

Análise da variação populacional no bioma Pantanal entre 2010 e 2022 e o aprimoramento da Base Territorial do IBGE para o último censo

Analysis of population variation in the Pantanal biome between 2010 and 2022 and the improvement of the IBGE Territorial Base for the last census

Nelson Wellausen Dias*, Lucas Halberstadt da Rosa**, Fabiano Saraiva***, Carlos Eduardo Cagna****, Ivan Donisete Lonel*****, Fabio Luiz de Oliveira Santos*****, Diogo José Nunes da Silva*****, Roberto Ferreira Tavares*****

* Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Diretoria de Geociências, Coordenação de Estruturas Territoriais (DGC/CETE), nelson.dias@ibge.gov.br

** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Diretoria de Geociências, Coordenação de Estruturas Territoriais (DGC/CETE), lucas.rosa@ibge.gov.br

*** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Diretoria de Geociências, Coordenação de Estruturas Territoriais (DGC/CETE), fabiano.saraiva@ibge.gov.br

**** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Diretoria de Geociências, Coordenação de Estruturas Territoriais (DGC/CETE), carlos.cagna@ibge.gov.br

***** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Diretoria de Geociências, Coordenação de Estruturas Territoriais (DGC/CETE), ivan.lonel@ibge.gov.br

***** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Diretoria de Geociências, Coordenação de Estruturas Territoriais (DGC/CETE), fabio.o.santos@ibge.gov.br

***** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Diretoria de Geociências, Coordenação de Estruturas Territoriais (DGC/CETE), diogo.silva@ibge.gov.br

***** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Diretoria de Geociências, Coordenação de Estruturas Territoriais (DGC/CETE), roberto.f.tavares@ibge.gov.br

<https://doi.org/10.5380/raega.v63i2.99621>

Resumo

Evidências científicas vêm demonstrando com clareza o intenso processo de degradação que o bioma Pantanal tem sofrido nos últimos anos. O objetivo desse artigo foi apresentar uma análise da dinâmica da população residente no território do bioma Pantanal a partir da comparação dos dados do Censo Demográfico 2010 e dos resultados já divulgados do Censo Demográfico 2022 considerando, também, as melhorias na representação geoespacial dos setores censitários no último censo. Os métodos descrevem o desenvolvimento e a aplicação do SIGBT na melhoria da malha de setores, a análise da variação no número de moradores nos setores rurais por meio de mapas de calor e a comparação direta do número de moradores, de homens e de mulheres nos dois censos. Os resultados mostram uma diversidade expressiva entre aumento e redução de moradores e de homens e mulheres no nível do setor censitário. A diminuição da população na área rural do Pantanal foi significativa na sua porção centro-norte, principalmente nos municípios de Corumbá,

Barão de Melgaço e Aquidauana. A ocorrência de um fluxo populacional negativo nos setores censitários rurais localizados no bioma entre 2010 e 2022 e a incidência de seca prolongada associada a queimadas sem precedentes nos anos 2019 e 2020, podem indicar um possível impacto negativo desses eventos extremos na permanência dos moradores na área rural do Pantanal.

Palavras-chave:

Dinâmica populacional, Mapa de calor, Queimadas.

Abstract

Recent scientific evidence has elucidated the substantial degradation that the Pantanal biome has experienced in recent years. This study aims to provide an analytical examination of the population dynamics within the Pantanal biome by comparing data from the 2010 and 2022 Demographic Censuses, while also incorporating advancements in the geospatial representation of census tracts in the latter census. The methodology employed includes the development and application of SIGBT to improve the tract grid, the analysis of variations in the resident population of rural tracts using heat maps, and a direct comparative analysis of the total number of residents, as well as gender-specific populations, in both censuses. The findings indicate significant disparities in population increases and decreases, as well as variations between male and female residents at the census tract level. Notably, a pronounced decline in the rural population of the Pantanal was documented, particularly within the central-northern region, encompassing the municipalities of Corumbá, Barão de Melgaço, and Aquidauana. The observed negative population flow in rural census tracts between 2010 and 2022, coupled with the occurrence of prolonged droughts and unprecedented wildfires in 2019 and 2020, suggests a potentially detrimental effect of these extreme climatic events on the residential stability of the rural communities in the Pantanal biome.

Keywords:

Heat map, Population dynamics, Wildfires.

I. INTRODUÇÃO

O bioma Pantanal vem sofrendo um intenso processo de degradação nos últimos anos (Silva et al., 2011; Lima et al., 2015; Alho et al., 2017; Alho et al., 2019). O ambiente ainda bem preservado descrito por Junk e Cunha (2005) já apresenta claras cicatrizes do processo de desenvolvimento econômico antevisto por esses autores há quase 20 anos. A alteração do regime hidrológico e do pulso monomodal de enchentes dentro do bioma, causado por estruturas físicas, como hidroelétricas, e pela expansão da agropecuária no entorno do bioma, ou seja, nas cabeceiras dos principais tributários responsáveis por manter o Pantanal úmido na maior parte do ano, vem diminuindo a sua resiliência aos impactos das oscilações climáticas observadas nos últimos anos.

A fragilidade dos ecossistemas de áreas alagadas intermitentes pode ser medida pelas espécies de plantas e animais que habitam essas áreas. Junk et al. (2006) constataram a baixa presença de espécies

endêmicas no bioma Pantanal e a alta presença de um grande número de espécies adaptadas a uma vasta amplitude ecológica. Esses autores afirmaram que “a composição e a diversidade de espécies do Pantanal são resultado da sua história paleoclimática e das condições climáticas e hidrológicas recentes” e que a base ecológica dessa biodiversidade se deve à presença de habitats permanentemente alagados, outros permanentemente secos e outros periodicamente inundados.

A ocorrência de um regime de chuvas menos intensas e a predominância de um período mais prolongado de ar seco nos anos de 2019 e 2020 sobre o Pantanal, levando a uma queda expressiva do nível dos rios da região e ao aumento da incidência de queimadas, foi descrito por Marengo et al. (2021). O impacto da degradação nesse ecossistema causado pela incidência sem precedentes de queimadas nesse período, que consumiu 31% do Pantanal em um só ano, pode ser estimado pelo impacto negativo que causou sobre a população de onças nesse bioma, como consequências da fome, desidratação, deslocamento, defesa de território e baixa fertilidade (Barros et al., 2022).

Se por um lado existe um conhecimento relativamente amplo sobre os vários aspectos que compõem a complexidade do bioma Pantanal, por outro existe uma carência significativa de conhecimento científico sobre vários aspectos, conforme descrito por Shulz et al. (2019). Segundo esses autores, alguns desses aspectos são estudos quantitativos de caráter social, econômico e cultural, parte dos quais é coberta apenas pelos Censos Demográficos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Estes, porém são coletados apenas a cada 10 anos.

A adoção de soluções baseadas em software livre na esfera pública brasileira é recente. Até os anos 1990 os governos licitavam e contratavam licenças de software proprietário para a maioria das necessidades informacionais, o que limitava muito a capacidade de auditar a qualidade dos sistemas contratados por falta de transparência, aumentava o gasto público com esses serviços e restringia a disseminação das ferramentas computacionais nas instituições (Silveira, 2004).

Somente após a criação de um amparo legal que abrisse caminho para a adoção de novas tecnologias baseadas em software livre, é que as estratégias começaram a mudar nas instituições públicas. Destacam-se nesse amparo legal portarias¹ e lei² federais que viabilizaram o desenvolvimento de sistemas no âmbito do

¹ Portaria STI/MP nº 46, de 28/09/2016 (alterada pela Portaria SGD/ME nº 3, de 27/06/2019), que dispõe sobre a disponibilização de Software Público Brasileiro.

² Art. 16 da Lei nº 14.063, de 23/09/2021 que estabelece que os sistemas de informação e de comunicação desenvolvidos exclusivamente pela administração pública são regidos por licença de código aberto, permitida a sua utilização, cópia, alteração e distribuição sem restrições por todos os órgãos e entidades públicos

serviço público. As principais vantagens do software livre, segundo Hexsel (2002), são: custo social baixo; liberdade em relação a tecnologias proprietárias; independência de fornecedor único; desembolso inicial próximo de zero; não obsolescência do hardware; robustez e segurança; possibilidade de adequar aplicativos e redistribuir versão alterada; suporte abundante e gratuito; e sistemas e aplicativos geralmente muito configuráveis.

Após vários anos dependendo da contratação de software proprietário para a atualização e manutenção de sua Base Territorial, uma equipe de servidores efetivos do IBGE, lotados nas Diretorias de Informática e de Geociências, decidiu desenvolver uma solução de geoprocessamento baseada em software livre a partir de 2014. Essa solução foi disseminada por toda a rede de 27 Superintendências Estaduais e parte das 564 Agências de Coleta, o que permitiu transferir para os integrantes estaduais dessa rede a tomada de decisão sobre a forma mais correta e pertinente de atualizar a informação geoespacial, invertendo a lógica centralizadora que prevaleceu ao longo de quase 70 anos. Com a descentralização das atividades de mapeamento, as equipes das agências puderam ser capacitadas para atuar na edição das camadas de geoinformação do Sistema de Mapeamento (SISMAP) e assim contribuir com a atualização da Base Territorial.

O desenvolvimento do Sistema de Informações Geográficas da Base Territorial (SIGBT) teve início em 2014 a partir da constatação de que as soluções de software proprietário disponíveis naquele momento não atendiam à demanda interna do IBGE de envolver os técnicos das agências no processo de revisão e atualização da Base Territorial. Um dos principais entraves era a diversidade de infraestrutura nas agências, principalmente na qualidade e velocidade de conexão à internet, cenário que exigia o desenvolvimento de uma solução offline que fosse ao mesmo tempo ágil e eficiente. O SIGBT foi amplamente utilizado na preparação da Base Territorial para o Censo Demográfico 2022.

Desse modo, o objetivo desse trabalho foi analisar a variação populacional de moradores, de homens e de mulheres, no bioma Pantanal, a nível de setor censitário, entre 2010 e 2022 e apresentar resultados do aprimoramento da Base Territorial trabalhada de forma descentralizada no IBGE com a utilização do SIGBT.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

A Base Territorial (BT) é o arquivo gráfico que apoia o censo e outras pesquisas amostrais realizadas pelo IBGE (Macedo et al., 2012; IBGE, 2008). Ela é formada por uma base gráfica de informações georreferenciadas contendo a representação das estruturas geográficas, dos setores censitários e de outros elementos que fundamentam a organização operacional dos censos, de algumas pesquisas amostrais, divulgação de dados das

Estimativas Populacionais e áreas territoriais. Estas estruturas podem ser de caráter legal, tal como a divisão político-administrativa; de caráter analítico, vinculada a padrões territoriais ou grupos populacionais específicos; ou de caráter operacional, destinado a garantir o acesso e a cobertura das unidades recenseáveis.

Das estruturas territoriais que compõem a BT, o setor censitário alicerça a organização operacional das entrevistas. Trata-se de uma unidade territorial de coleta cuja dimensão, número de domicílios e de estabelecimentos permitem ao recenseador cumprir suas atividades em um prazo determinado. Para além das atividades dos censos, as pesquisas amostrais também utilizam as malhas censitárias como referência.

Estas malhas não se restringem à delimitação de setores censitários, já que é cada vez mais intensa a demanda por dados para diversos recortes territoriais. Esse conjunto de informações e cadastros geoespaciais sofrem ciclos anuais de atualização, prescindindo de dados e insumos cartográficos em resolução espacial e temporal adequados, capazes de retratar a diversidade de identidades, comportamentos, modos de vida e fenômenos ambientais refletidos na organização dos assentamentos. Esse conjunto é capaz de configurar os quadros urbanos e rurais do Brasil, traduzindo-se na realidade dos arranjos do território, possibilitando aos usuários das informações geográficas e estatísticas uma análise consistente do espaço geográfico brasileiro e garantindo a comparabilidade entre as operações e análises multitemporais da ocupação do território nacional.

Na preparação da BT para ao Censo Demográfico 2022 diversas tecnologias foram incorporadas aos sistemas de atualização (como geosserviço de imagens atualizadas de alta resolução espacial e o complemento do software QGIS para edição offline descentralizada) que resultou no aprimoramento da representação geoespacial dos setores censitários das camadas derivadas. *Quantum Geographic Information System* (QGIS) é um software de código aberto multiplataforma que foi desenvolvido rapidamente e adotado de forma constante nos últimos anos. “O QGIS é aprimorado regularmente com novos recursos para atender melhor às necessidades dos usuários. Isso é realizado por meio da integração de uma ampla gama de extensões da ciência dos sistemas de informação geográfica, por exemplo, GDAL, GRASS, SAGA, *Orfeo ToolBox* (OTB), etc., bem como o desenvolvimento de um servidor QGIS próprio e um mecanismo de codificação real baseado em Python.” (Baghdadi et al., 2018) Os resultados apresentados nesse trabalho ilustram alguns desses aprimoramentos tomando como exemplo as malhas de setores censitários na região do bioma Pantanal dos censos 2010 e 2022.

Desenvolvimento do SIGBT

No ano de 2014 o IBGE adotou um modelo de atualização contínua da BT, ou seja, não mais trabalhando na atualização somente no ano anterior de uma operação censitária, o que demandou ferramentas e sistemas

mais ágeis para os operadores. Naquele momento, entretanto, os softwares empregados pela BT eram todos comerciais e com processos de edição lentos e ineficazes por serem centralizados e com código fechado.

Em paralelo a isso, um quadro de analistas se formara dentro do IBGE, advindos de concursos para cargos técnicos especializados realizados em anos anteriores. Tais servidores detinham duas características importantes: o conhecimento metodológico das atividades desempenhadas pela instituição; e alguns possuíam capacidade técnica para o desenvolvimento de sistemas. Foi assim que surgiu a possibilidade de desenvolver uma solução mais vantajosa para realização das atividades de atualização da BT. Tal sistema deveria ser pensado para atender às seguintes premissas tecnológicas: (1) estar apoiado em uma plataforma gratuita que não demandasse direcionamento de recursos públicos para licenciamento de softwares e que tivesse, preferencialmente, códigos-fonte abertos para evitar dependências futuras; (2) funcionar com baixas exigências computacionais e de rede, para atender às diferentes realidades dos usuários; e (3) ter total capacidade de customização, de modo a se adaptar conforme as necessidades da BT e do IBGE. Diante de tais exigências, e tendo em vista o conhecimento técnico e o estágio de evolução das ferramentas de geoprocessamento à época, o sistema foi definido na forma de um complemento externo para QGIS e sua API pyQGIS com a interface gráfica modelada a partir do ambiente de desenvolvimento Qt e sua API PyQt (Sherman, 2018).

O Sistema de Informações Geográficas da Base Territorial (SIGBT) é a solução tecnológica que nasce em 2014 e cujas etapas de concepção, implementação e homologação sempre foram caracterizadas pelo desenvolvimento colaborativo constante, no qual os técnicos da BT e de áreas correlatas do IBGE participam e contribuem para sua melhoria. O desenvolvimento do SIGBT foi pensado de forma modular, procurando atender às prioridades metodológicas e conceituais definidas pelo IBGE. Seu código foi escrito, majoritariamente, em linguagem Python, e os dados manipulados são geridos por um banco SQLite (e sua extensão SpatiaLite), disponibilizados aos usuários internos para download e edição offline, a partir de um repositório Git versionado. Esse repositório tem a função de receber as Ordens de Serviço (OS) do SISMAP para edição offline e depois importar as OS editadas para serem incorporadas pelo SISMAP. A Figura 1 ilustra a arquitetura do SISMAP, seu relacionamento com bancos de dados externos, como CNEFE (IBGE, 2018), a edição no QGIS com o complemento SIGBT.

A Figura 2 ilustra o fluxo das Ordens de Serviço geradas no SISMAP e as tarefas executadas pelo SIGBT no ambiente offline. Dentre as principais funcionalidades desempenhadas pelo SIGBT destacam-se as operações gráficas realizadas sobre os setores censitários (divisões, agregações, ajustes e garantia da comparabilidade entre as malhas) e sobre as camadas intrassetoriais (localidades, logradouros, quadras e faces), bem como a

garantia da consistência topológica e metodológica das edições realizadas. A produção dos mapas empregados nas operações censitárias também é realizada pelo SIGBT.

Desde o advento do SIGBT, três grandes ciclos de atualização de dados, visando as operações censitárias, já foram realizados utilizando o sistema: a Contagem Populacional de 2015 (que acabou sendo cancelada por falta de dotação orçamentária), o Censo Agropecuário de 2016 e o Censo Demográfico de 2022 (que provocou dois ciclos de atualização devido a dois adiamentos consecutivos).

Análise da variação do número de moradores nos setores rurais

A variação da população total nos setores rurais no bioma Pantanal foi desenvolvida por meio do método de estimativa de densidade por kernel (Okabe et al., 2009; Węglarczyk, 2018) que estima a função de densidade de probabilidade a partir de uma camada de pontos gerada pelos centroides dos setores de 2010 e 2022 com os atributos do total de moradores em cada setor. O kernel foi configurado com raio de 90 km para cobrir todas as distâncias entre os pontos dos centroides e células regulares de 1 km. As camadas matriciais geradas para cada ano passaram por uma operação algébrica de divisão dos valores de 2022 pelos de 2010 na qual os valores acima 1 indicam aumento e abaixo de 1 redução de população de 2010 para 2022. Esses dois grupos foram separados para fins de análise comparativa.

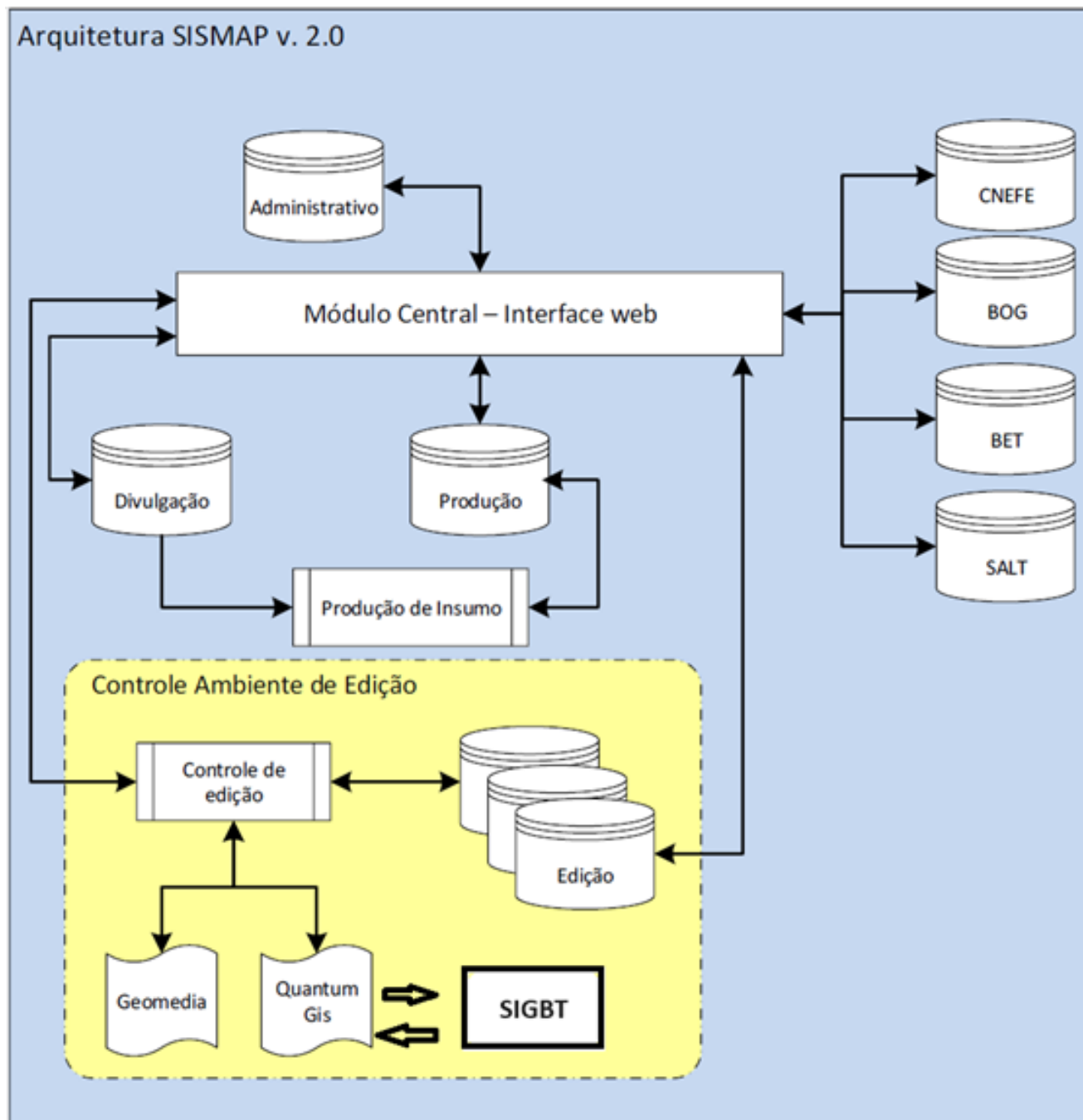


Figura 1 – Arquitetura do SISMAP e fluxo de edição offline com o SIGBT. Fonte: Proposta de atualização do SISMAP da Diretoria de Informática (DI/COBAD/GEGEO) de 2017 e adaptado pelos autores.

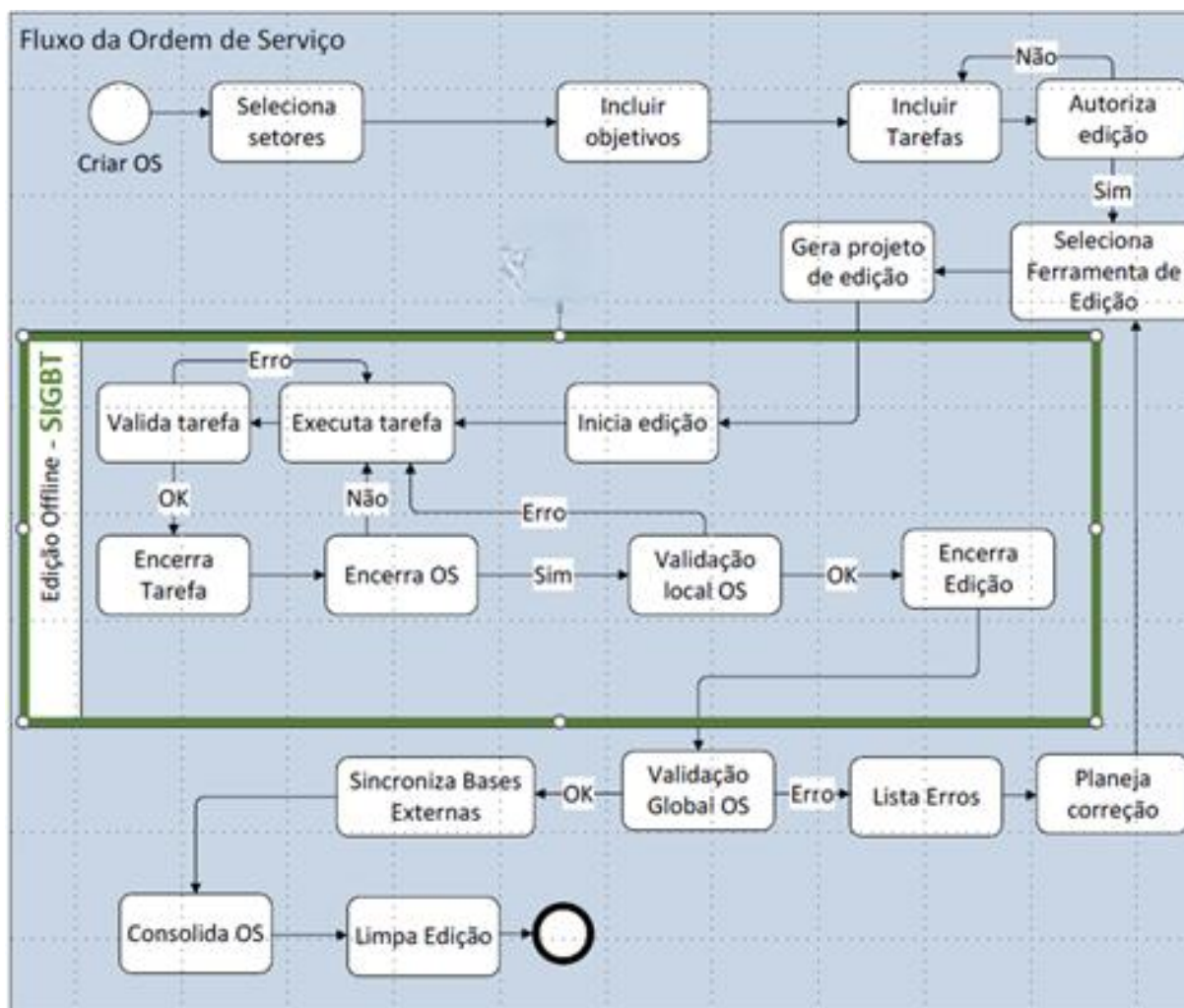


Figura 2 – Fluxo da Ordem de Serviço e tarefas executadas offline pelo SIGBT. Fonte: Proposta de atualização do SISMAP da Diretoria de Informática (DI/COBAD/GECEO) de 2017 e adaptado pelos autores.

Análise da variação percentual de população entre os dois Censos

O aprimoramento da malha de setores censitários sem dúvida melhora significativamente tanto a coleta dos dados demográficos como a representatividade territorial na divulgação dos resultados do censo. Entretanto, esse aperfeiçoamento aumenta a diferença espacial entre as malhas de censos diferentes o que dificulta o cruzamento espacial direto entre as camadas digitais. Por esse motivo, para tornar possível a comparação geoespacial dos dados populacionais entre 2010 e 2022, foi necessário editar as malhas para permitir essa análise. Nessa edição foram selecionados os mesmos atributos que são objeto desse estudo, que são número total de moradores, número de moradores do sexo masculino e do sexo feminino. Depois foi feita a análise do histórico de formação dos setores censitários entre 2010 e 2022 agregando esse histórico aos setores de 2022. Posteriormente foram retirados das camadas de análise os setores que passaram pelo processo

de agregação que ocorreu depois da coleta do Censo 2022, mas antes da divulgação dos resultados utilizados nesse estudo. Os dados dos setores agregados foram distribuídos entre os setores originais de 2010.

Depois os setores editados que possuíam o mesmo código de setor censitário (geocódigo) em 2010 foram unidos para permitir a análise espacial direta. E, finalmente, foi feita uma seleção por área de sobreposição com o limite do bioma Pantanal para selecionar apenas os setores censitários que estavam com mais de 20% de sua área dentro do limite do bioma. Com os dados editados e comparáveis foram feitas análises diretas das diferenças no total de moradores, no número de homens e no número de mulheres em todos os setores selecionados, urbanos e rurais. Os percentuais de alteração de um censo para o outro foram analisadas tanto de forma tabular quanto espacial.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O acompanhamento da dinâmica de ocupação do território brasileiro e suas manifestações sociais, legais e econômicas são o principal desafio das atividades da BT do IBGE. A atualização da representação geoespacial dessa dinâmica é dividida em dois grandes grupos, um é a Divisão Territorial Brasileira (DTB) com o acompanhamento dos instrumentos legais elaborados pelos entes federativos ao longo do tempo e o outro é a malha de setores censitários e seus elementos gráficos internos. A malha censitária do Censo 2010 no âmbito do bioma Pantanal era constituída por 431 setores. Já a malha censitária usada na coleta do Censo 2022 foi constituída por 654 setores. Esse aumento de 51,7% na quantidade de setores censitários se deve a três aspectos: à expansão e densificação das áreas urbanizadas; ao refinamento metodológico adotado; e à aplicação de novos insumos tecnológicos pelo IBGE que permitiram aprimorar a representação dos espaços urbanos e rurais por meio de critérios morfológicos mais refinados.

Identificação de territórios ocupados por Povos e Comunidades Tradicionais (PCT)

A Figura 3 mostra a distribuição das áreas de Povos e Comunidades Tradicionais identificadas e registradas em setores censitários dentro do bioma Pantanal. Em 2010 existia apenas um setor indígena dentro do bioma. Já para o Censo 2022 foram identificadas outras oito áreas como sendo ocupadas por indígenas e uma como quilombola. No item C dessa figura se observa o aprimoramento na representação do limite da área indígena que em 2010 era delimitada pelo polígono azul e em 2022 pelo polígono verde.

Cabe ressaltar que mesmo sem ter sido isolada em setor censitário em 2010, os moradores puderam se declarar indígenas ao responder o quesito de cor e raça naquele censo. Mas com o aprimoramento da BT a

localização dessa população tradicional ficou melhor definida. Já para a população quilombola foi necessário identificar a área de sua comunidade antes da coleta do Censo 2022, como mostra o destaque A da figura.

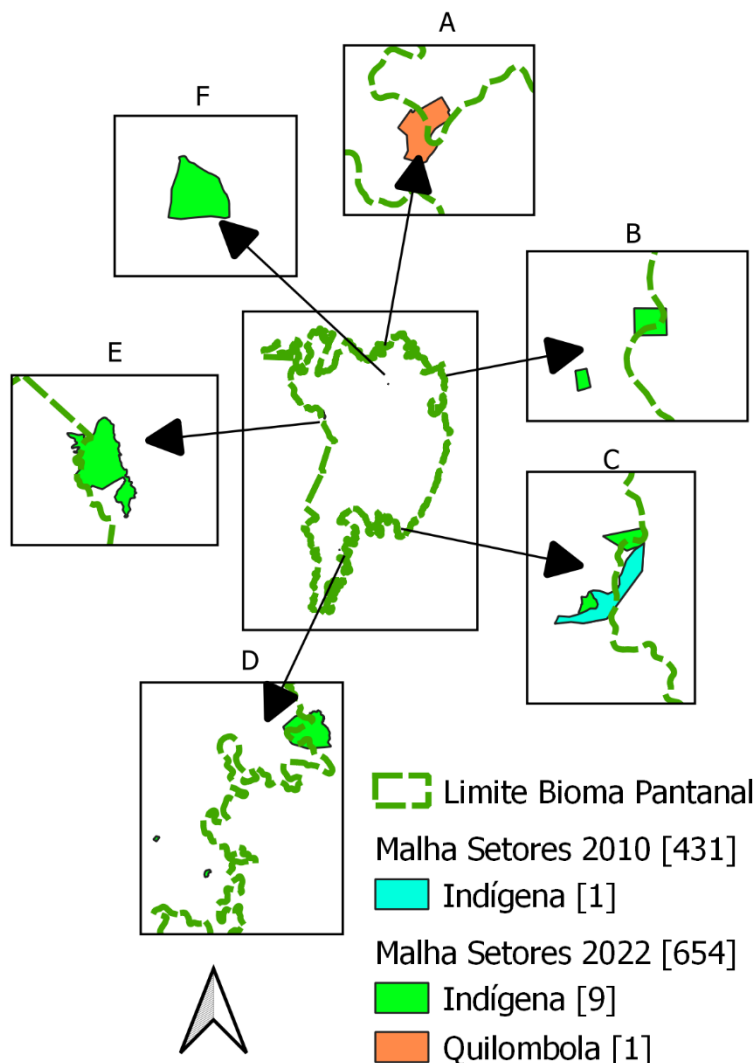


Figura 3 – Novas áreas de PCT identificadas para o Censo Demográfico 2022. Elaborado pelos autores.

Ajustes morfológicos nos limites dos setores censitários

Com a implementação de critérios morfológicos para aprimorar a representação, principalmente, do espaço urbano e do espaço rural, vários ajustes na malha de setores censitários foram necessários na preparação da malha para a coleta do Censo Demográfico 2022.

A Figura 4 apresenta alguns exemplos desses ajustes nos setores que estão dentro do bioma Pantanal. As linhas amarelas representam os limites de setores do censo 2010 e linhas vermelhas do censo 2022. O destaque A apresenta o limite de um setor rural de 2010 (cor amarela) e a linha vermelha mostra o resultado

dos ajustes feitos para o censo 2022. Nesse caso o setor não só sofreu ajustes em suas bordas, como também foi subdividido em dois. O destaque B apresenta um ajuste morfológico isolando uma área com característica rural próxima à área urbana que integrou partes de setores de 2010.

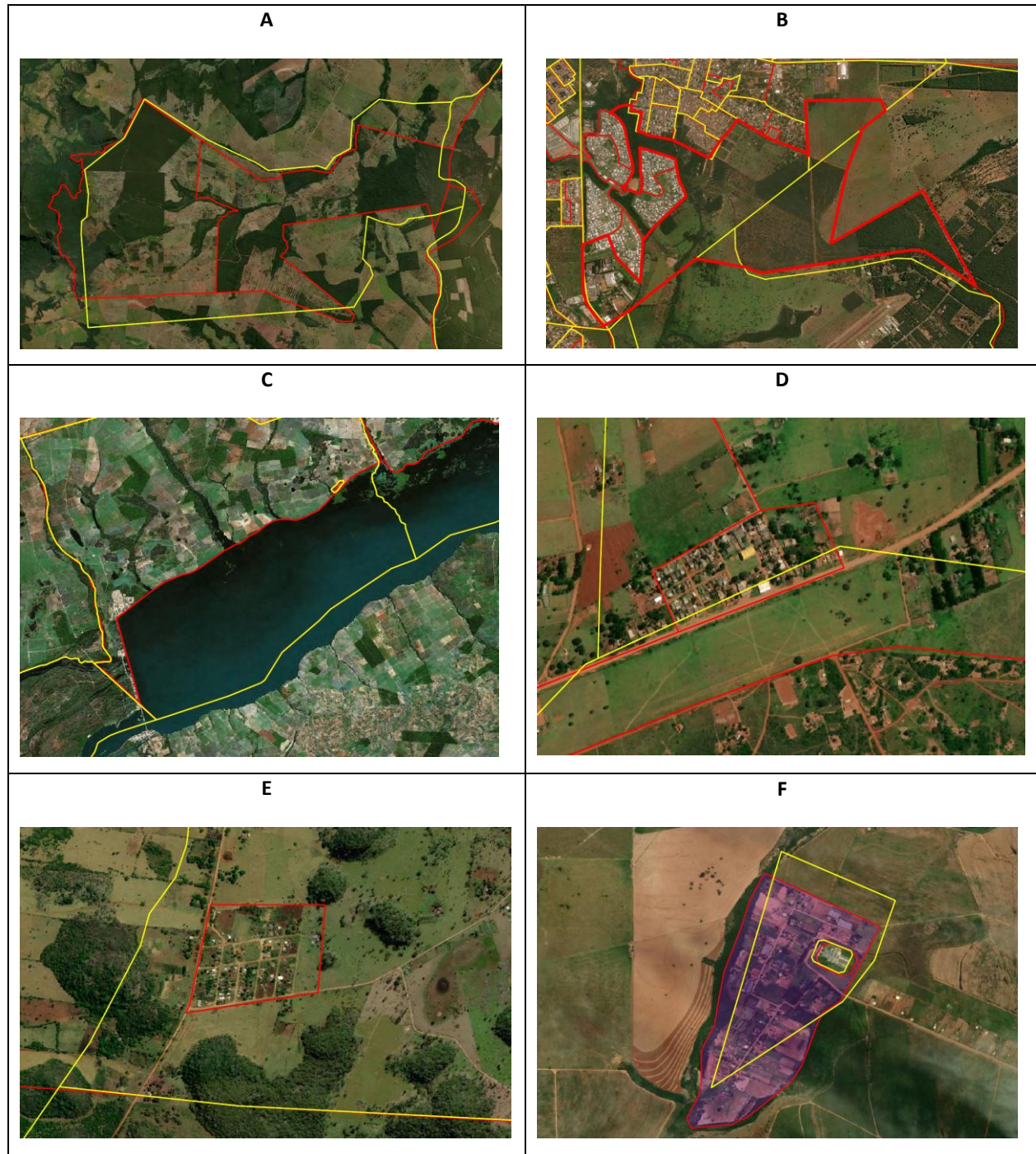


Figura 4 – Exemplos de ajustes na malha de setores censitários para o Censo Demográfico 2022. Elaborado pelos autores.

Nesse exemplo, a parte rural do setor urbano que era delimitado pela linha reta amarela passou a integrar parte do setor rural vizinho gerando um setor único delimitado por feições visíveis no terreno, o que

facilita a identificação dos seus limites em campo. O destaque C apresenta um exemplo da separação de uma massa d'água que fazia parte do setor em 2010 e que em 2022 foi isolada em um setor sem domicílios. O objetivo dessa separação é remover o efeito territorial no cálculo de densidade populacional dos setores censitários. Os destaques D e E apresentam um exemplo de identificação de um novo aglomerado rural (ou povoado) que não existia em 2010 e, ao ser isolado em setor, passa a ter sua coleta e seus resultados divulgados de forma mais detalhada. O destaque F apresenta um exemplo de ajuste de limites de um setor classificado como núcleo urbano isolado que com a disponibilidade de imagens de alta resolução espacial passa a ter seu limite melhor definido no banco SISMAT.

Análise dos dados de população agregados por setor dos censos 2010 e 2022 no bioma pantanal

Como resultado da análise dos dados dos Censos 2010 e 2022, divulgados na forma de agregados por setor censitário, primeiramente são apresentadas as informações derivadas da análise de kernel que tem como produto mapas de calor. A Figura 5 mostra esses mapas gerados a partir de pontos derivados dos centroides apenas dos setores rurais (classificados como situação 8 pelo IBGE) com os atributos do número total de moradores por setor.

Em 2010 a variação de moradores por célula ficou entre 0,32 e 16,94, com uma concentração maior em duas regiões no norte do bioma Pantanal e outras duas na porção centro-sul. Entre essas duas regiões e também mais ao sul do bioma se pode observar que no mapa de 2010 existe uma área azul clara, com quantidade de moradores intermediária. Em 2022 a variação no número de moradores por célula foi maior, variando entre 0,004 e 26,58 apresentando a maior concentração dos moradores na área rural na porção norte do bioma, que corresponde ao território do estado de Mato Grosso.

Segundo Souza-Higa e Higa (2002) a diminuição da população rural no município de Barão de Melgaço - MT já era observada desde os anos 1980. Os principais fatores que impulsionaram o êxodo rural nesse município, segundo os mesmos autores, são: a dificuldade de acesso à terra pelos pequenos produtores que perderam a condição de produzir para sua subsistência e não conseguiram expandir suas propriedades para ampliar essa produção; a precariedade da infraestrutura viária que dificultou o acesso e o escoamento da produção; o número insuficiente de escolas de ensino básico, que estimulou os pais a mudarem para a cidade afim de que seus filhos tivessem estudo de qualidade; e a expansão dos latifúndios com atividade pecuária extensiva que não ofereceu oportunidade de emprego na área rural. Estudos mais recentes em outras regiões do Brasil apontam esses mesmos fatores como promotores do êxodo rural (Hein; Da Silva, 2019; Breitenbach;

Corazza, 2020; Viana, 2020; Prochnow et al., 2022). O que indica a provável permanência, até os dias de hoje, desses mesmos fatores no bioma Pantanal.

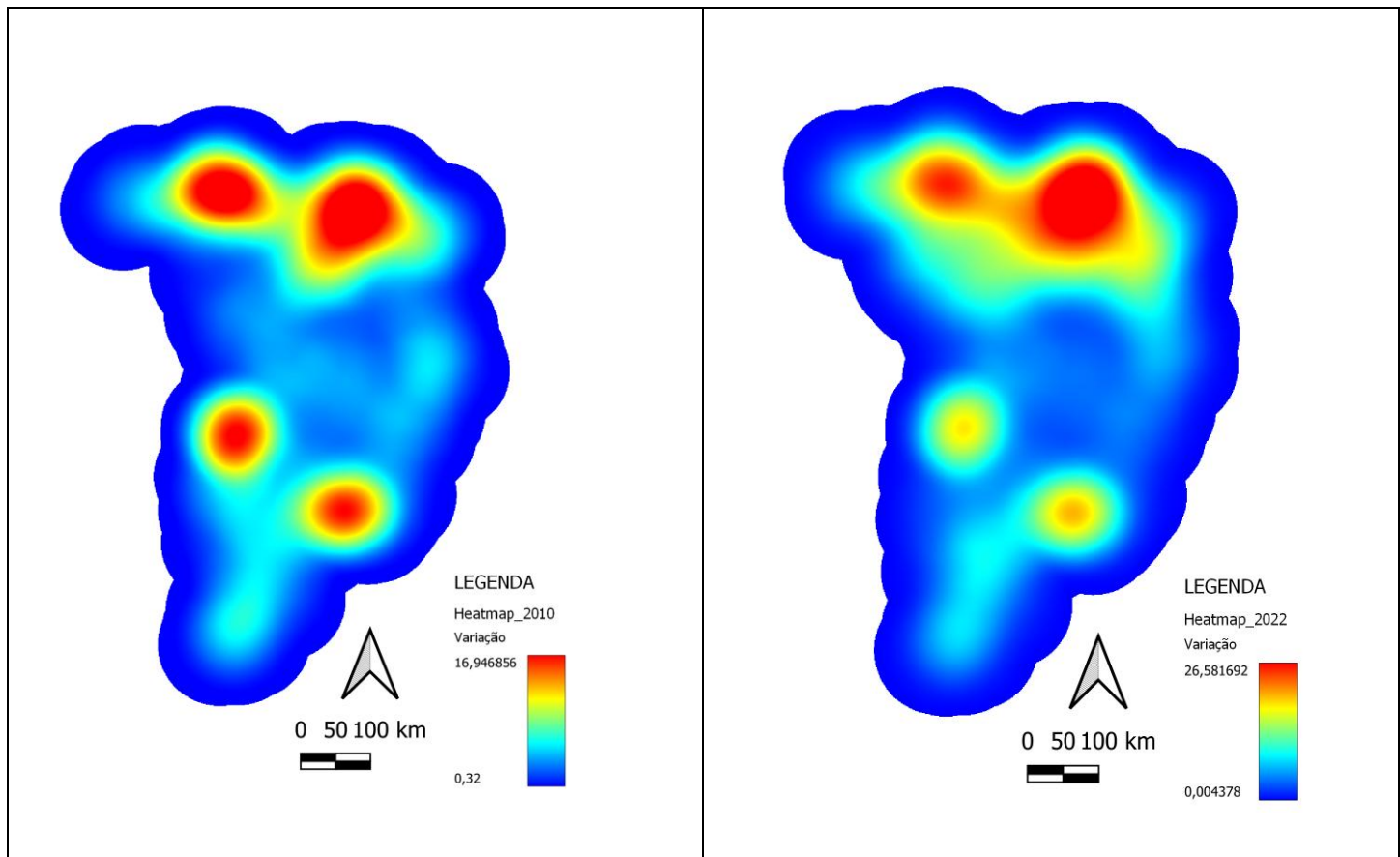


Figura 5 – Mapas de calor do total de moradores em setores rurais nos Censos 2010 e 2022. Elaborado pelos autores.

Ainda na Figura 5 se observa que nas porções central e sul do bioma a concentração de moradores na área rural é proporcionalmente menor se comparada com as informações de 2010. Considerando um relativo aumento no valor total de moradores nos dados do Censo 2022, os mapas mostram que a população rural ficou proporcionalmente menos concentrada na maior parte do bioma Pantanal em comparação a 2010. Como essa análise levou em conta apenas os moradores dos setores rurais dentro do bioma, é possível que tenha havido um aumento no número de moradores nos setores urbanos. Entretanto, na análise preliminar feita nesse estudo, na qual foram incluídos os setores urbanos, a alta concentração de moradores nesses setores ofuscava a variação ocorrida nos setores rurais. Por essa razão foram escolhidos apenas os setores rurais para essa análise. Ao se comparar o número total de moradores nos setores rurais selecionados, se obteve que em 2010 haviam 39.900 e em 2022 31.867 habitantes, ou seja, de 2010 para 2022 houve uma diminuição de 20,13% no número total de moradores na área rural do bioma Pantanal.

A Figura 6 mostra os resultados da operação algébrica de divisão entre o número de moradores nos setores rurais em 2022 pelo número em 2010 recortado pelo limite oficial do bioma Pantanal. O mapa da esquerda mostra, em tons coloridos, a concentração de valores maiores que 1,02, ou seja, valores que indicam áreas onde houve aumento de moradores nos setores rurais entre 2010 e 2022. As áreas onde houve aumento de moradores se concentram, de forma mais evidente, no nordeste e noroeste do bioma com uma área menos intensa no extremo sul. O mapa da direita mostra as áreas com valores menores que 0,989 que indicam locais onde houve redução no número de moradores. Conforme mostra a figura, a região centro-sul do bioma Pantanal é onde se localizam as áreas rurais com diminuição de moradores entre 2010 e 2022.

Em outra análise, em que foram considerados todos os setores (urbanos e rurais) que estão com 20% ou mais da sua área dentro do limite do bioma Pantanal, primeiramente se analisou o histograma de distribuição do número de homens e de mulheres nos setores que se situam entre os valores de desvio padrão, assim removendo os valores mais extremos dessa distribuição (Figura 7). Esse resultado mostra que a redução de moradoras mulheres nas faixas de até -32% é mais concentrada do que a de homens. As colunas que indicam aumento de moradoras mulheres soma 99 setores, já a de homens totaliza 71 setores. No lado oposto, nas colunas que indicam redução, o número de setores com menos mulheres soma 184 setores e com menos homens soma 146 setores. Esses resultados indicam que a dinâmica feminina dentro do bioma Pantanal é mais intensa do que a masculina. Essa dinâmica ocorre com frequência em áreas rurais onde a atividade econômica denota declínio e onde as mulheres saem a procura de emprego para manter uma renda mínima para a família (Augusto; Ribeiro, 2005; Schneider et al., 2020), enquanto o homem tende a permanecer no local de origem, normalmente na área rural, para preservar a propriedade.

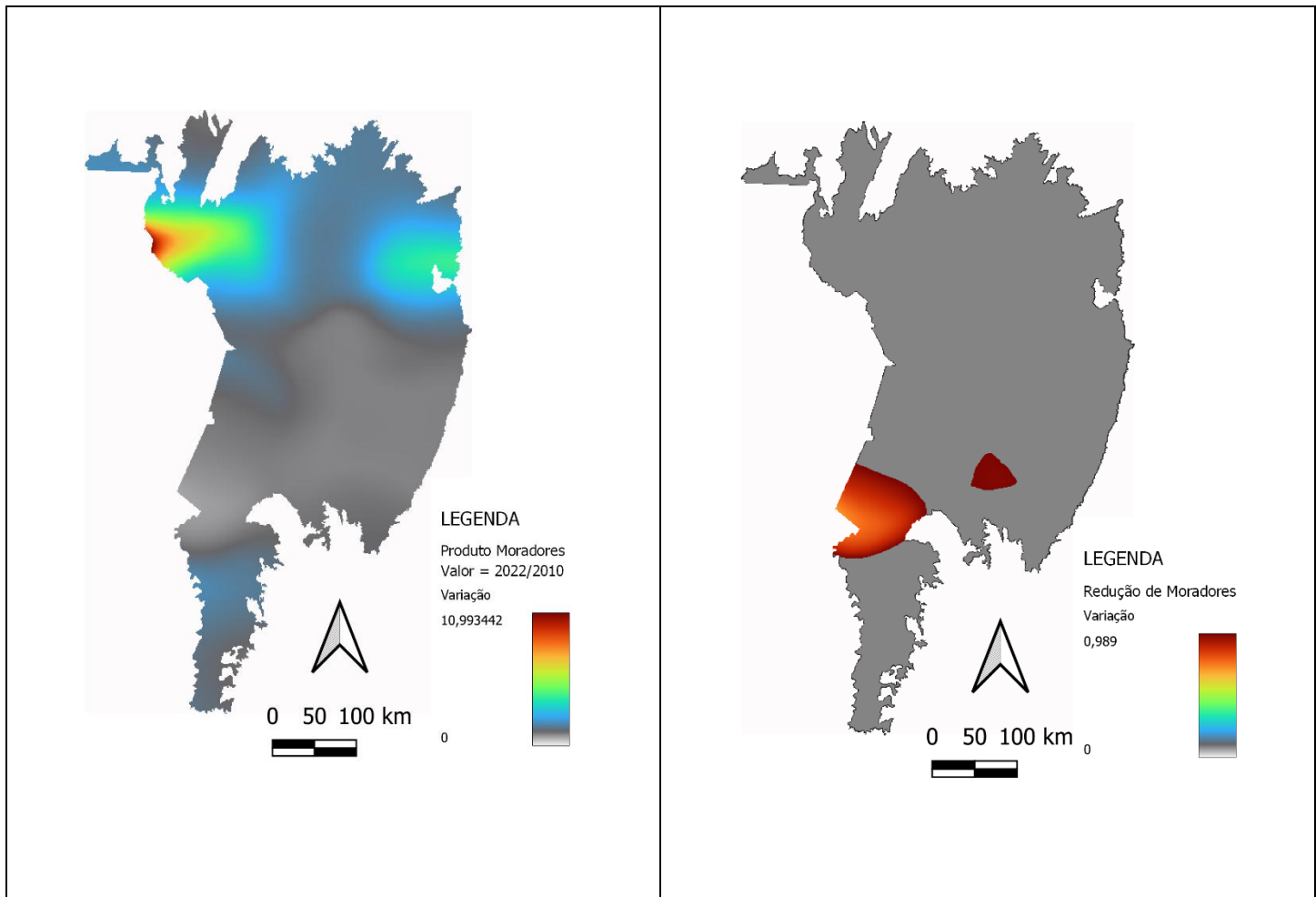


Figura 6 – Produto da divisão do total de moradores de 2022 pelo de 2010. A esquerda ressaltando os valores acima de 1 e a direita os valores abaixo de 1. Elaborado pelos autores.

Em uma pesquisa socioantropológica sobre idosos na zona rural de duas comunidades pantaneiras do município de Barão de Melgaço, Pignatti et al. (2011) destacam alguns fatores que explicam a dinâmica de homens e mulheres nessa região. Segundo esses autores, os filhos que permanecem na terra, mesmo com as dificuldades do trabalho na roça, o fazem por falta de perspectivas de inserção em outras atividades na cidade, enquanto as mulheres se diferenciam dos homens por conseguirem se inserir trabalhando como domésticas na cidade, mesmo porque a escolaridade não tem peso significativo nessa inserção. Como consequência, é observado um número maior de homens solteiros nas comunidades estudadas, os quais são preteridos pelas mulheres que trabalham na cidade, por elas recusarem as dificuldades da vida no contexto rural. Apesar dessa pesquisa ter uma abrangência geográfica restrita, ela denota aspectos que certamente se expandem para além dessas comunidades e podem explicar muitos dos fatores que influenciam na dinâmica de homens e mulheres nas áreas rurais do bioma Pantanal.

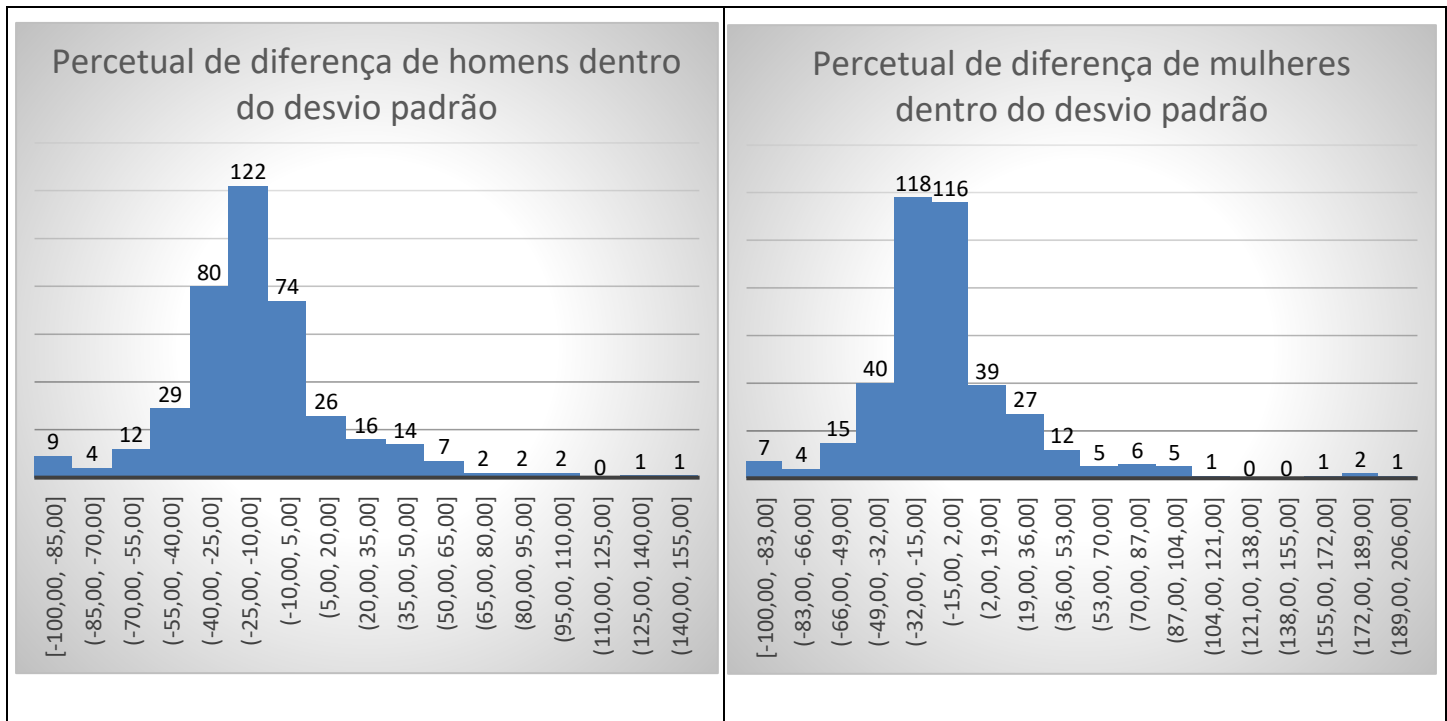


Figura 7 – Distribuição das faixas de percentual de aumento ou diminuição de moradores homens e mulheres no intervalo dentro de desvio padrão. Elaborado pelos autores.

A Figura 8 mostra os mapas com a distribuição de percentuais acima de 20% de aumento e de redução no número de moradores homens e mulheres dentro do bioma com os limites dos municípios que compõem a área. Nesses mapas os tons azuis indicam aumento e os laranja-vermelhos indicam redução. Analisando o município de Corumbá - MS, que detém a maior área territorial dentro do bioma Pantanal, se observa que a redução no número de homens é predominante na maioria dos setores censitários. Sendo que na porção centro-leste do município essa redução ficou acima de 50%. O número de mulheres também teve redução nessa mesma porção do município, mas em um número menor de setores e com metade deles abaixo de 50%. Por outro lado, o número de setores com aumento no número de mulheres é significativamente maior que setores com aumento no número de homens.

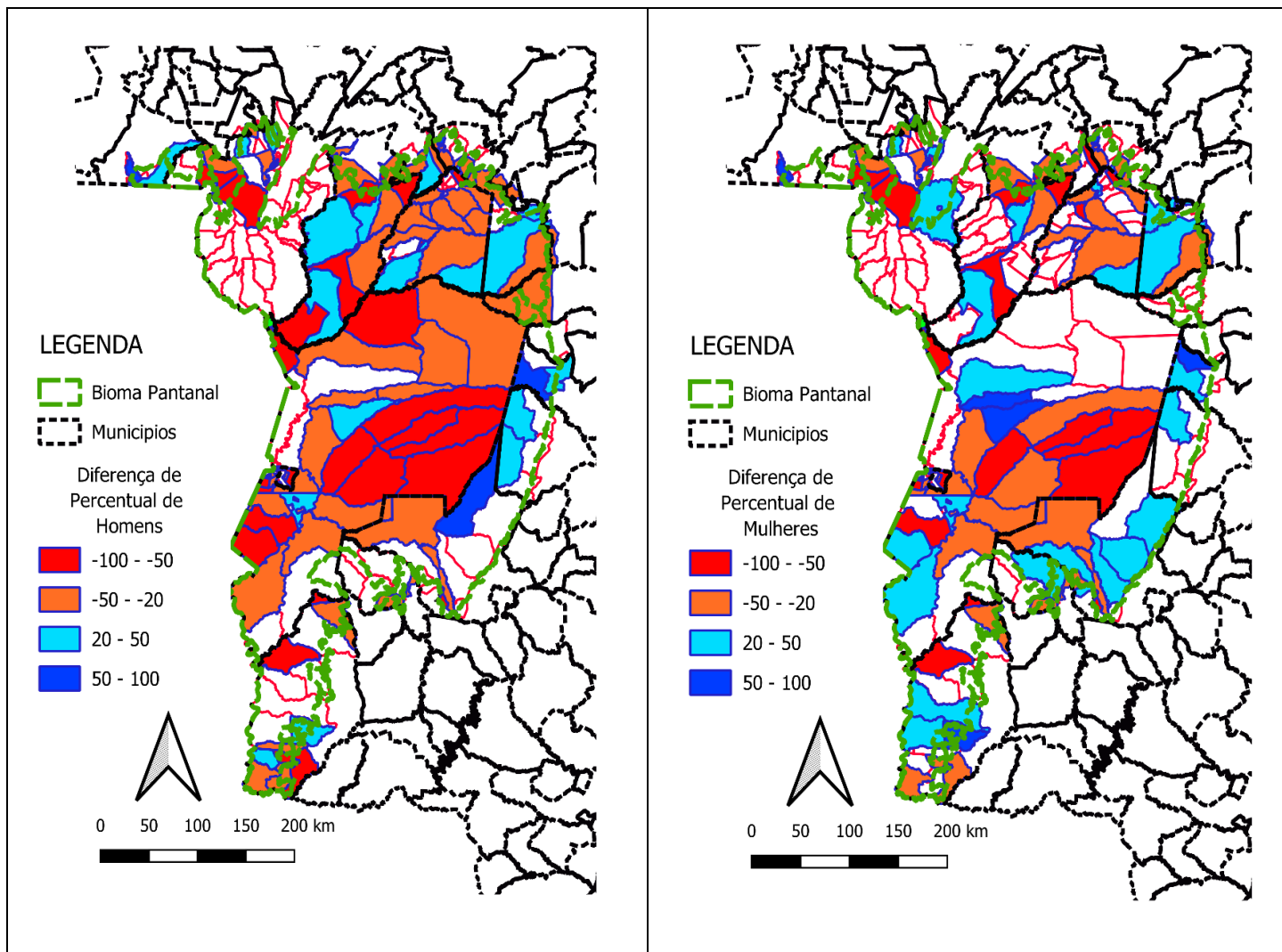


Figura 8 – Mapas que destacam percentuais de aumento e diminuição no número de homens e mulheres acima de 20% no bioma Pantanal. Elaborado pelos autores.

Outro município que se destaca nesses mapas com redução significativa é Barão de Melgaço – MT, nesse município também houve um número maior de setores com redução no número de homens do que de mulheres. No entanto nenhum setor apresentou taxa de redução acima de 50% entre os homens em Poconé - MT também apresenta variação significativa de moradores, mas nesse caso oscilando entre aumento e redução. Praticamente em todos os setores houve variação positiva ou negativa acima de 20% entre os homens.

Analogamente como em Poconé, Aquidauana - MS apresenta variações positivas e negativas acima de 20% na porção do seu território que se localiza dentro do bioma Pantanal. Mas ao contrário de Poconé, Aquidauana apresenta variação na maioria dos setores para o número de mulheres, enquanto que a variação no número de homens ocorre em um número menor de setores. Finalmente, o município de Porto Murtinho -

MS apresenta variação acima de 20% em quase metade do seu território, com destaque para a variação positiva de mulheres na porção central do município e negativa nos extremos norte e sul do seu território.

Ao se analisar as áreas urbanas desses municípios, apesar de não estarem visíveis na Figura 8 em função da escala, se observa que em Porto Murtinho houve redução entre 20% e 50%, tanto de homens quanto de mulheres, em praticamente todos os setores urbanos. Em Corumbá aproximadamente metade dos setores urbanos tiveram redução entre 20% e 50% no número de homens e de mulheres em cerca de um terço dos setores. Em apenas oito setores censitários da sede do município de Corumbá houve aumento no número tanto de homens quando de mulheres de um total de 161 setores urbanos na sede desse município.

Considerando os impactos que os eventos climáticos extremos descritos por Marengo et al. (2021) ocorridos em 2019 e 2020, somados aos efeitos recorrentes e de maior intensidade tanto da seca quanto da abrangência das queimadas que ocorreram em 2021. Aliado ao fato de que com o atraso na realização do Censo Demográfico, que deveria acontecer em 2020, mas só foi realizado em 2022. É possível inferir que os dados apresentados nesse estudo reflitam, em certa medida, o impacto que a degradação ambiental causada pelos fenômenos meteorológicos tenha influenciado na dinâmica populacional dentro do bioma Pantanal entre 2019 e 2022. A degradação ambiental provocada pelas queimadas deve interferir na sustentabilidade econômica dos habitantes dessa região, principalmente sobre as condições de sobrevivência dos habitantes que dependem do meio ambiente para sua subsistência. A resiliência dos moradores do bioma Pantanal é reconhecida por diversos autores, como observado na revisão de literatura publicada por Schulz et al. (2019), mas o caráter excepcional e devastador das queimadas observadas nos últimos anos pode ter gerado impacto negativo mesmo sobre a permanência dessa população no Pantanal.

IV. CONCLUSÕES

A utilização do SIGBT, de forma descentralizada pelas Superintendências Estaduais e por equipes das Agências de Coleta, produziu uma melhoria significativa na representação dos elementos da Base Territorial. Essa melhoria induz uma coleta de dados mais precisa (caráter operacional), seja pela atuação em campo para realização das entrevistas seja pelo acompanhamento da coleta pelas equipes de supervisão, e uma divulgação de resultados melhor ajustada às características do território brasileiro, seja por um caráter legal ou analítico.

Os resultados apresentados neste estudo mostram a intensidade da dinâmica populacional a nível de setor censitário entre os Censos Demográficos 2010 e 2022. A redução foi significativa no número de moradores, principalmente homens, nos setores rurais dos principais municípios dentro do bioma Pantanal, com destaque

para Corumbá, Barão de Melgaço, Aquidauana e Porto Mortinho. Também foi relevante a redução no número de mulheres nesses municípios, mas em algumas áreas houve aumento dessa população.

Os padrões de distribuição da dinâmica populacional, tanto tabular quanto espacial, mostram diferenças entre as dinâmicas de homens e mulheres. Esses padrões diferenciados podem estar associados a fatores observados em outras regiões do Brasil, quando a atividade econômica predominante apresenta um quadro de declínio e as mulheres decidem sair a procura de emprego nas cidades enquanto os homens tendem a permanecer no local para proteger a propriedade ou posse da terra.

A expressiva dinâmica populacional observada dentro do bioma Pantanal entre 2010 e 2022 pode ter causas diversas, como fatores econômicos e sociais. Mas não se pode excluir a possibilidade de que a causa ambiental tenha exercido influência significativa na tomada de decisão dos moradores do Pantanal, principalmente após 2019 com a ocorrência de eventos climáticos extremos em três anos seguidos. Estudos complementares podem aferir essa premissa, principalmente por meio de entrevistas com moradores das áreas onde se concentraram as maiores reduções de população, seja masculina ou feminina.

V. REFERÊNCIAS

- ALHO, C. J. R.; REIS, R. E. Exposure of fishery resources to environmental and socioeconomic threats within the Pantanal wetland of South America. *International Journal of Aquaculture and Fishery Sciences*, Los Angeles, v. 3, n. 2, p. 22–29, 2017. DOI: <https://doi.org/10.17352/2455-8400.000024>.
- ALHO, C. J. R. et al. Ameaças à biodiversidade do Pantanal brasileiro pelo uso e ocupação da terra. *Ambiente & Sociedade*, v. 22, 2019.
- AUGUSTO, H. A.; RIBEIRO, E. M. O envelhecimento e as aposentadorias no ambiente rural: um enfoque bibliográfico. *Revista Organizações Rurais e Agroindustriais*, Lavras, v. 7, n. 2, p. 199–208, 2005.
- BAGHDADI, N.; MALLET, C.; ZRIBI, M. QGIS and generic tools. London: ISTE Ltd., 2018. 310 p.
- BARROS, A. E. et al. Wildfires disproportionately affected jaguars in the Pantanal. *Communications Biology*, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1038/s42003-022-03937-1>.
- BREITENBACH, R.; CORAZZA, G. Jovens rurais do Rio Grande do Sul/Brasil: questões de gênero na sucessão geracional. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, [S. l.], v. 16, n. 3, 2020.
- HEIN, A. F.; SILVA, N. L. da. A insustentabilidade na agricultura familiar e o êxodo rural contemporâneo. *Estudos Sociedade e Agricultura*, v. 27, n. 2, 2019.
- HEXSEL, R. A. Software livre: propostas de ações de governo para incentivar o uso de software livre. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2002. (Relatório Técnico RT-DINF 004/2002).
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Referências técnicas para a elaboração da base territorial – BT. Rio de Janeiro, 2008. 24 p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Padrão de registro de endereços: definições e orientações de uso. Rio de Janeiro, 2019. 53 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101639.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2025.

JUNK, W. J.; CUNHA, C. N. Pantanal: a large South American wetland at a crossroads. *Ecological Engineering*, v. 24, p. 391–401, 2005.

JUNK, W. J. et al. Biodiversity and its conservation in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Aquatic Sciences*, v. 68, p. 278–309, 2006.

LIMA, C. R. N. et al. Variabilidade espacial da qualidade de água em escala de bacias – rio Cuiabá e São Lourenço, Mato Grosso. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 169–178, 2015.

MACEDO, R. C. et al. Considerações sobre a produção da base territorial do Censo de 2010. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO, 2012, Florianópolis. Anais [...]. Florianópolis: UFSC, 2012.

MARENGO, J. A. et al. Extreme drought in the Brazilian Pantanal in 2019–2020: characterization, causes, and impacts. *Frontiers in Water*, v. 3, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3389/frwa.2021.639204>.

OKABE, A.; SATOH, T.; SUGIHARA, K. A kernel density estimation method for networks, its computational method and a GIS-based tool. *International Journal of Geographical Information Science*, v. 23, n. 1, p. 7–32, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1080/13658810802475491>.

PIGNATTI, M. G.; BARSAGLINI, R. A.; SENNA, G. D. Envelhecimento e rede de apoio social em território rural do Pantanal mato-grossense. *Physis: Revista de Saúde Coletiva*, v. 21, n. 4, p. 1469–1491, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-73312011000400016>.

PROCHNOW, D. A. et al. Êxodo rural e sucessão geracional na região Sul do Brasil: uma análise a partir da experiência do município de Coronel Bicaco/RS. *Colóquio: Revista do Desenvolvimento Regional*, v. 19, n. 3, p. 97–116, 2022.

SCHNEIDER, C. et al. Mulheres rurais e o protagonismo no desenvolvimento rural: um estudo no município de Vitorino, Paraná. *Interações, Campo Grande*, v. 21, n. 2, p. 245–258, 2020. DOI: <https://doi.org/10.20435/inter.v21i2.2560>.

SCHULZ, C. et al. Physical, ecological and human dimensions of environmental change in Brazil's Pantanal wetland: synthesis and research agenda. *Science of the Total Environment*, v. 687, p. 1011–1027, 2019.

SHERMAN, G. *The PyQGIS programmer's guide: extending QGIS 3 with Python 3*. Chugiak: Locate Press, 2018. 252 p.

SILVA, J. S. V. et al. Evolution of deforestation in the Brazilian Pantanal and surroundings in the timeframe 1976–2008. *Geografia, Rio Claro*, v. 36, p. 35–55, 2011. Número especial.

SILVEIRA, S. A. *Software livre: a luta pela liberdade do conhecimento*. São Paulo: Editora Fundação Perseu Abramo, 2004.

SOUZA-HIGA, T. C. C. de; HIGA, N. T. Pantanal mato-grossense: aspectos fundiários e dinâmica populacional no município de Barão de Melgaço. *Revista do Instituto Histórico e Geográfico de Mato Grosso, Cuiabá*, v. 1, n. 60, p. 83–95, 2002. Disponível em: <http://54.173.5.2/index.php/revistaihgmt/article/view/408>. Acesso em: 27 mar. 2025.

VIANA, M. A. As transformações no espaço rural no município de Seropédica-RJ nas últimas décadas. Espaço e Economia, n. 19, 2020. DOI: <https://doi.org/10.4000/espacoeconomia.16651>.

WĘGLARCZYK, S. Kernel density estimation and its application. ITM Web of Conferences, v. 23, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1051/itmconf/20182300037>.
