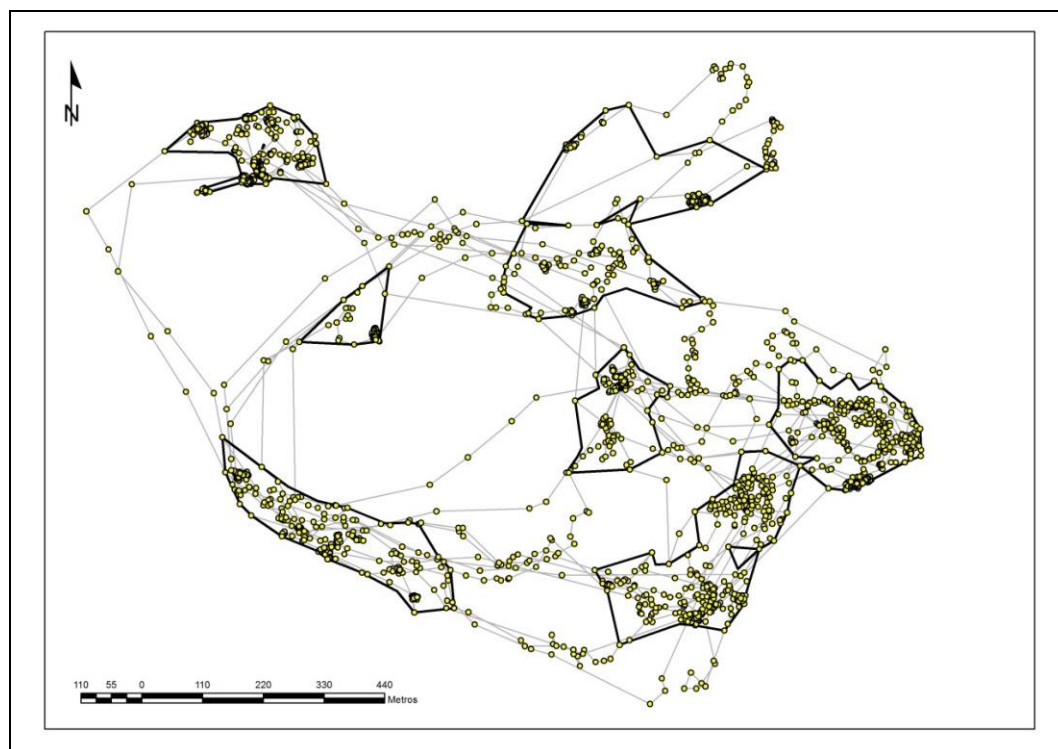


Figura 9. Segmentos de movimentação e polígonos (*home-ranges* - percentil de 0,9) do indivíduo Pantaneiro IV na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

Entre 17/03/2017 e 25/03/2017 ocorreu o monitoramento do indivíduo Pantaneiro V, totalizando 212 horas. A soma dos seguimentos resultou em 62.780; com média de 25 e variância de 48,6. A área liberada para pastagem deste animal foi maior que nos casos anteriores. Houve maior preferência pela área centro-oeste da imagem (Figuras 10, 11 e 12).

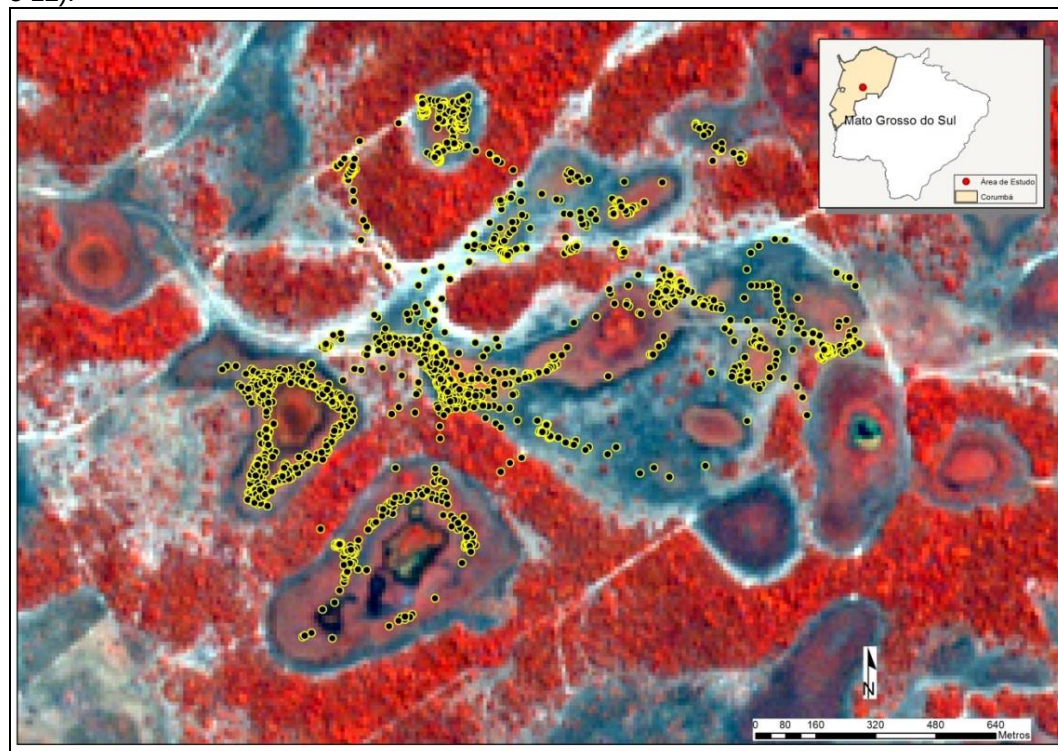


Figura 10. Posições do indivíduo Pantaneiro V sobre imagem orbital Sentinel-2 na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

Fonte: Adaptado de Sentinel-2 (2017).

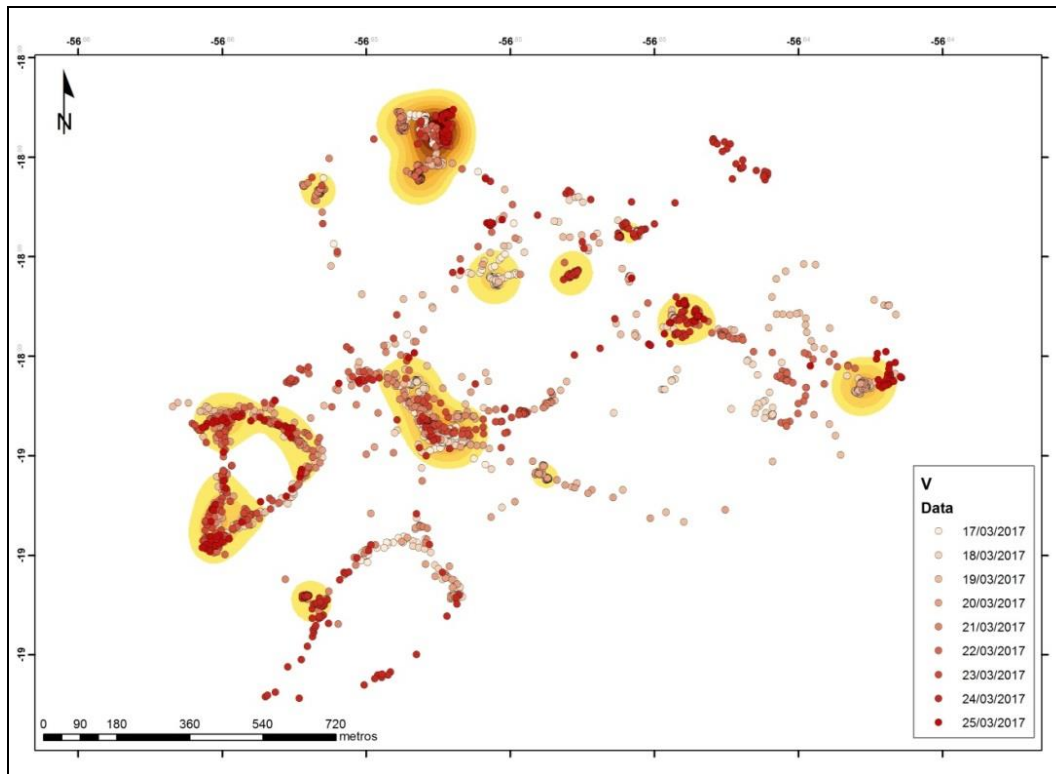


Figura 11. Mapa *Kernel* refletindo a concentração de posicionamento do indivíduo Pantaneiro V e sua movimentação ao longo do período de monitoramento na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

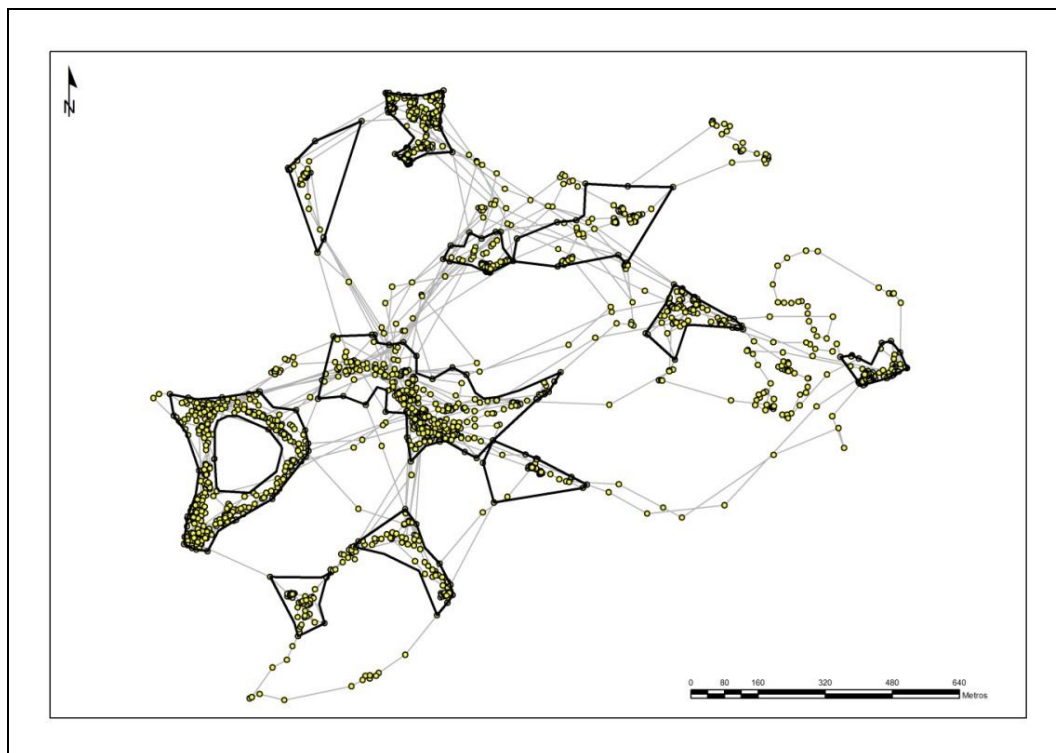


Figura 12. Segmentos de movimentação e polígonos (*home-ranges* - percentil de 0,9) do indivíduo Pantaneiro V na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

O intervalo de rastreamento do indivíduo Pantaneiro XIV ocorreu entre 17/03/2017 e 25/03/2017, totalizando 196 horas. A soma dos seguimentos resultou em 53.643 unidades; média de 23 e variância de 38,5. Nota-se a preferência pela manutenção do posicionamento a Noroeste da imagem, local característico de uma lagoa de pequeno porte, fonte de alimentação (Figuras 13, 14 e 15), de forma similar aos demais indivíduos.

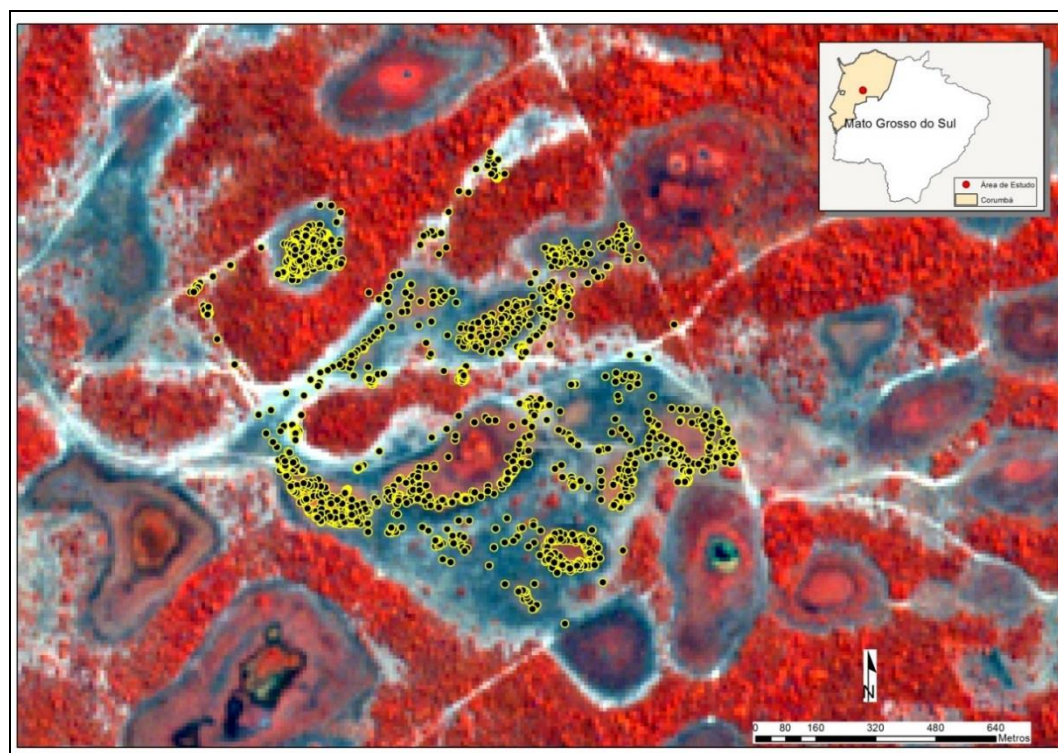


Figura 13. Posições do indivíduo Pantaneiro VI sobre imagem orbital Sentinel-2 na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

Fonte: Adaptado de Sentinel-2 (2017).

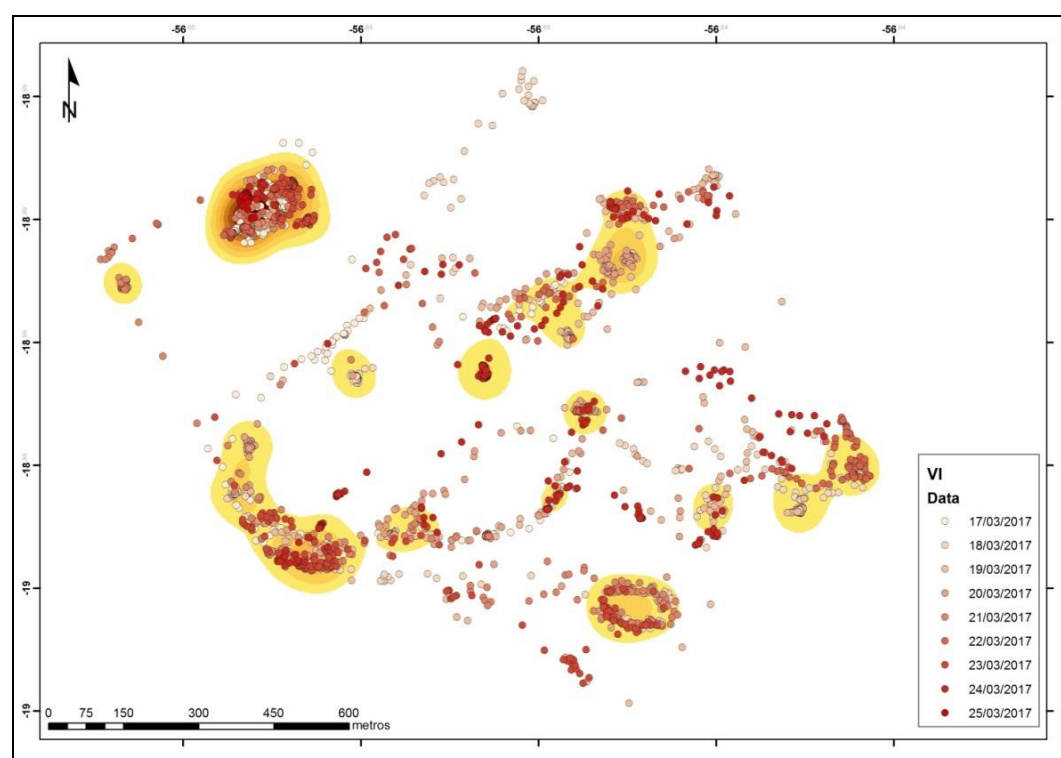


Figura 14. Mapa *Kernel* refletindo a concentração de posicionamento do indivíduo Pantaneiro VI e sua movimentação ao longo do período de monitoramento na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

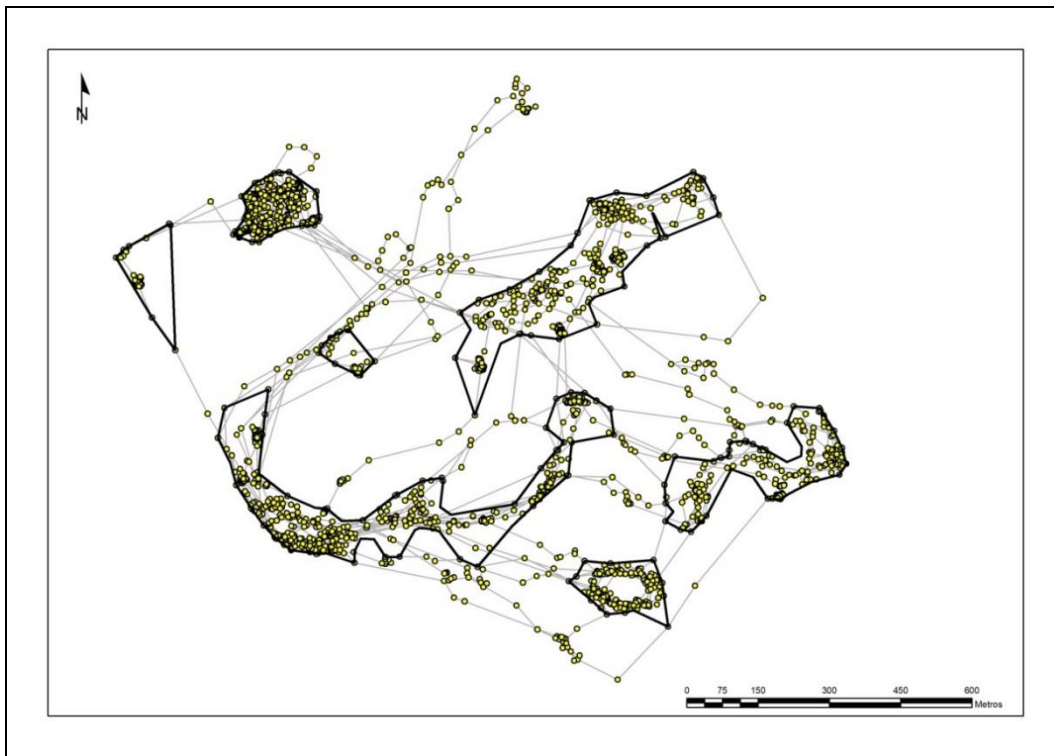


Figura 15. Segmentos de movimentação e polígonos (*home-ranges* - percentil de 0,9) do indivíduo Pantaneiro VI na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

O indivíduo VII da raça Pantaneira foi monitorado entre 17/03/2017 e 25/03/2017, totalizando 193 horas. A soma dos seguimentos resultou em 45.804; média de 20 e variância de 37,7. Comportamento similar ao animal anterior (Figuras 16, 17 e 18).

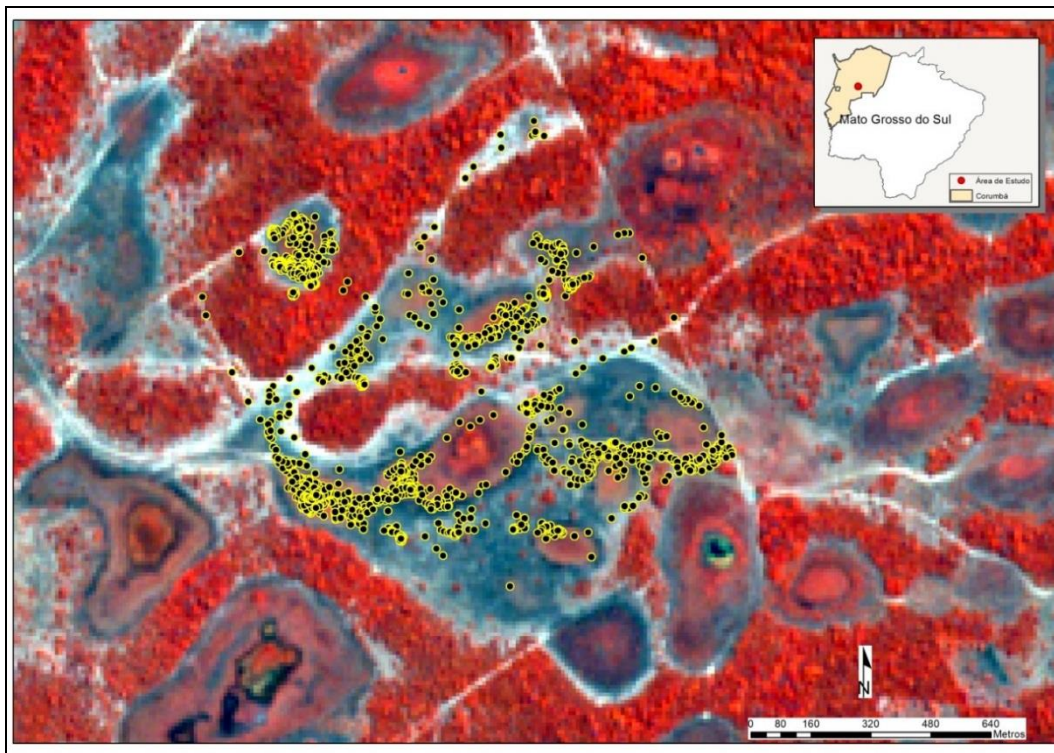


Figura 16. Posições do indivíduo Pantaneiro VII sobre imagem orbital Sentinel-2 na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

Fonte: Adaptado de Sentinel-2 (2017).

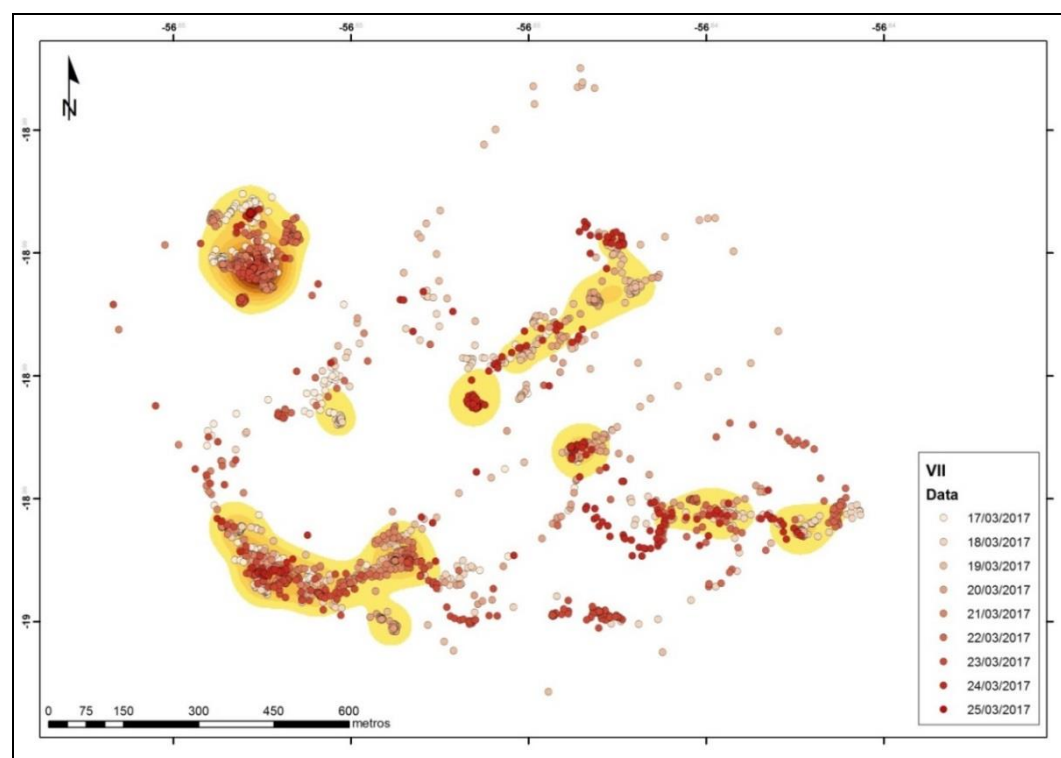


Figura 17. Mapa *Kernel* refletindo a concentração de posicionamento do indivíduo Pantaneiro VII e sua movimentação ao longo do período de monitoramento na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

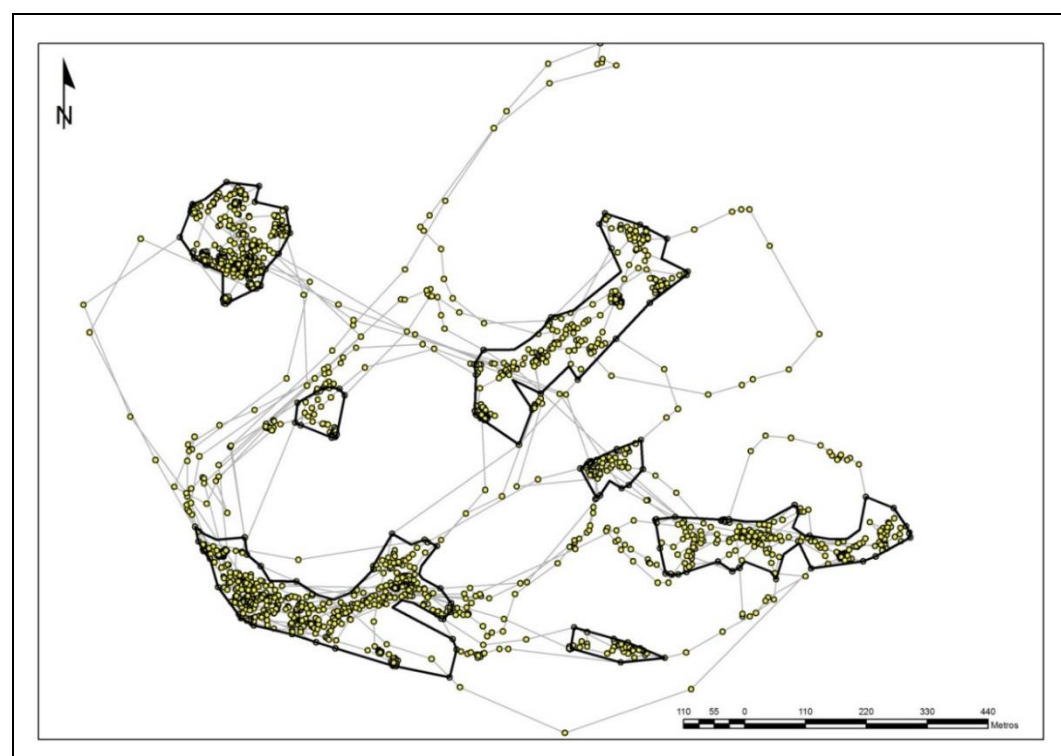


Figura 18. Segmentos de movimentação e polígonos (*home-ranges* - percentil de 0,9) do indivíduo Pantaneiro VII na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

O período de rastreamento do animal Pantaneiro VIII ocorreu entre 17/03/2017 e 19/03/2017, totalizando 63 horas. A soma dos seguimentos resultou em 15.617 unidades; sendo a média 21 e variância 36,5. Pela quantidade de tempo menor não ficou evidenciada a preferência da localização do animal como nas imagens anteriores (Figuras 19, 20 e 21).

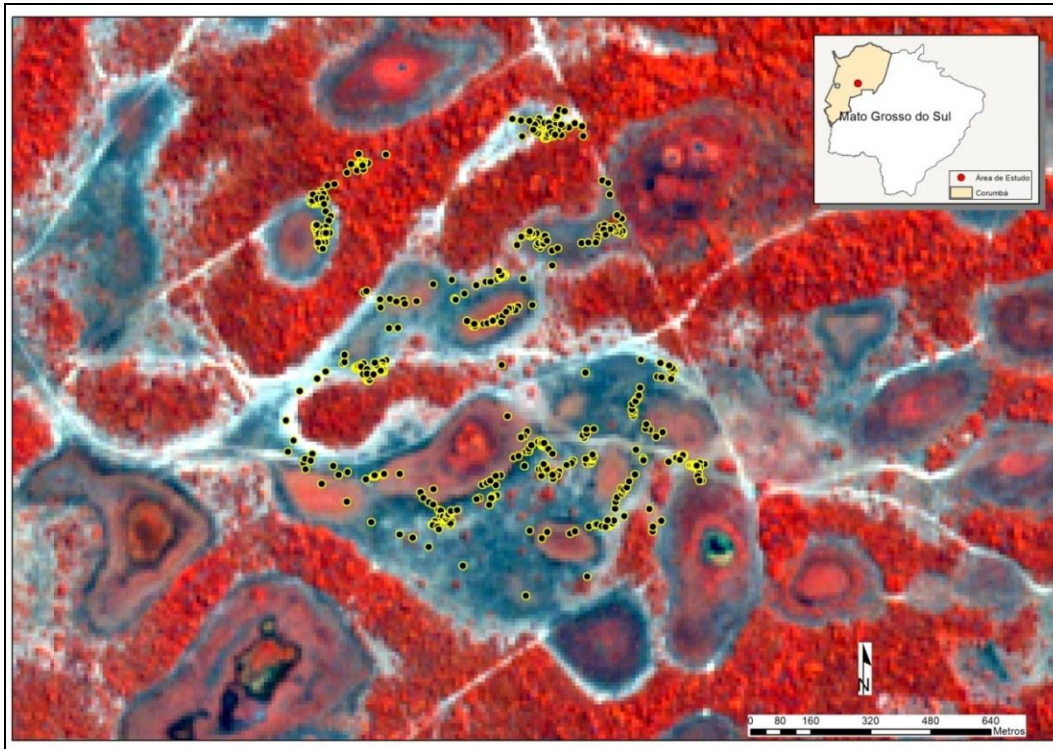


Figura 19. Posições do indivíduo Pantaneiro VIII sobre imagem orbital Sentinel-2 na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

Fonte: Adaptado de Sentinel-2 (2017).

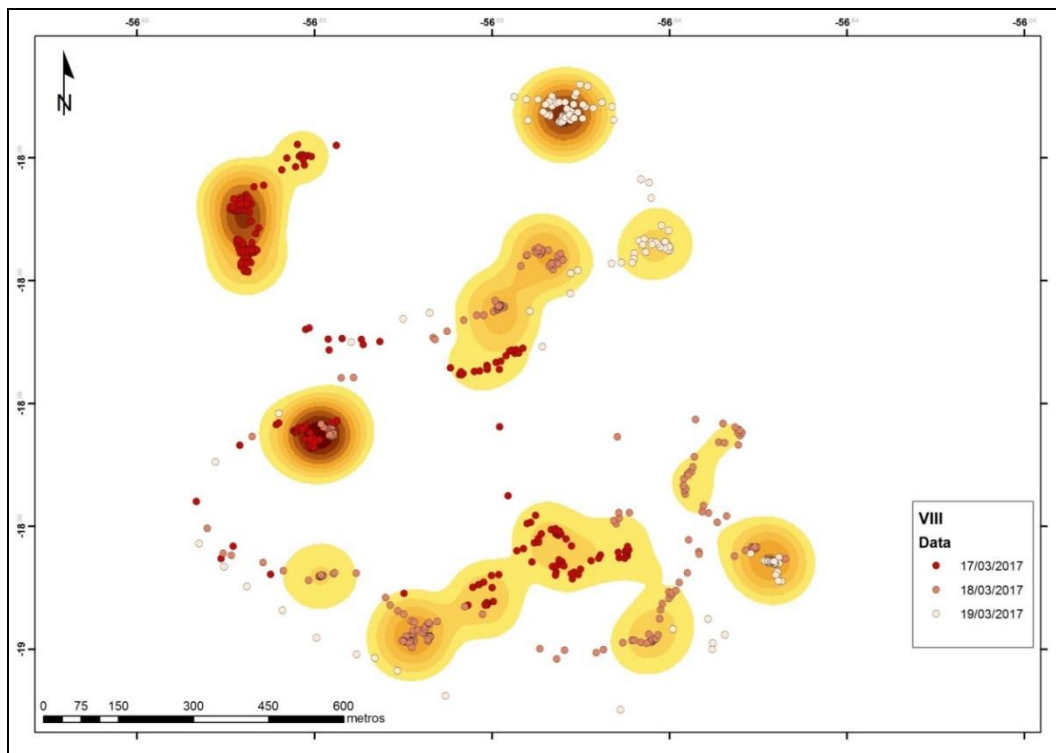


Figura 20. Mapa *Kernel* refletindo a concentração de posicionamento do indivíduo Pantaneiro VIII e sua movimentação ao longo do período de monitoramento na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

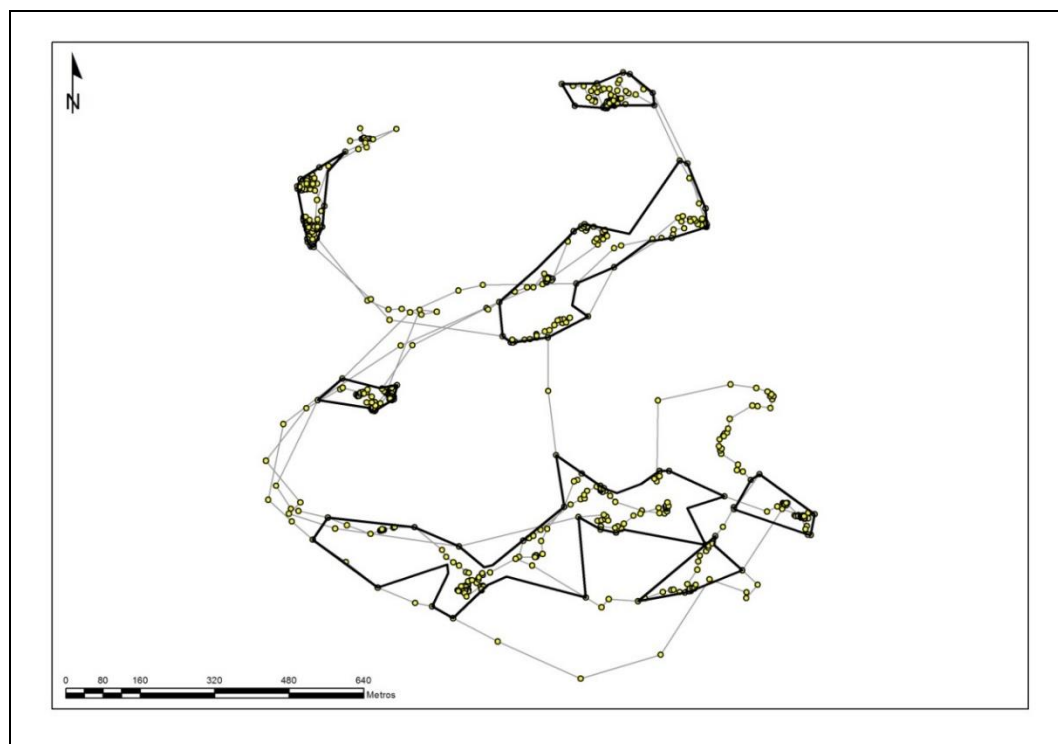


Figura 21. Segmentos de movimentação e polígonos (*home-ranges* - percentil de 0,9) do indivíduo Pantaneiro VIII na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

O último animal Pantaneiro monitorado (indivíduo X) apresentou a soma dos seguimentos em 18.113 unidades; sendo a média de 25 e a variância de 40,5. O tempo de monitoramento (entre 17/03/2017 e 19/03/2017, totalizando 61 horas) não permitiu um detalhamento suficiente do hábito deste animal (Figura 22, 23 e 24).

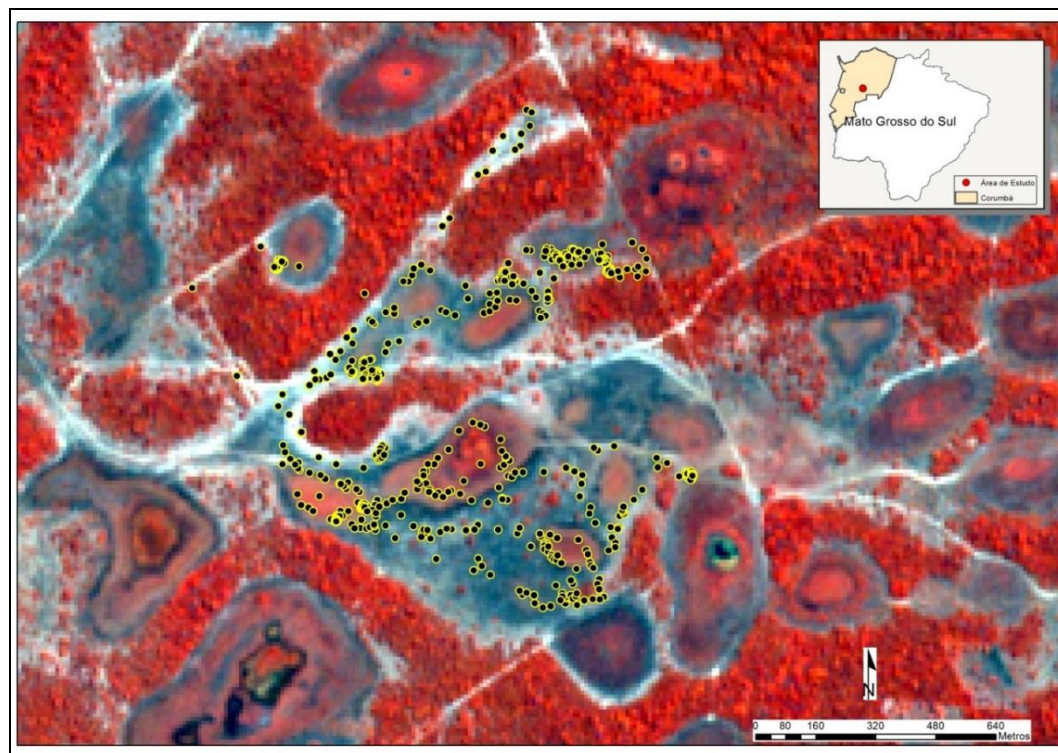


Figura 22. Posições do indivíduo Pantaneiro X sobre imagem orbital Sentinel-2 na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

Fonte: Adaptado de Sentinel-2 (2017).

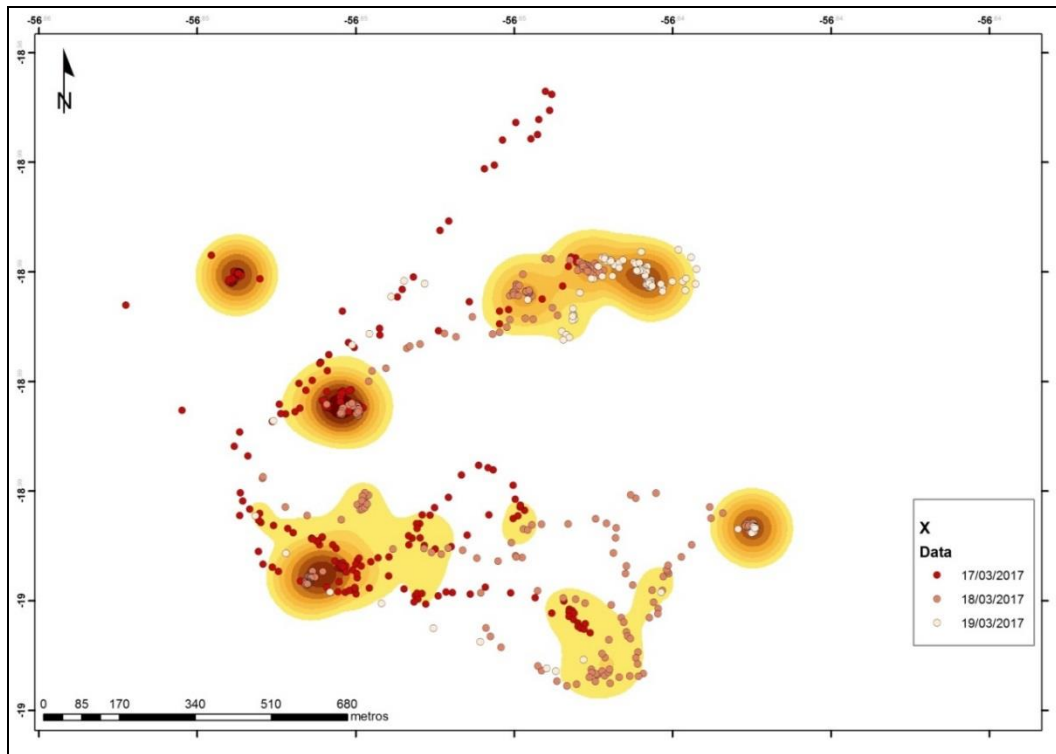


Figura 23. Mapa Kernel refletindo a concentração de posicionamento do indivíduo Pantaneiro X e sua movimentação ao longo do período de monitoramento na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

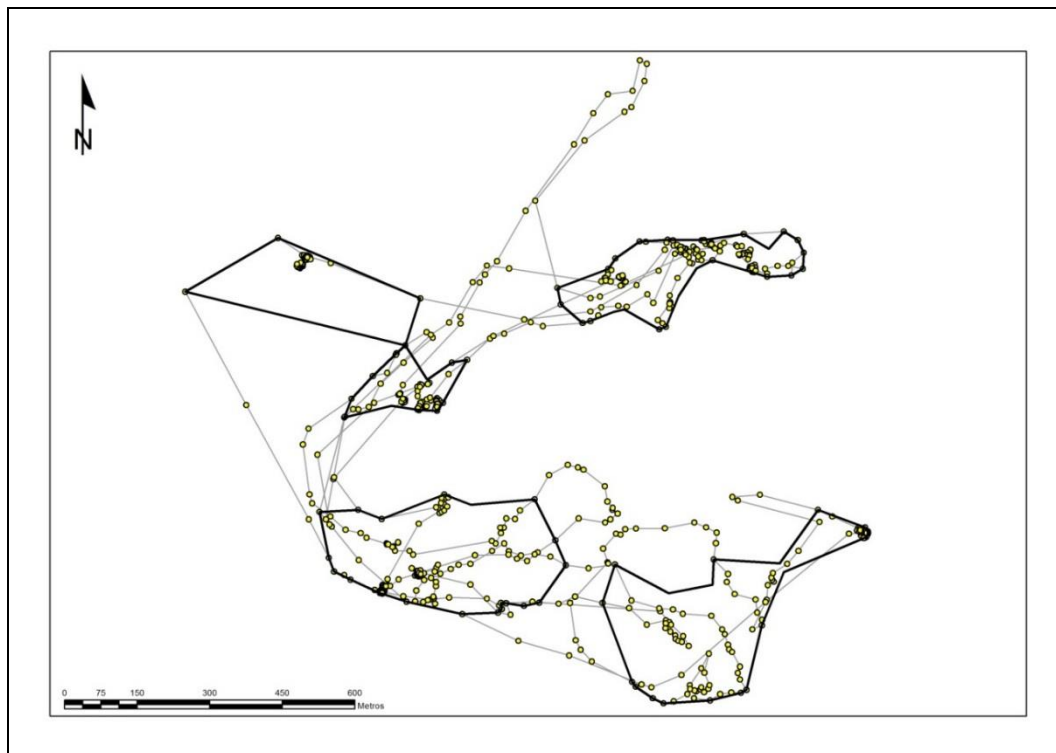


Figura 24. Segmentos de movimentação e polígonos (home-ranges - percentil de 0,9) do indivíduo Pantaneiro X na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

De acordo com informações dos peões e observações da equipe de pesquisadores no campo, de modo geral, os animais da raça Pantaneira não apresentam o hábito de pastejo gregário. Os resultados obtidos com os dados espaciais confirmaram essa impressão geral, uma vez que dos sete animais da raça Pantaneira avaliados apenas dois apresentaram pastejo em regiões similares.

Devido a uma maior área destinada à pastagem do gado Nelore e maior tempo de monitoramento, houve a geração de mais segmentos e, portanto, maior dinâmica de movimentação. Os indivíduos dessa raça apresentam comportamento gregário evidenciado pelo agrupamento de pontos, sobretudo a Nordeste e Noroeste das imagens. O período de rastreamento do indivíduo Nelore XII se deu entre 17/03/2017 e 27/03/2017, totalizando 264 horas. A soma dos seguimentos resultou em 92.678 unidades; com média de 29 e variância de 53 (Figuras 25, 26 e 27).

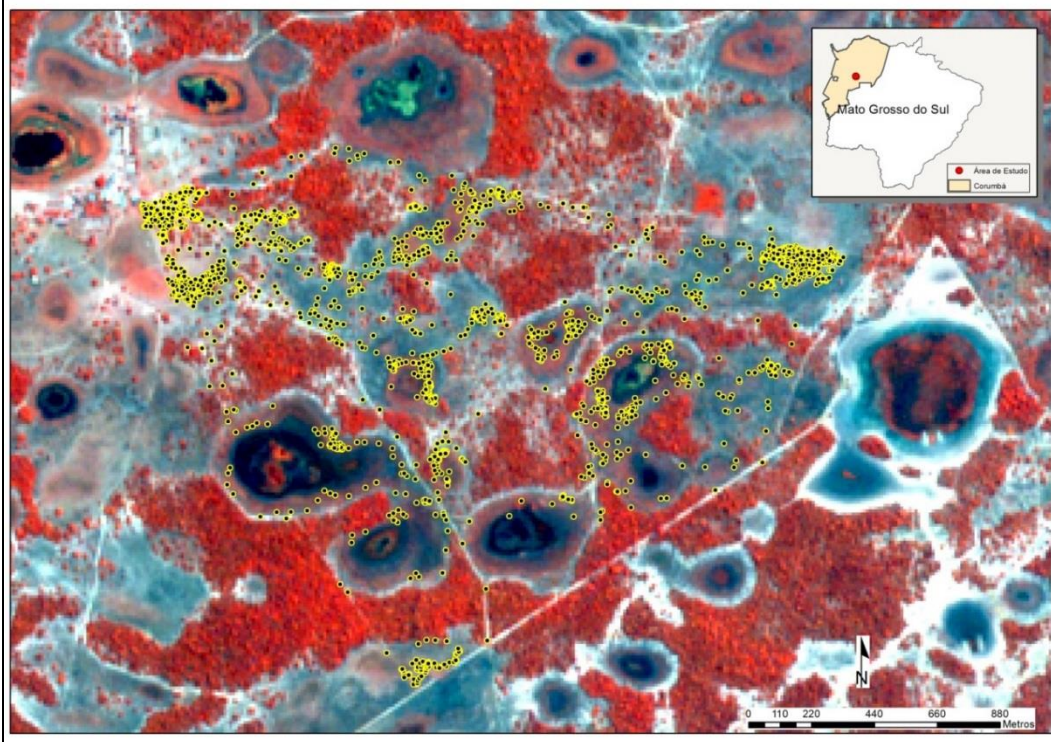


Figura 25. Posições do indivíduo Nelore XII sobre imagem orbital Sentinel-2 na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

Fonte: Adaptado de Sentinel-2 (2017).

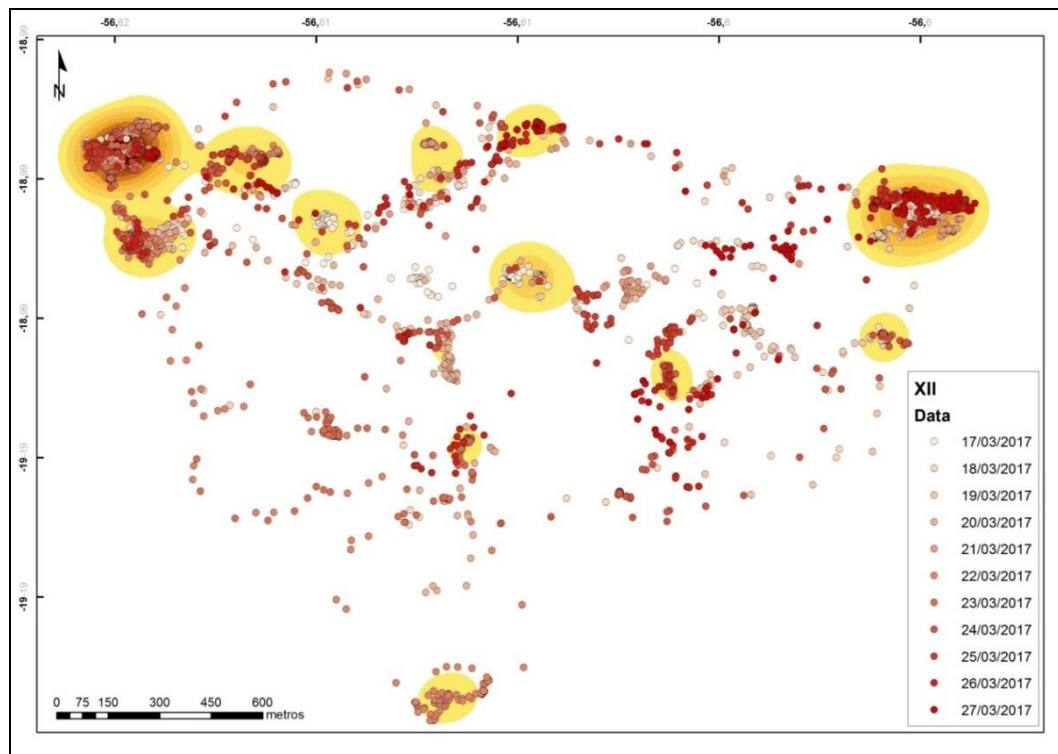


Figura 26. Mapa *Kernel* refletindo a concentração de posicionamento do indivíduo Nelore XII e sua movimentação ao longo do período de monitoramento na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

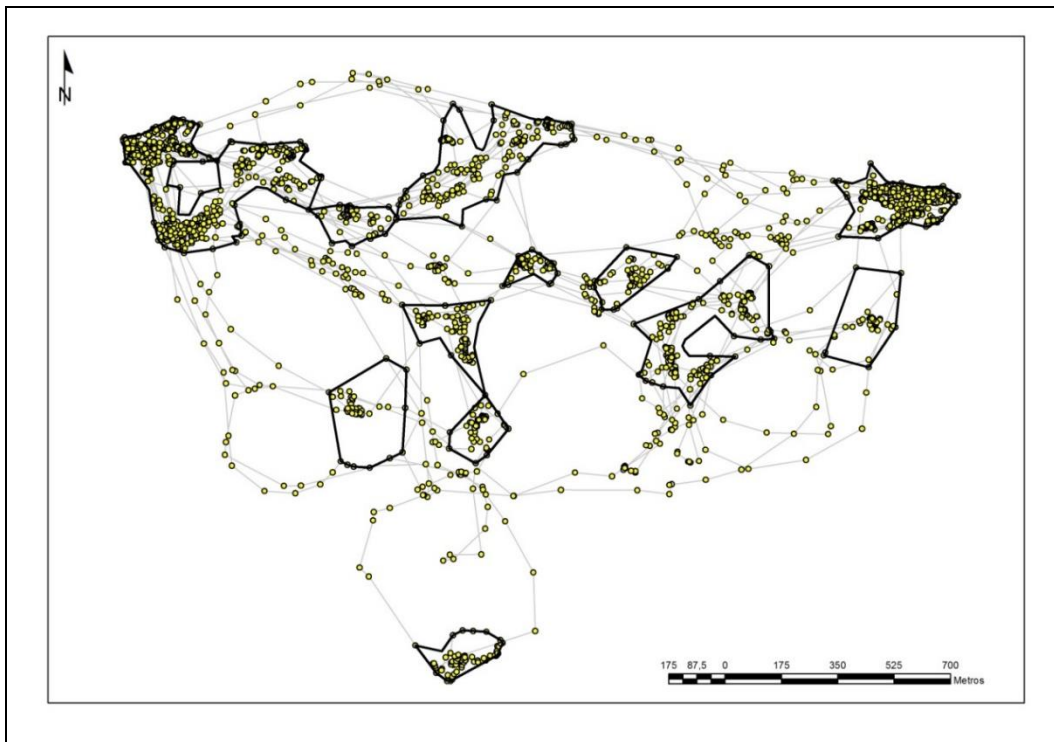


Figura 27. Segmentos de movimentação e polígonos (*home-ranges* - percentil de 0,9) do indivíduo XII – Nelore na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

No caso do animal Nelore XIII, houve o rastreamento que se deu entre 17/03/2017 e 27/03/2017, totalizando 240 horas. A soma dos seguimentos resultou em 92.568 unidades; sendo a média de 29,2 e variância igual a 50,4 (Figuras 28, 29 e 30).

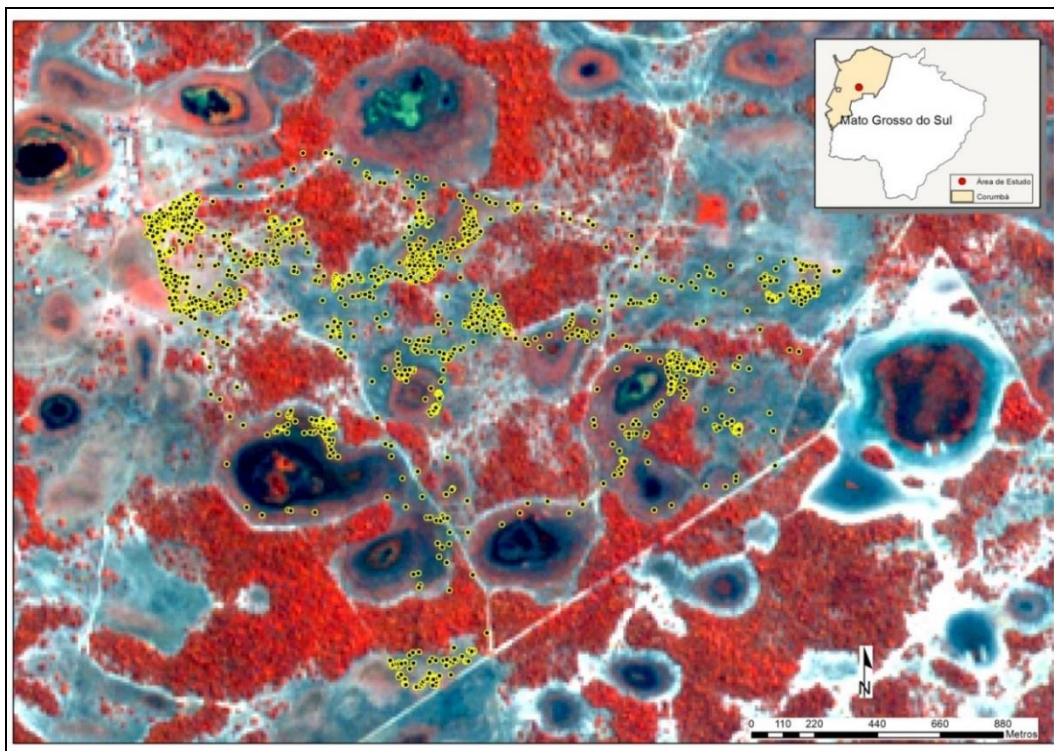


Figura 28. Posições do indivíduo Nelore XIII sobre imagem orbital Sentinel-2 na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

Fonte: Adaptado de Sentinel-2 (2017).

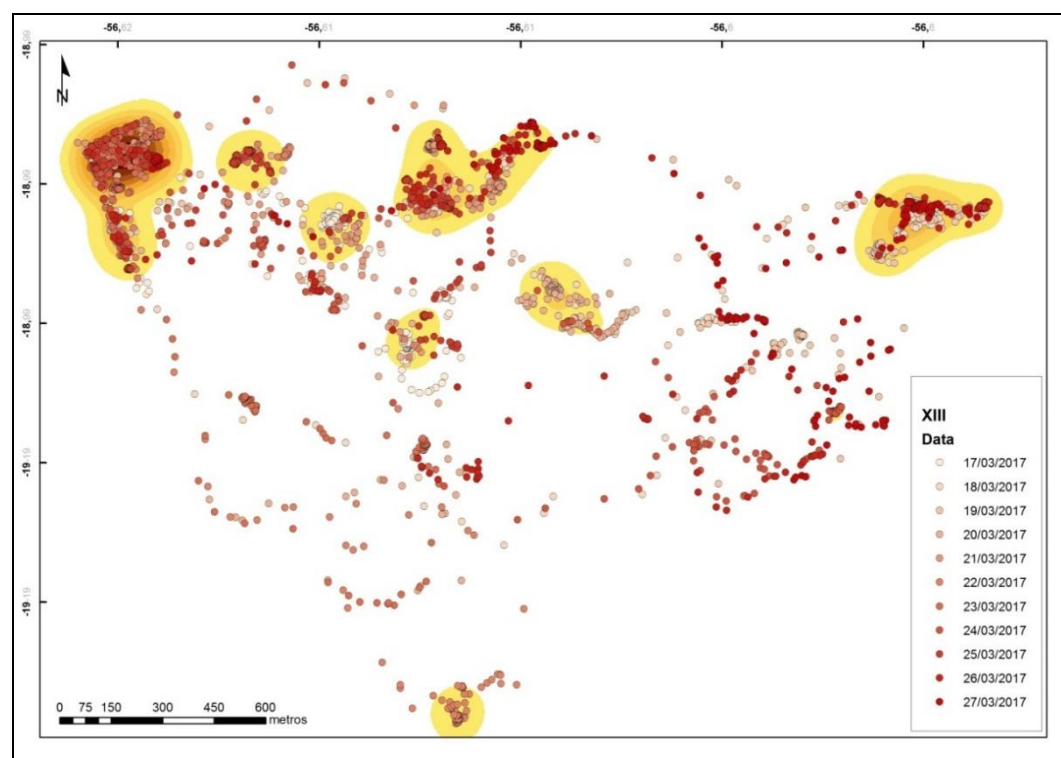


Figura 29. Mapa *Kernel* refletindo a concentração de posicionamento do indivíduo Nelore XIII e sua movimentação ao longo do período de monitoramento na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

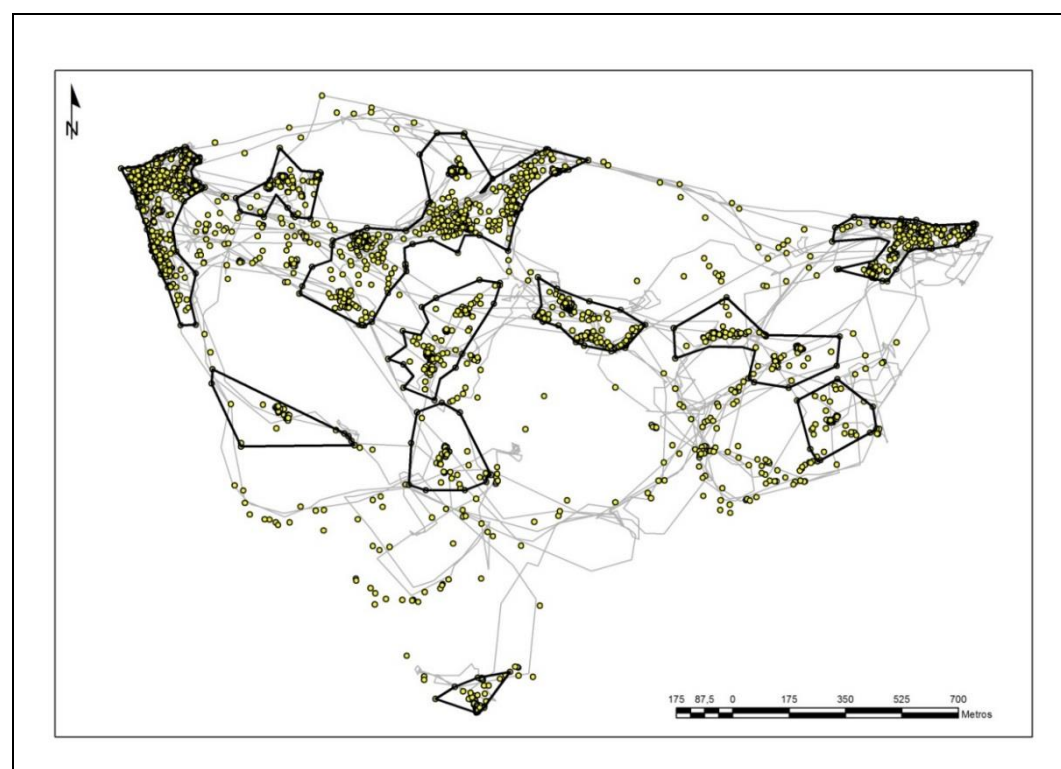


Figura 30. Segmentos de movimentação e polígonos (*home-ranges* - percentil de 0,9) do indivíduo Nelore XIII na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

O animal Nelore XIV foi rastreado entre 17/03/2017 e 26/03/2017, totalizando 216 horas. A soma dos seguimentos resultou em 71.013 unidades; sendo a média 26,7, com variância igual a 49 (Figuras 31, 32 e 33).

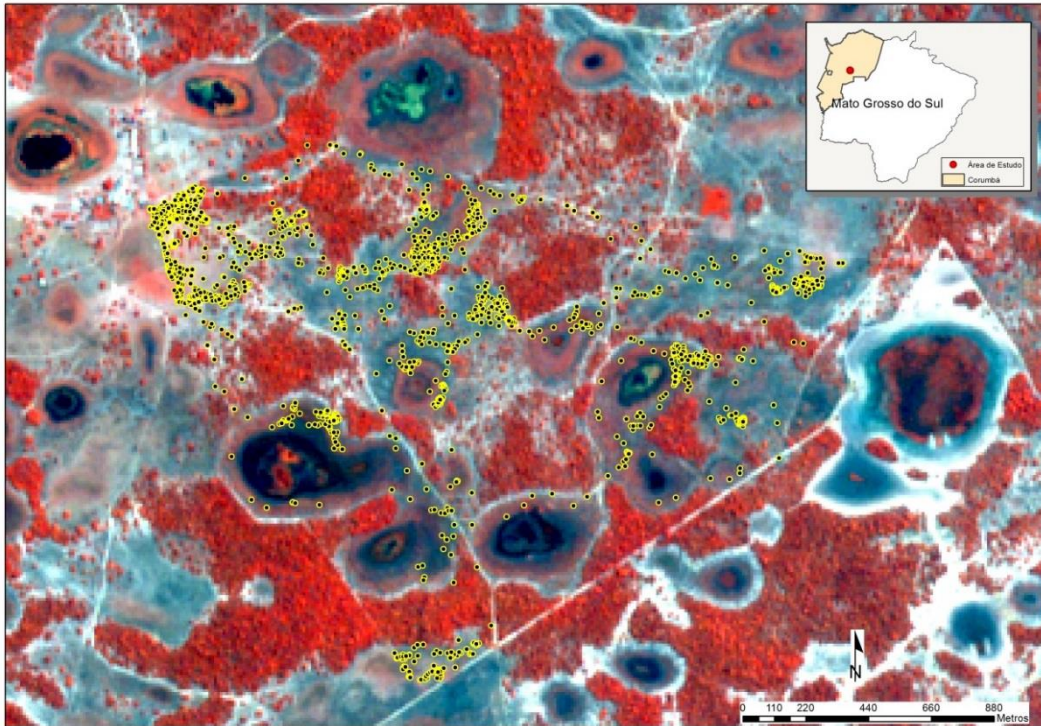


Figura 31. Posições do indivíduo Nelore XIV sobre imagem orbital Sentinel-2 na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

Fonte: Adaptado de Sentinel-2 (2017).

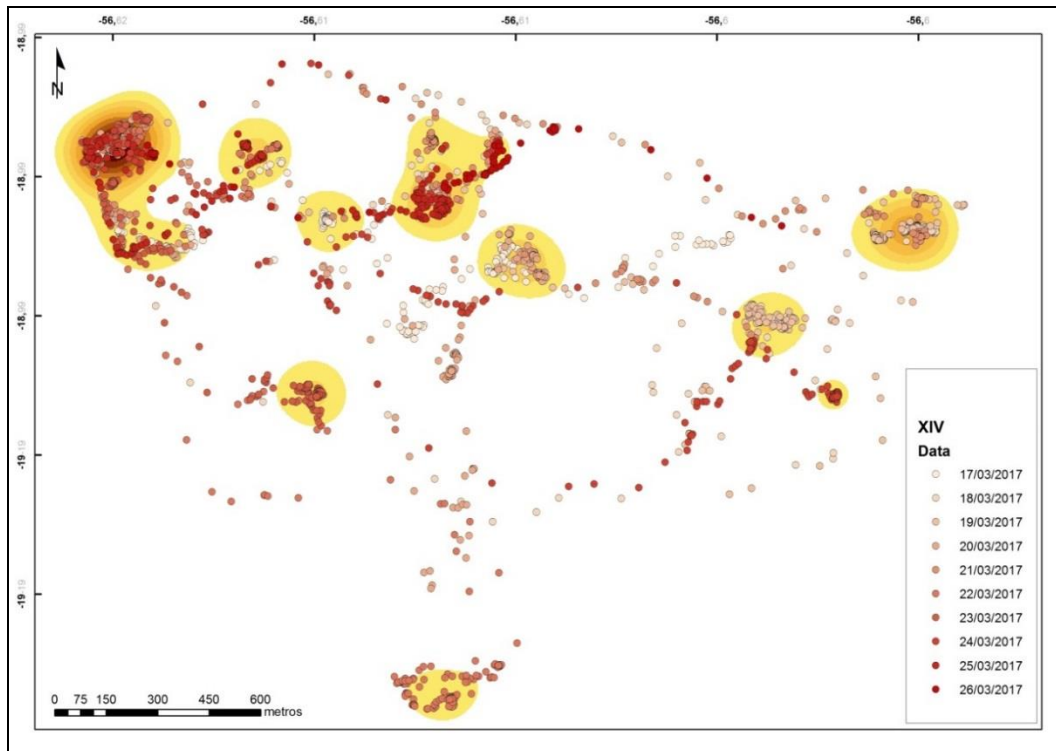


Figura 32. Mapa *Kernel* refletindo a concentração de posicionamento do indivíduo Nelore XIV e sua movimentação ao longo do período de monitoramento na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.



Figura 33. Segmentos de movimentação e polígonos (*home-ranges* - percentil de 0,9) do indivíduo Nelore XIV na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

Para o indivíduo Nelore XVII, o período de rastreamento se deu entre 17/03/2017 e 27/03/2017, totalizando 240 horas. A soma dos seguimentos resultou em 94.857 unidades; sendo a média de 29,8 e com variância igual a 50 (Figuras 34, 35 e 36).

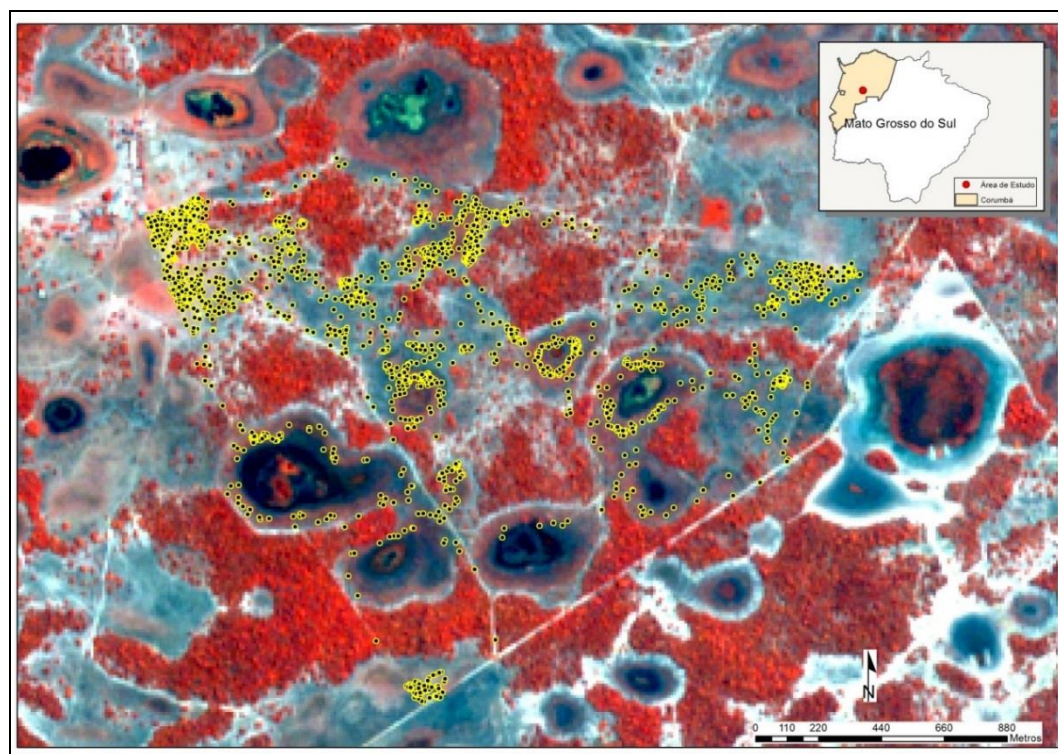


Figura 34. Posições do indivíduo Nelore XVII sobre imagem orbital Sentinel-2 na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

Fonte: Adaptado de Sentinel-2 (2017).

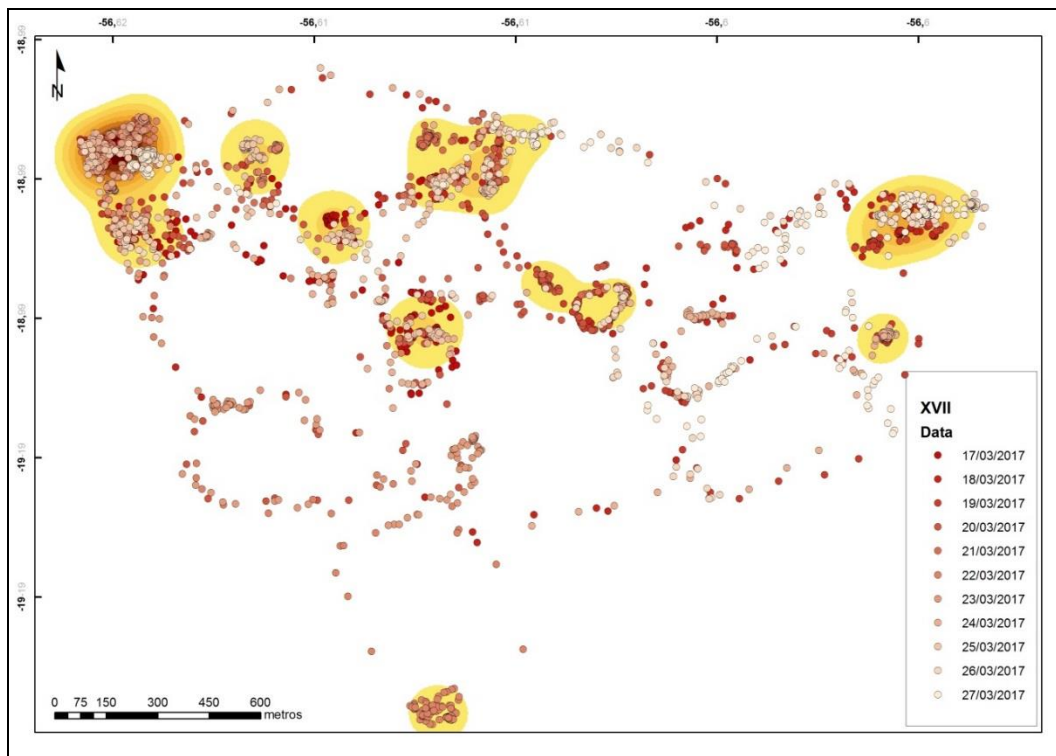


Figura 35. Mapa *Kernel* refletindo a concentração de posicionamento do indivíduo Nelore XVII e sua movimentação ao longo do período de monitoramento na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

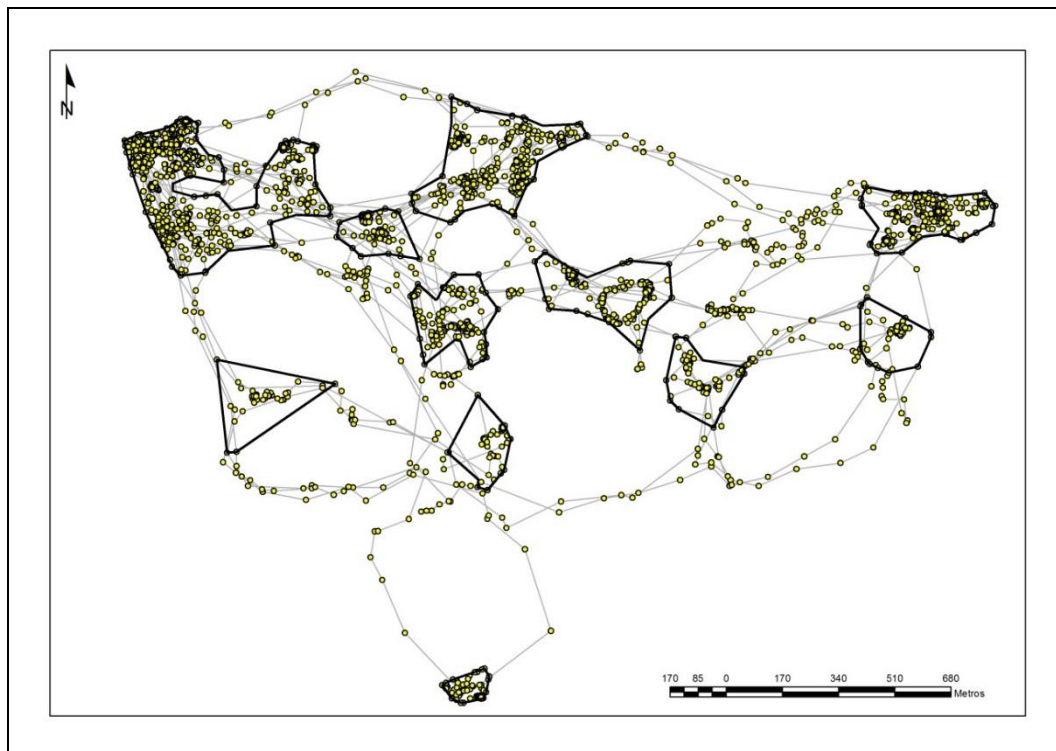


Figura 36. Segmentos de movimentação e polígonos (*home-ranges* - percentil de 0,9) do indivíduo Nelore XVII na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

O animal Nelore XVIII foi rastreado entre 17/03/2017 e 27/03/2017, totalizando 240 horas. A soma dos seguimentos resultou em 110.082 unidades; sendo a média 34,7, com variância igual a 57. Os hábitos foram similares aos demais (Figuras 37, 38 e 39).

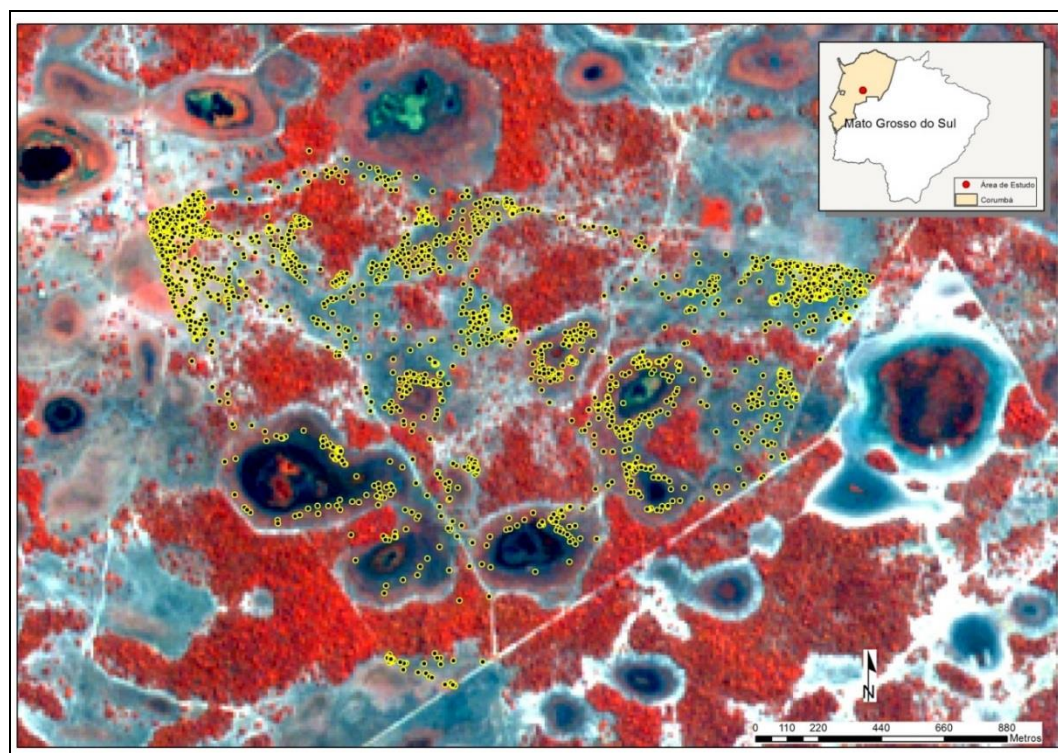


Figura 37. Posições do indivíduo Nelore XVIII sobre imagem orbital Sentinel-2 na fazenda Nhimirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

Fonte: Adaptado de Sentinel-2 (2017).

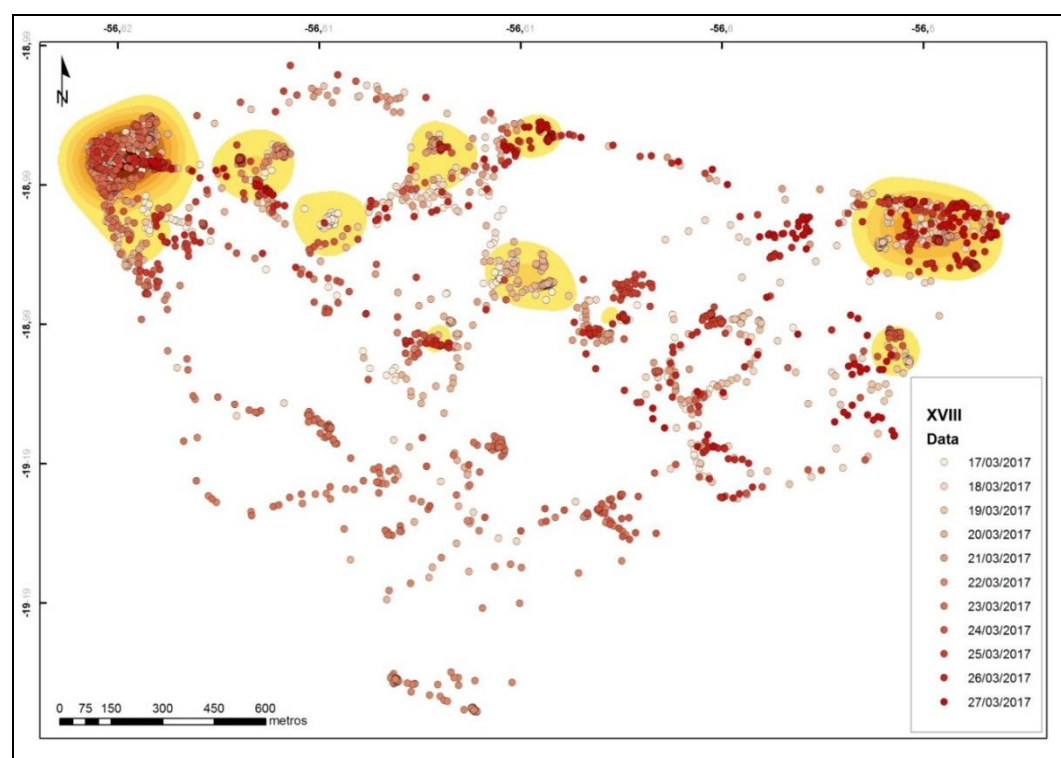


Figura 38. Mapa *Kernel* refletindo a concentração de posicionamento do indivíduo Nelore XVIII e sua movimentação ao longo do período de monitoramento na fazenda Nhimirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

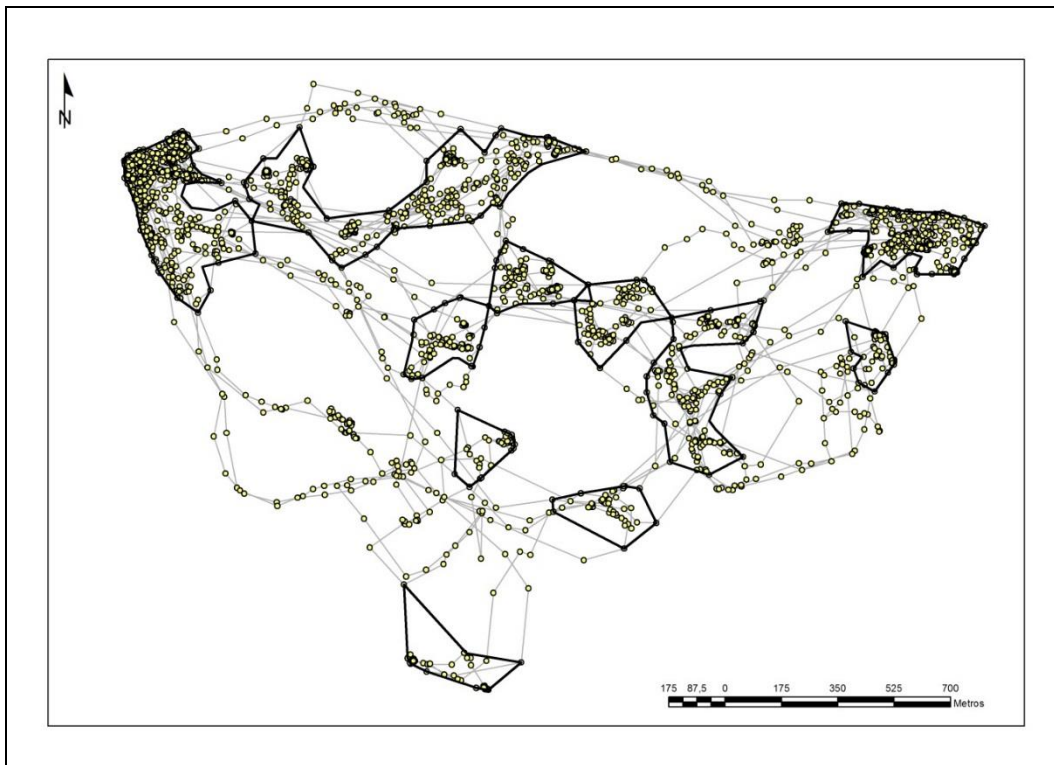


Figura 39. Segmentos de movimentação e polígonos (*home-ranges* - percentil de 0,9) do indivíduo Nelore XVIII na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

Assim como os anteriores da raça Nelore, o indivíduo XIX foi rastreado entre 17/03/2017 e 27/03/2017, totalizando 240 horas. A soma dos seguimentos resultou em 92.568 unidades; sendo a média 29.2, com variância igual a 50.4 (Figuras 40, 41 e 42).

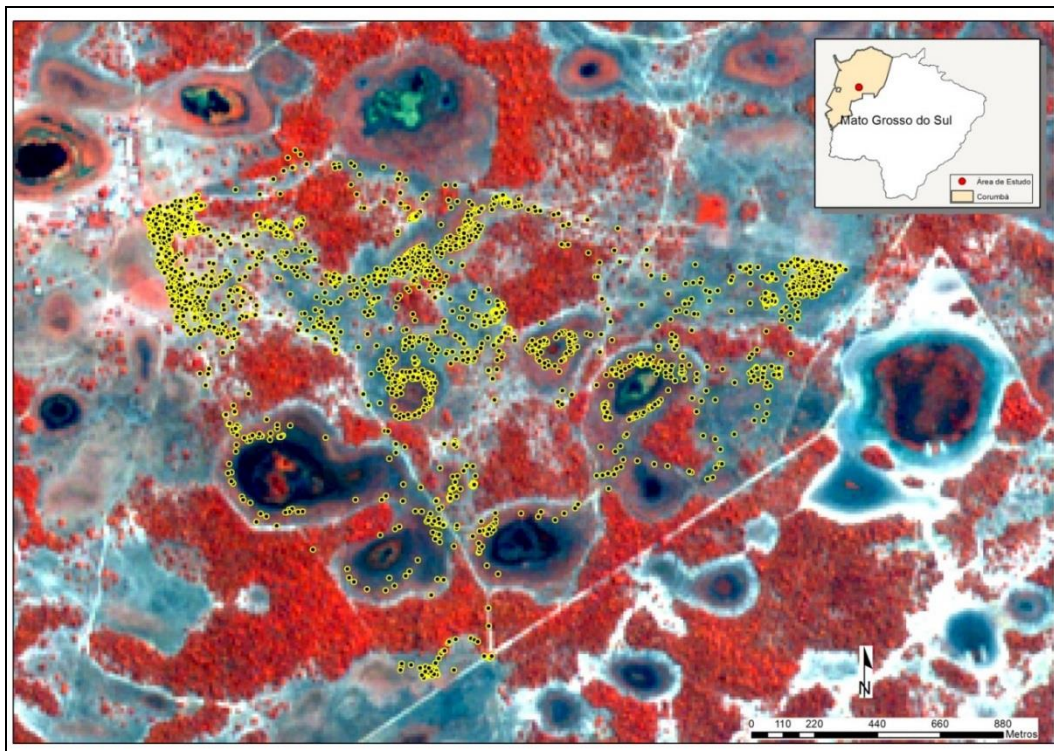


Figura 40. Posições do indivíduo Nelore XIX sobre imagem orbital Sentinel-2 na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

Fonte: Adaptado de Sentinel-2 (2017).

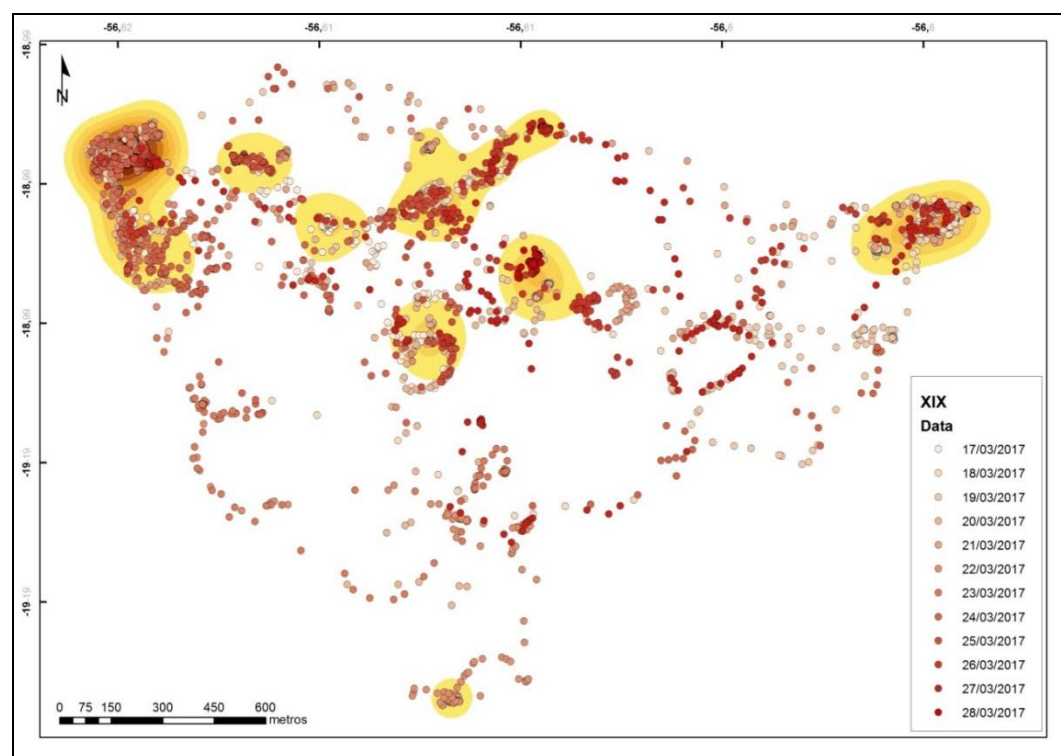


Figura 41. Mapa Kernel refletindo a concentração de posicionamento do indivíduo Nelore XIX e sua movimentação ao longo do período de monitoramento na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

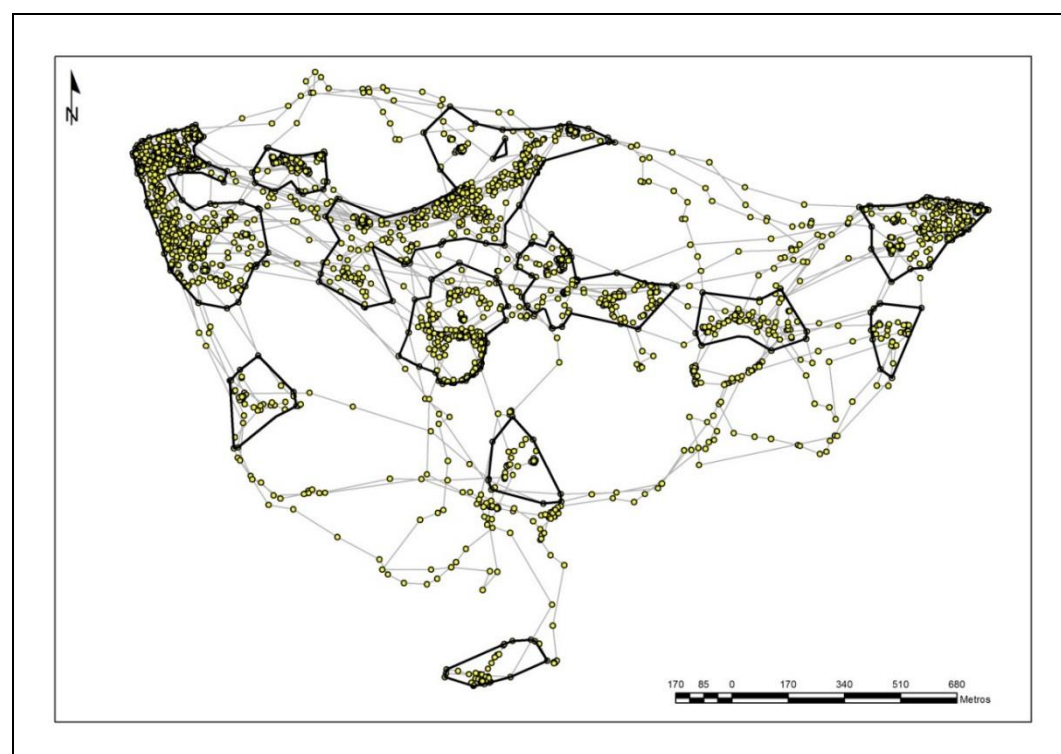


Figura 42. Segmentos de movimentação e polígonos (*home-ranges* - percentil de 0,9) do indivíduo Nelore XIX na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS.

Considerações Finais

O monitoramento correspondeu ao final da estiagem no Pantanal – segunda quinzena do mês de janeiro de 2017 – época em que as formações características de lagoas de pequeno porte e vazantes secas ainda mantinham certa umidade e a presença de pastagem verde. Os resultados preliminares indicaram que, de modo geral, os animais utilizaram com maior frequência as áreas junto às baías e áreas que mantiveram umidade. Apesar das áreas florestadas serem amplamente disponíveis, esta categoria da paisagem tendeu a ser pouco utilizada pelos animais.

Foi possível constatar, por meio das imagens orbitais, comportamentos distintos entre indivíduos de uma mesma raça. Já o contraste do comportamento espacial entre as raças permitiu confirmar visualmente que animais da raça Pantaneira (origem europeia) apresentam hábito de pastar mais dispersos na invernada, enquanto que os animais da raça Nelore (Zebu) apresentaram hábito mais gregário. Tais observações coincidem com as impressões dos trabalhadores de campo. Os resultados obtidos neste trabalho mostram a viabilidade de se abordar tais questões na forma de hipótese científica a ser testada a partir de dados obtidos com colares receptores de GPS.

A maior dinâmica de movimentação observada para o gado Nelore se deve ao fato de que esses animais foram monitorados por um período mais longo o que consequentemente levou à geração de mais segmentos para indivíduos deste grupo.

A avaliação preliminar dos dados obtidos indica que vários aspectos do comportamento espacial dos bovinos podem ser avaliados com uso de colares com GPS no Pantanal. Além dos padrões de deslocamento dos indivíduos nas pastagens naturais, a avaliação poderá ainda ser incrementada por meio da análise conjunta de outros atributos do ambiente utilizado pelos animais como a temperatura, o que pode auxiliar na avaliação do bem-estar animal e o efeito de referências da própria paisagem sobre o deslocamento dos animais, como a localização de bebedouros e de cochos de sal dentro das invernadas.

Agradecimentos

Ao Ministério da Ciência e Tecnologia e Inovação, através do CNPq - Rede Pro-Centro-Oeste de pesquisa, pelo apoio financeiro para a execução do projeto e pela bolsa de auxílio financeiro ao autor S. R. Centurion e ao Sr. Marcos Tortato pelo auxílio nos ajustes do equipamento.

Referências

- COLLINS, G. H.; PETERSEN, S. L.; CARR, C. A.; PIELSTICK, L. Testing VHF/GPS Collar Design and Safety in the Study of Free-Roaming Horses. **PloS one**. v. 9, n. 9, 2014. Disponível em: <<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0103189>>. Acesso em: 11 nov. 2017.
- FOGARTY, E. S.; MANNING, J. K.; TROTTER, M. G.; SCHNEIDER, D.A.; THOMSON, P. C.; BUSH, R. D.; CRONIN, G. M. GNSS technology and its application for improved reproductive management in extensive sheep systems. **Animal Production Science**. v. 55, n. 10, p. 1272-1280, 2015. Disponível em: <<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0103189>>. Acesso em: 11 nov. 2017.
- GETZ, W. M., FORTMANN-ROE S., CROSS P. C., LYONS A.J., RYAN S. J., WILMERS C. C. LoCoH: nonparametric kernel methods for constructing home ranges and utilization distributions. **PloS one**, v. 2, n. 2, 2007. Disponível em: <<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0000207>>. Acesso em: 11 nov. 2017.
- GODSK, T.; KJAERGAARD, M. B. High classification rates for continuous cow activity recognition using low-cost GPS positioning sensors and standard machine learning Techniques. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCES IN DATA MINING: APPLICATIONS AND THEORETICAL ASPECTS. 11., New York. **Proceedings...** Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2011. p. 174 -188. Disponível em: <<https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2033796.2033814>>. Acesso em: 11 nov. 2017.
- GONZÁLEZ, L. A.; BISHOP-HURLEY, G. J.; HANDCOCK, R. N.; CROSSMAN, C. Behavioral classification of data from collars containing motion sensors in grazing cattle. **Computers and Electronics in Agriculture**. v.110, p. 91-102, 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169914002798>>. Acesso em: 11 nov. 2017.

HANDCOCK, R. N.; SWAIN, D. L.; BISHOP-HURLEY, G. J.; PATISON, K. P.; WARK, T.; VALENCIA, P.; CORKE, P.; O'NEILL, C. J. Monitoring animal behaviour and environmental interactions using wireless sensor networks, GPS collars and satellite remote sensing. **Sensors**, v. 9, n. 5, p. 3586-3603, 2009.

MOREAU, M.; STEFAN, S.; BUERKERT, A.; SCHLECHT, E. Use of a tri-axial accelerometer for automated recording and classification of goats' grazing behaviour. **Applied Animal Behaviour Science**, v.119, n. 3-4, July 2009, p.158-170.

OLIVEIRA-SANTOS, L. G.; FORESTER, J. D.; PIOVEZAN, U.; TOMAS, W. M.; FERNANDEZ, F. A. S. Incorporating animal spatial memory in step selection functions. **Journal of Animal Ecology**, v. 85, n. 2, p. 5165-24, mar 2016.

RUIZ-MIRAZO, J.; BISHOP-HURLEY, G. J.; SWAIN, D. L. Automated animal control: can discontinuous monitoring and aversive stimulation modify cattle grazing behavior? **Rangeland Ecology & Management**, v. 64, n. 3, p. 240-248, 2011.

SENTINEL-2. Corumbá, MS: Laboratório de Geoprocessamento da Embrapa Pantanal, 2017. 1 imagem de satélite MSI adaptada, 24 set. 2017, 14h01min06s.

SMITH, D.; RAHMAN, A. ; BISHOP-HURLEY, G. J. ; HILLS, J.; SHAHRIAR, S.; HENRY, D. ; RAWNSLEY, R. Behavior classification of cows fitted with motion collars: Decomposing multi-class classification into a set of binary problems. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 131, p. 40-50, dec. 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169916303180>>. Acesso em: 11 nov. 2017.

WALL, J. **Movement Ecology Tools for ArcGIS - ArcMET**. Versão 10.2.2, v. 3, 2014. Software. Disponível em: <www.movementecology.net> Acesso em: 29 jul. 2017.



Pantanal



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

