

A COMPATIBILIZAÇÃO DE DADOS EM ÁREAS TRANSFRONTEIRIÇAS: O CASO DO PANTANAL NA FRONTEIRA BRASIL/MS E BOLÍVIA

The compatibility of data in cross-border areas: the case of the Pantanal in the border Brazil/MS and Bolivia

Patrícia Cristina Statella Martins*

Marcos Norberto Boin**

Rafael Brugnolli Medeiros**

Charlei Aparecido da Silva**

***Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - UEMS / Dourados, Mato Grosso do Sul**
martinspatricia@uems.br

****Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD / Dourados, Mato Grosso do Sul**
marnorboin@gmail.com
rafael_bmedeiros@hotmail.com
charleisilva@ufgd.edu.br

RESUMO

A presente investigação tem como objetivo contribuir com estudos relacionados ao Pantanal, apresentando etapas e procedimentos para a integração e a compatibilização de dados na região de Corumbá e Ladário/Mato Grosso do Sul/Brasil e Puerto Suarez e Puerto Quijarro/Santa Cruz/Bolívia. Procura-se, assim, compreender e auxiliar outros pesquisadores que busquem aprofundar os estudos sobre essa temática bem como sobre a área de estudo. Para tanto, utilizou-se de geotecnologias, mais precisamente o ArcGis 10[®], para operacionalizar os *shapes* e integrar as informações dos lados boliviano e brasileiro, buscando um mesmo padrão de nomenclaturas para ambos os lados da fronteira. Os componentes físicos analisados foram geologia, relevo e vegetação, informações essenciais para todo e qualquer estudo relacionado à paisagem. Como resultado, foi possível identificar uma variação significativa de escalas no mapeamento, sendo necessário modificar a nomenclatura das classes, levando em conta sobretudo as características dos minerais e das rochas (geologia), hipsometria e declividade (relevo) e o porte e a densidade da cobertura vegetal (vegetação). Além disso, as escalas variadas não permitiram, sozinhas, a modificação das nomenclaturas, sendo necessário o mapeamento detalhado através de imagens de satélite, modelos digitais de terreno e trabalhos de campo. A realização de tal compatibilização foi, por fim, eficiente, tornando possível e confiável as interações das informações e permitindo também o mapeamento temático, a fim de nortear a execução de outras pesquisas voltadas à paisagem e à área de estudo, mais precisamente, o Pantanal sul mato-grossense.

Palavras-chave: Compatibilização de dados. Shapes. Pantanal. Fronteira.

ABSTRACT

The present investigation aims to contribute to studies related to the Pantanal, presenting steps and procedures for data integration and compatibility in the region of Corumbá and Ladário/Mato Grosso do Sul/Brazil and Puerto Suarez and Puerto Quijarro/Santa Cruz/Bolivia. Thus, it seeks to understand and assist other researchers who seek to deepen the studies on this theme as well as on the study area. For that, geotechnologies were used, more precisely ArcGis 10[®], to operationalize the shapes and integrate information from the Bolivian and Brazilian sides, seeking the same pattern of nomenclatures for both sides of the border. The physical components analyzed were geology, relief and vegetation, essential information for any and all studies related to the landscape. As a result, it was possible to identify a significant variation of scales in the mapping, being necessary to modify the class nomenclature, taking into account mainly the characteristics of minerals and rocks (geology), hypsometry and slope (relief) and the size and density of the vegetation cover (vegetation). In addition, the varied scales did not allow for the modification of the nomenclatures alone, requiring

detailed mapping through satellite images, digital terrain models and field work. The achievement of such compatibility was, finally, efficient, making it possible and reliable the interactions of the information and also allowing thematic mapping, in order to guide the execution of other researches related to landscape and the Pantanal South Mato Grosso area of study.

Keywords: Compatibility of data. Shapes. Pantanal. Frontier.

1. INTRODUÇÃO

O presente texto tem como finalidade apresentar e discutir processos de compatibilização de dados para pesquisas em áreas fronteiriças. De maneira mais específica, trabalhou-se com o uso de *shapes* (arquivos vetoriais) na elaboração de cartas temáticas, tendo como base o estudo desenvolvido no Pantanal, na região de Corumbá e Ladário/Mato Grosso do Sul/Brasil e Puerto Suarez e Puerto Quijarro/Santa Cruz/Bolívia.

Estudos que envolvem a compreensão da estruturação da paisagem exigem a caracterização do meio físico. No caso do Pantanal, especificamente na faixa de fronteira Brasil/Bolívia, tal definição apresenta-se como um desafio frente às dificuldades de acesso às informações e às divergências encontradas, mesmo quando advindas de órgãos públicos ou oficiais dos dois países.

A paisagem, aqui considerada uma das características analíticas da Geografia, permeia um viés que tem em Mateo Rodriguez *et al.* (2007) e Salinas Chávez (1991) seus alicerces conceituais e metodológicos, que sugerem uma análise estrutural da paisagem (geoecologia da paisagem) por meio da identificação dos diferentes aspectos que a compõe: litologia, clima, relevo, solo, vegetação e recursos hídricos. Logo, pode ser entendida como um sistema, formada pelo conjunto ou combinação de objetos e partes, conceituada como um todo complexo.

É, portanto, um sistema espaço-temporal complexo e aberto, gerado e desenvolvido por uma ininterrupta transferência de energia, matéria e informação – o que se considera *dinâmica da paisagem*. A estrutura, o funcionamento, a dinâmica e a evolução da paisagem refletem diretamente na interação entre os componentes naturais (abióticos e bióticos), técnico-econômicos e socioculturais (MATEO RODRIGUEZ *et al.*, 2007; SALINAS CHÁVEZ, 1991).

Essa abordagem comprova que a paisagem não é apenas uma simples soma de componentes dispersos entre si, mas está vinculada a um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas (METZGER, 2001) – uma complexidade identificada no Pantanal, na faixa de fronteira Brasil/Bolívia.

Com isso, a paisagem deve ser compreendida e apreendida para além do campo de visão, o que indica sua importância em relação às especificidades de cada unidade de paisagem, as quais possuem origem na sua estruturação física.

Inserido nesse contexto, o Pantanal do território boliviano ocupa uma área de 5.000 km², que corresponde a aproximadamente 3,6% de sua área total (138.183 km²) (BRASIL, 2004). Sobre essa área, pouco se tem de informação nas publicações nacionais brasileiras consultadas, as quais se restringem apenas a indicar a parte ocupada pelos demais países, mas sem qualquer preocupação em contextualizar o local (ADÁMOLI, 1982; ALHO; GONÇALVES, 2005; ASSINE *et al.*, 2016; BOIN *et al.*, 2019; BRASIL, 2004; CALHEIROS; FONSECA JÚNIOR, 1996; CUNHA; PIEDADE; JUNK, 2015; MATO GROSSO DO SUL, 2011, 2012b, 2016).

O meio físico que não tem fronteiras, por sua vez, apresenta diferentes critérios nos levantamentos efetuados e nas denominações de suas unidades físicas, com divergências entre cada um dos lados da fronteira. Tais divergências nos dados geram uma linha reta e contínua, como se o meio físico determinasse a fronteira entre os países no Pantanal.

Mesmo documentos oficiais, que deveriam tratar a área de maneira integrada, fragmentam-na, como no caso dos documentos “Indicadores ambientais da faixa de fronteira” (MATO GROSSO DO SUL, 2012b) e “Plano de desenvolvimento e integração da faixa de fronteira” (MATO GROSSO

DO SUL, 2012a). Tratam-se de trabalhos interessantes, mas que não avançam para os municípios além da fronteira. O mesmo acontece em documentos mais recentes, como o “Geoambientes da faixa de fronteira” (MATO GROSSO DO SUL, 2016), que se propõe a caracterizar os geoambientes das regiões de planejamento do estado pertencentes à faixa de fronteira e em nenhum momento avança para os países vizinhos, nem ao menos para caracterizar as faixas de fronteira de maneira geral.

Ab´Saber (2006) é uma exceção entre os autores que abordaram o Pantanal. O autor faz menção ao fato do Pantanal ser uma área de fronteira do Brasil com a Bolívia e o Paraguai. Ao falar das paisagens das morrarias, utiliza o termo “serranias fronteiriças”.

Aqui é importante frisar que o movimento das águas – chamado de “pulsos de inundação” – é a chave desse sistema, o qual precisa ser entendido como único e integrado, e jamais de maneira independente pelos três países que dividem seu território (Brasil, Bolívia e Paraguai). As relações e os processos não são isolados, possuem inter-relações e interdependências que independem de fronteiras políticas.

Acredita-se que o fato das publicações não avançarem para os países vizinhos é uma falha, sobretudo pela importância do bioma Pantanal e o fato de existir um Núcleo de Fronteira para o estado do Mato Grosso do Sul – que teoricamente deveria tratar a fronteira como um todo e, no caso de publicações produzidas no Núcleo a respeito do Pantanal, deveria abordar tanto a Bolívia quanto o Paraguai.

A fronteira entre o Brasil e a Bolívia não é retratada como algo importante no contexto da produção de dados e documentos oficiais. Toma-se como exemplo o documento “Geoambientes da faixa de fronteira” (MATO GROSSO DO SUL, 2016), que na realidade é um recorte dos mapas temáticos de outro documento, a saber “Caderno geoambiental das regiões de planejamento do MS” (MATO GROSSO DO SUL, 2011). Ou seja, como existe no estado um núcleo para tratar das questões de fronteira, esperava-se que as produções oficiais avançassem de fato para os países limítrofes.

A ausência de dados/análises sobre a fronteira em sua integridade também foi constatada por Gonçalves e Isquierdo (2011) e Sottili (2013). “A grande maioria dos mapas já existentes sobre esta região retratam até o limite de seus territórios nacionais, deixando em branco o que existe do outro lado da fronteira, aparentando uma forma de descontinuidade geográfica” (GONÇALVES; ISQUIERDO, 2011, p. 2). Não ocorre a integração das informações dos dois lados da fronteira, nem ao mesmo nas zonas de fronteira entre Brasil (150 km), Bolívia (50 km) e Paraguai (50 km).

A estrutura de dados existentes no Brasil é muito diferente dos países fronteiriços. O Brasil possui órgãos oficiais, como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO), o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA); o que não ocorre no lado boliviano. Para o acesso aos *shapes* bolivianos – pela plataforma GeoBolívia – foi necessária uma autorização, que só foi recebida após inúmeros contatos por e-mail. Além disso, para a compatibilização de dados, a diferença e a discrepância no gerenciamento das informações e nos dados disponíveis tornam-se um desafio aos pesquisadores que trabalham em áreas de fronteira.

Objetivando contribuir com estudos cujo objeto é o Pantanal, serão apresentadas neste artigo as etapas e os procedimentos realizados para a compatibilização de dados (*shapes*) dos territórios brasileiro e boliviano. O processo de espacialização dos dados na área de pesquisa certamente poderá contribuir com o tema e com outros pesquisadores que pretendem se aprofundar no assunto. Esperamos que futuros pesquisadores, ao apresentarem trabalhos sobre a fronteira, de fato avancem para além do território brasileiro.

2. OBJETIVOS

Elaborar uma proposta metodológica para compatibilização de dados geofísicos para área de fronteira (Brasil /Bolívia) inserida no Pantanal. Apresentar as técnicas e os procedimentos adotados, a fim de compatibilizar os *shapes* do Brasil e da Bolívia para a elaboração de cartas temáticas – geologia, relevo e vegetação – para o Pantanal na faixa de fronteira Corumbá/MS/Brasil, Puerto Suárez e Puerto Quijarro/Santa Cruz/Bolívia.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

A metodologia apresentada foi desenvolvida para a área da pesquisa que se concentra na faixa de fronteira entre o Brasil e a Bolívia. De maneira mais específica, um polígono de coordenadas entre 57° 00' – 58° 30' O e 18° 00' – 20° 00' S (Figura 1), em cujo centro encontram-se as cidades de Corumbá e Ladário/MS/Brasil, Puerto Quijarro e Puerto Suárez/Santa Cruz/Bolívia.

Figura 1 – Localização do Pantanal e da área de estudo na fronteira do Brasil com a Bolívia



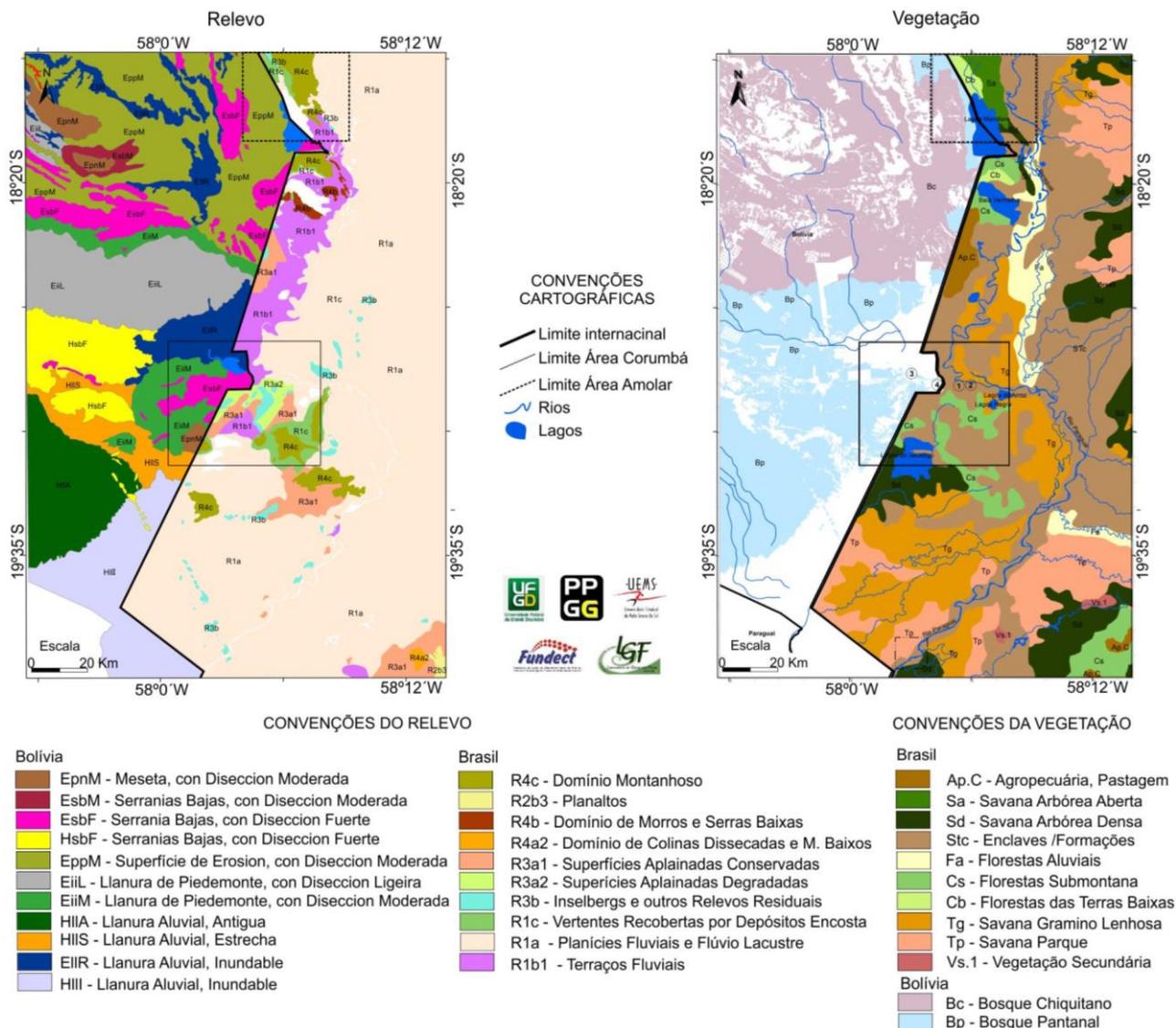
Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

3.2. Procedimentos metodológicos

Após o levantamento bibliográfico e cartográfico sobre os temas do meio físico, sua constituição e componentes (geologia, clima, relevo e vegetação), surgiram os primeiros problemas com a compatibilidade de dados entre os dois países, exemplificados na Figura 2. Os levantamentos foram feitos para se conhecer melhor a estruturação da paisagem e as possibilidades de realização de atividades de turismo de natureza na área em questão. A elaboração das cartas temáticas para caracterização do meio físico da Bolívia foi feita por compilação e ajustamento das informações entre

os lados brasileiro e boliviano. É importante ressaltar que toda metodologia e demais procedimentos descritos aqui foram desenvolvidos para os dois lados da fronteira.

Figura 2 – Condição inicial dos *shapes* do relevo e da vegetação antes da compatibilização dos dados entre os lados boliviano e brasileiro



Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

Como se pode observar na Figura 2, apesar dos mapas tratarem de um mesmo tema, a diferença de escalas e dos critérios adotados pelos profissionais na elaboração da base cartográfica gerou uma série de incompatibilidades das unidades. Para que fosse possível padronizar os *shapes* brasileiros e bolivianos, considerando que havia incompatibilidade das informações entre os dois países, foram realizados os seguintes procedimentos no software ArcGis 10®, utilizando-se o módulo *ArcToolBox*, que possui um conjunto de ferramentas para a realização de diversas operações (SILVA; MACHADO, 2010):

- Conversão dos diversos sistemas geodésicos para o SIRGAS 2000;
- Utilização do *datum* SIRGAS 2000 21Sul, seguindo o sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator - UTM, dando início ao manuseio das informações adquiridas;
- Ajuste dos polígonos com as imagens de satélite *Landsat 8* do sensor OLI, o modelo digital de terreno – *MDT Shuttle Radar Topography Mission* – SRTM, cartas topográficas e

trabalhos de campo, considerando sempre as feições de relevo visíveis nos diversos documentos utilizados (cartas topográficas, declividade, hipsométrica, imagens de satélites).

Nas imagens de satélite, com o auxílio da cartografia existente (BO/BR) sobre os temas trabalhados, foi possível delimitar as unidades de geologia, relevo, vegetação e recursos hídricos. Foram utilizados dois tipos de análise espacial, com base em Rosa (2011): sobreposição e operações multicamadas bem como as operações de geoprocessamento junção (*merge*) e corte (*clip*). Também foi feita a verificação da correspondência entre os lados brasileiro e boliviano a partir das imagens de satélite e troca de cores, para posterior reconhecimento e associação das características físicas.

Os dados utilizados na elaboração das cartas temáticas, visando a definição de unidades de paisagem homólogas ou homogêneas, foram os seguintes (Quadro 1):

Quadro 1 – Informações sobre os dados utilizados na pesquisa

Temas	Instituição / autoria	Escala
Geologia Brasil	Geobank/CPRM (LACERDA FILHO <i>et al.</i> , 2006)	1:250.000
Geologia Bolívia	SERGEOMIM / GEOBOLIVIA (SORUCO <i>et al.</i> , 1996)	1:1.000.000
Relevo Brasil	Geobank/CPRM (LACERDA FILHO <i>et al.</i> , 2006)	1:250.000
Relevo Bolívia	Geobolívia (2002)	1:100.000
Vegetação Brasil	IBGE (2010)	1: 50.000
Vegetação Bolívia	Geobolívia (2013)	1:80.000

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Todos os mapas do lado boliviano foram feitos a partir dos dados disponíveis na plataforma GeoBolívia (BOLIVIA, 2020). Observou-se que o nível de informação sobre os dois lados da fronteira é muito distinto. Enquanto o lado brasileiro apresenta informações de qualidade razoável, o lado boliviano apresenta informações pouco expressivas, dificultando a integração entre elas.

Para a integração dos dados de geologia no território brasileiro, consideraram-se os dados de Lacerda Filho *et al.* (2006) e o Mapa geológico do Mato Grosso do Sul - CPRM (2006). Para o território boliviano, foram utilizadas as informações da plataforma GeoBolívia, como citado anteriormente. Para compatibilizar essas informações, as rochas foram agrupadas pelos aspectos de maior fragilidade ao intemperismo químico e ao impacto por compressão das unidades geológicas brasileiras e bolivianas, de forma que as mesmas fossem agrupadas segundo resistências similares. A resistência ao intemperismo químico das rochas está ligada à composição mineralógica e aos tipos de rochas, sejam elas sedimentares, ígneas ou metamórficas determinada pelas Séries de Bowen e Goldrich (TEIXEIRA *et al.*, 2008, p. 151), associadas à resistência à compressão axial (Mpa) (VAZ, 1996 *apud* THEODOROVICZ; THEODOROVICZ, 2010 p. 29). Assim, os tipos litológicos receberam números de 1 (um) a 7 (sete), de acordo com sua resistência ao intemperismo e à compressão, sendo os mais resistentes os números mais baixos e os menos resistentes os números mais altos.

Antecedendo o processo de formação das rochas sedimentares (diagênese e litificação), tem-se os sedimentos inconsolidados, que por não possuírem coesão, são mais frágeis que as rochas sedimentares, tendo dessa forma recebido o enquadramento de número 7. Entre as rochas sedimentares clásticas, naquelas de granulometria mais fina (silticas e argilosas), há maior resistência e, portanto, receberam a classificação de número 5, e as arenosas, 6. As rochas sedimentares arenosas, ao sofrerem a cimentação química ou metamorfismo com recristalização dos grãos de areia, que em geral são compostos de quartzo, adquirem maior resistência, recebendo a classificação de número 3. As rochas químicas, por serem rochas de precipitação, em que os grãos ou minerais se interpenetram, adquirem uma resistência que pode estar entre os sedimentos arenosos e as rochas com recristalização (4).

Entre as rochas metamórficas, aquelas de baixo grau de metamorfismo (xistos, filitos) são mais frágeis e estão no grau 4 de resistência. As rochas metamórficas de grau médio, com alto teor

de quartzo (quartzitos e silexitos), atingem o grau **1**, assim como as hematitas jaspelitos. Já aquelas de maior grau de metamorfismo, com composição granítica, podem ser consideradas como pertencentes ao grau **2**, assim como as ígneas ácidas (granitos). As metamórficas calcárias, que são rochas de dissolução química, também apresentam uma boa resistência ao intemperismo, devido à recristalização e saturação entre os grãos do carbonato, e classificadas como grau **3** em relação à resistência. As rochas ígneas ácidas, como apontado anteriormente, recebem classificação de grau **2** por seu teor de sílica livre na forma de quartzo, e as intermediárias, grau **4**, pela ausência em quartzo livre. Nessa categoria ainda podemos inserir as rochas ígneas Noritos (**4**) e Gabros (**5**), pelo baixo teor em sílica com minerais insaturados.

Para aferição e compatibilização dos dados da geologia, relevo e vegetação, foram utilizadas a imagem de satélite *Landsat 8 OLI*, órbita – ponto: 227/72, 226/72, 227/73, 226/73, 227/74, 226/74, 227/75 e 226/75 do ano de 2016 – que foram importadas no programa ArcGis 10® para seguinte efetuação de composição colorida RGB, com as bandas 4, 5 e 6, respectivamente. Além disso, procurou-se usar as imagens SRTM *Earth Explorer* de 25 de setembro de 2014 como referencial, por meio das quais foram elaboradas as cartas de declividade e hipsometria, que auxiliaram na continuidade dos padrões de estruturas geológicas, de relevo e vegetação entre os dois países.

A análise das imagens de satélite foi realizada a partir de métodos de interpretação visual, extraíndo os padrões indicativos de paisagens e possibilitando a continuidade entre os territórios brasileiro e boliviano. Foram então trabalhados diferentes temas assim como analisado o aproveitamento turístico em diferentes situações paisagísticas¹, informações complementadas por averiguação em campo. Considerando o propósito deste trabalho são apresentados os temas geologia, relevo e vegetação.

Para a integração e elaboração do mapa de relevo, levou-se em consideração as formas e o porte do mesmo, a ser identificado na paisagem através dos documentos cartográficos que descrevem feições, tais como hipsometria, declividade e cartas topográficas sombreadas dos dois países. Essa integração resultou na compilação de quatro unidades de relevo, que receberam as designações aplicadas pelo CPRM (2006).

Acerca da vegetação, ela foi integrada e mapeada de acordo com os tipos de fisionomia de savanas e florestas tropicais, definidos no Manual de Vegetação (IBGE, 1992), com o auxílio de documentos cartográficos de relevo, hipsometria, declividade e, em especial, das imagens *Landsat 8/OLI*, somados a observações em trabalhos de campo.

Foram realizados cinco trabalhos de campo: 21 a 23 de fevereiro de 2016, 04 a 08 de abril de 2016, 20 a 24 de junho de 2016, 21 a 25 de novembro de 2016 e 23 a 25 de julho de 2017. Durante as observações, foram levantadas informações sobre os componentes da paisagem, tais como relevo, geologia, vegetação, uso da terra, hidrografia e localização geográfica, o que permitiu comparar e, posteriormente, dialogar com as informações secundárias consultadas. Esse arrolamento de dados foi feito com apoio de um diário de campo e de fichas para levantamento de dados, imprescindíveis para a elaboração dos mapas.

Dessa forma, durante os trabalhos de campo foram utilizadas técnicas e equipamentos que permitiram registrar aspectos da paisagem – potencialidades – da área. *In loco*, a análise da linha do horizonte e o registro da coordenada, por meio de GPS, foram “amarradas” à escala de trabalho, condição fundamental para a compreensão das dimensões da paisagem.

Por fim, como forma de verificação da realidade a partir dos dados compatibilizados, realizou-se um modelo geofotográfico por meio de perfil geocológico que foi auxiliado por saídas de campo, conhecimento acerca da área de estudo e entendimento empírico dos pesquisadores envolvidos. Nesse sentido, abordou-se de forma sintetizada a interação entre os componentes analisados (geologia, relevo e vegetação), aproximando-se do alicerce teórico-metodológico da pesquisa de Mateo Rodriguez *et al.* (2007) e Salinas Chávez (1991).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A construção de cartas temáticas por meio da integração das informações entre os dois lados da fronteira Bolívia-Brasil se mostrou primordial para atender aos preceitos teóricos da categoria *paisagem* adotados na pesquisa. Além disso, destaca-se a relevância dos trabalhos de campo, que proporcionaram o exercício de observação da paisagem, permitindo a apreensão de suas interações, estrutura e dinâmica.

A paisagem concebida segundo a Geoeecologia da Paisagem favorece a realização de novos estudos, oferecendo subsídios metodológicos e técnicos de investigação para a análise do meio natural, especialmente através da homogeneidade da composição dos elementos que a integram, suas interações e inter-relações (MATEO RODRIGUEZ *et al.*, 2007), onde não há fronteiras políticas. Como unidades geoeológicas, apreende-se a individualização, tipologia e unidades regionais ou locais relativamente homogêneas, a exemplo dos resultados obtidos na compatibilização e analogia das unidades dos componentes físicos (geologia, relevo e vegetação) entre os dois lados da fronteira Brasil/Bolívia.

O agrupamento das unidades litológicas, tanto por suas características de estabilidade quanto pelo processo de intemperismo químico e resistência à compressão axial (Mpa), permitiu distinguir sete graus de semelhanças, que de maneira geral denotam maior ou menor predisposição à formação do relevo ou da erosão natural, constituindo zonas homogêneas de resistência. De acordo com os critérios listados anteriormente, das 39 unidades litológicas presentes no território – 15 na Bolívia e 24 no Brasil – após a integração restaram apenas sete unidades litológicas com características similares de estabilidade² (Quadro 2), refletidas também nos compartimentos de relevo. O agrupamento das sete classes litológicas gerou o mapa de geologia da Figura 3-A.

Dessa maneira, aplicando-se os procedimentos listados anteriormente, organizou-se um quadro (Quadro 2) de agrupamento por grau de resistência, que foi utilizado na elaboração do mapa temático (Figura 3-A).

Quadro 2 – Compatibilização dos tipos litológicos do Brasil e da Bolívia, de acordo com o grau de estabilidade

Estabilidade	Descrição dos tipos litológicos agrupados
1	Hematita Jaspelito, Jaspelito, Óxido de Manganês e Arcósio; Metagrauvaca Feldspática, Metaquartzogruvaca e Metaarcósio; Sericita Xisto e Quartzo Sericita Xisto; Quartzito impuro e Quartzo Xisto; Meta Arenito Ortoquartzítico e Ortoquartzito branco.
2	Metaconglomerado Quartzito, Metarenito, Metassilito, Filito e Ardósia Ortognaisse; Biotita-Granada Gnaisse, Migmatito e Granitoide; Quartzitos, Xistos, Conglomerados e Vulcânicas; Cobertura de Alto Nível Laterita, Silexitos, Granitos, Granodioritos, Dunitos, Broncitos, Picritas, Granófiro, Orto-Para-Gnaisse Bandado e Migmatitos.
3	Calcário Calcítico e Calcário Silexito; Mármore Dolomítico, Dolomito Silicos, Para Conglomerado, Arcosio, Arenito Arcosiano, Arenito e Folhelho; Calcários Dolomíticos, Intercalado a Arenitos e Xistos.
4	Arenitos Meta-Arcóseos e Quartzitos; Conglomerados com Argilas, Grauvacas e Calcários; Noritos e Gabros.
5	Tufa Calcária, Travertino e Conglomerado Calcário; Areia, Cascalheiras, Silte/Argila; Arenitos Conglomerático, Conglomerado Polimitico, Arcosio e Metagrauvaca; Cobertura de Alto Nível de Laterita, Argilas Silicosas e Silexitos.
6	Arenitos, Arenito Grosso com cimento Silitico, Ferruginoso.
7	Areia, Areia Quartzoso, Cascalho, Silite e Argila; Sedimentos Detríticos, Conglomerados.

Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

Em decorrência do maior ou menor grau de estabilidade ou resistência aos processos erosivos naturais, surge o relevo da área, com contrastes altimétricos. Em face dos procedimentos empregados e dos critérios mencionados anteriormente, agrupou-se as seguintes classes de relevo na

área de estudo: a) Domínio Montanhoso; Planaltos e Mesetas; b) Superfícies Aplainadas, conservadas, retocadas ou degradadas; Domínio de Colinas Dissecadas; Morros e Serras Baixas; c) Inselbergs e outros relevos residuais; d) Planícies e Terraços Fluviais. O agrupamento do relevo permitiu, com o auxílio dos materiais anteriormente citados (cartas e imagens), mapear zonas homogêneas de relevo, que se encontram representadas na Figura 3-B.

Portanto, percebe-se que na área de estudo existem contrastes marcantes do relevo. Sendo o Pantanal uma planície sedimentar, há zonas extensas de depósitos aluviais, marcados e condicionados aos seus pulsos de inundação. A essa primeira informação, uni-se as classes de Planícies e Terraços Fluviais, que alcançam um máximo de 132 metros de altitude e apresentam, na escala trabalhada na compatibilização, uma característica homogênea na paisagem do Pantanal.

Em uma segunda unificação, nota-se que, em meio às extensas planícies, existem alguns morros residuais que foram menos afetados por processos de intemperismo. Trata-se dos Inselbergs (*monadnocks*), esses apresentam pequena extensão, encostas com declives acentuados e predomínio de superfície aplainada ao redor. Os Inselbergs (*monadnocks*) foram agrupados junto aos demais relevos residuais que estão localizados em regiões esparsas a sul e nordeste da sede municipal de Corumbá. Esse agrupamento originou a categoria denominada de “Inselbergs e outros relevos residuais”.

A classe Superfícies Aplainadas, conservadas, retocadas ou degradadas; Domínio de Colinas Dissecadas; Morros e Serras Baixas, foi a que apontou maiores agrupamentos, entretanto, apresentam uma relativa homogeneidade com relação às inclinações das vertentes, localizações e enclaves em meio às planícies aluviais do Pantanal. Tratam-se de regiões com um relevo mais ondulado - sendo menos atingidas por inundações - localizadas sobretudo nas regiões central e norte do lado boliviano e próximo às margens dos morros mais dissecados do lado brasileiro.

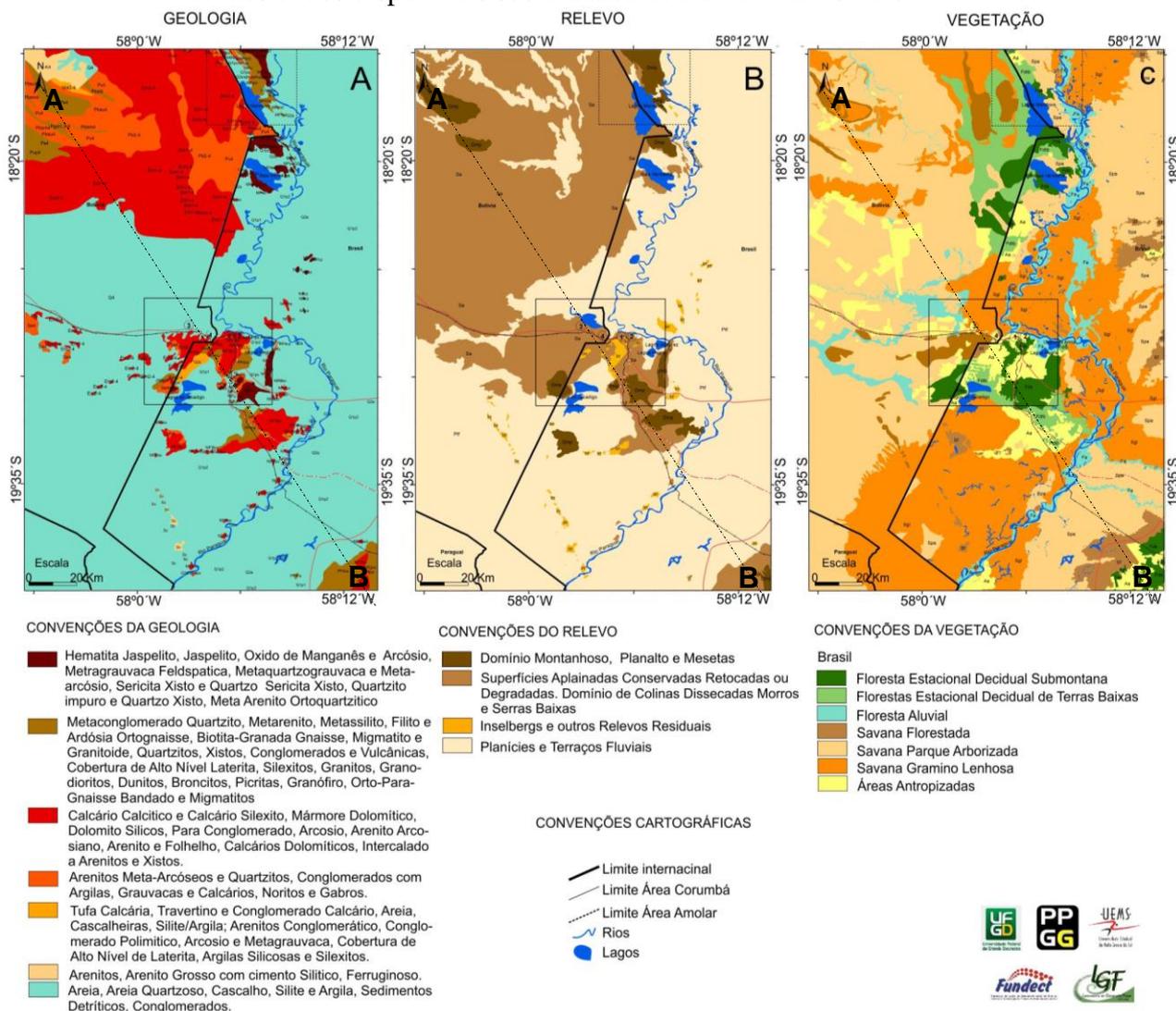
O Domínio Montanhoso; os Planaltos e as Mesetas estão nas áreas de maiores patamares altimétricos. Destacam-se aqui a Morraria do Urucum e o Morro da Santa Cruz (com cotas de 1.052 metros), na região central, correspondente aos municípios de Corumbá e Ladário, e, ao norte da área de estudo, a Serra do Amolar, que abrange cotas de 976 metros. Nota-se que são áreas mais extensas de grandes maciços rochosos, que se assemelham às formações encontradas na Bolívia, mais precisamente na região noroeste, na chamada Serrania Santa Rosa Bocaina.

Essa classe abrangeu agrupamentos com os planaltos e mesetas, pois foi constatado que a nomenclatura aderida pelos mapeamentos bolivianos tinham o planalto e a meseta como similares aos denominados “domínios montanhosos” nos mapeamentos brasileiros. Apesar de não possuírem as mesmas declividades das vertentes do domínio montanhoso, revelam uma característica discrepante da paisagem aplainada e periodicamente inundada do Pantanal sul-mato-grossense e do chaco boliviano, por isso foram agrupados em uma classe única do relevo. A importância da compatibilização dos dados e das informações surge nesse contexto.

No caso da vegetação, a compatibilização foi feita por meio de trabalho de campo, associado à análise de imagens de satélite. As informações existentes sobre o lado boliviano eram extremamente escassas, simplistas, genéricas, e apontam apenas dois tipos de vegetação: Bosque Chiquitano e Bosque Pantanal. Os documentos obtidos apresentam inúmeros locais em branco, sem informação.

Por isso, foram agrupadas sete classes de fisionomias de vegetação na área de fronteira entre o Brasil e a Bolívia, sendo duas fisionomias de floresta tropical e quatro de savanas: Floresta Estacional Decidual Submontana, Floresta Estacional Decidual de Terras Baixas, Floresta Aluvial, Savana Florestada, Savana Parque Arborizada, Savana Gramino-Lenhosa e uma última categoria denominada de Áreas Antropizadas. Essas fisionomias vegetacionais estão representadas na Figura 3-C, a seguir.

Figura 3 – Condição final das cartas de geologia, do relevo e da vegetação após a compatibilização dos dados disponíveis sobre a área de fronteira Brasil-Bolívia



Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

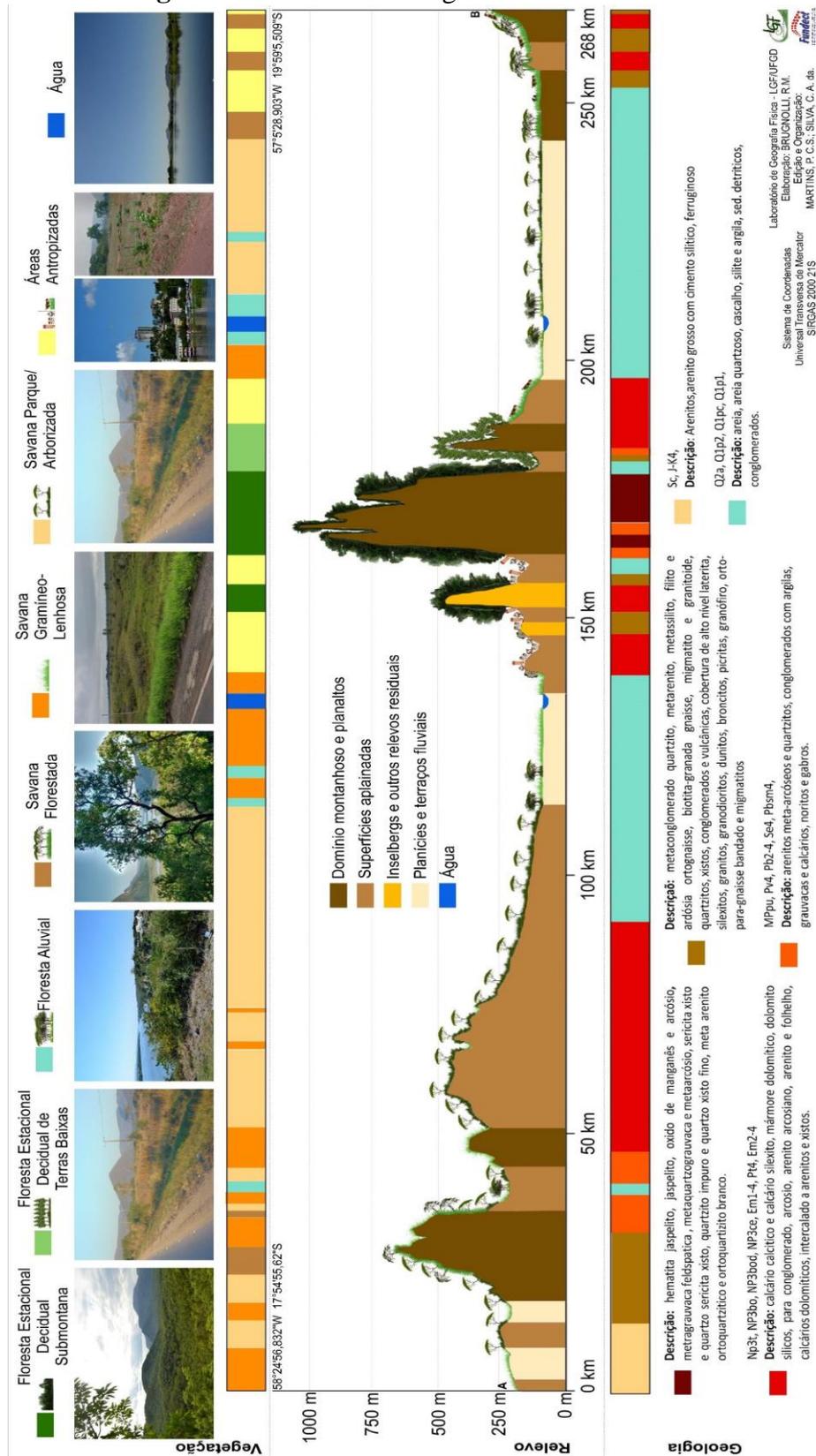
Os resultados encontrados (Figura 3 - A, B e C) demonstram que os agrupamentos das unidades dos componentes geológicos, de relevo e de vegetação apresentam uma satisfatória continuidade entre os lados fronteirizos do Brasil e da Bolívia, apontando ainda para uma adequada coerência entre o que se observa em campo e a representação desses componentes nas cartas. Tal coerência e continuidade entre as unidades que compõem o meio físico dos dois países permitem avançar nos estudos e determinar, após cruzamentos entre esses temas e outros (hipsometria, declividade e uso das terras), as unidades da paisagem de acordo com o conhecimento teórico da Geoecologia da Paisagem (Figura 4).

Nota-se assim que as características geológicas que apresentaram graus 1 e 2 de instabilidade foram bem representadas na compatibilização dos dados, pois abrangeram maciços de rochas metamórficas, em que as regiões de domínio montanhoso, planaltos e mesetas e as superfícies aplainadas se destacaram com uma vegetação predominantemente formada por savanas (florestada, parque arborizada e gramíneo-lenhosa).

Os maciços rochosos, comumente localizados na região central da área de estudo (domínio montanhoso, planaltos e mesetas), apresentaram uma vegetação de floresta estacional decidual submontana, caracterizada pelos morros com vertentes mais íngremes. Nas planícies aluviais e terraços fluviais, por sua vez, há um predomínio de rochas de baixa estabilidade, sobretudo por serem

depósitos de areia, cascalho, silte, argila e demais sedimentos inconsolidados - que periodicamente são atingidos pelos pulsos de inundação -, e apresentam vegetação aluvial (nas áreas mais próximas aos mananciais) e vegetação de savana gramíneo-lenhosa.

Figura 4 – Perfil Geocológico da área de estudo



As áreas antropizadas estão presentes nas regiões das sedes municipais de Corumbá e Ladário. No território boliviano (Puerto Suarez e Puerto Quijarro), foi necessário aplicar o processo de compatibilização, pois não havia informações sobre a vegetação local (espaços em brancos no *shape*). Integrando as áreas antropizadas, estão áreas de pastagens para criação de gado no lado brasileiro e algumas plantações no lado boliviano.

5. CONCLUSÕES

A pesquisa demonstrou a real existência de um descompasso na produção de documentos oficiais, dados e informações em áreas de fronteira, neste caso no Pantanal Brasil-Bolívia, essencialmente quanto a *shapes*. Os documentos cartográficos disponíveis encontram-se muitas vezes em escalas diferentes ou georreferenciados sobre bases geodésicas diversas. Ao mesmo tempo, as técnicas e os procedimentos descritos foram eficientes, tornando possível compatibilizar os *shapes* da área fronteira em questão, condição necessária para elaboração dos mapas temáticos ora apresentados.

O trinômio utilizado na pesquisa, que inclui a organização de referências documentais, imagens de satélite e/ou documentos cartográficos, somados às atividades de campo, demonstrou-se essencial e necessário. O perfil geoecológico proposto de forma inédita para a área trouxe consigo uma importante correlação entre geologia, relevo e vegetação, condição que extrapola e se mostra predominante nos demais setores da área de estudo. Logo, sua representação se tornou uma variável importante para a comprovação do método adotado na compatibilização dos dados e das informações da área.

Destaca-se ainda que os procedimentos e os *softwares* utilizados nesta pesquisa podem auxiliar outras investigações cujos temas sejam áreas fronteiriças e o estudo da paisagem – acredita-se que essa seja a maior contribuição do artigo. Atualmente, os mapas subsidiam e compõem pesquisas que estão sendo desenvolvidas no Laboratório de Geografia Física (www.lgf.ggf.br) da Universidade Federal da Grande Dourados e, no futuro, poderão nortear a proposição e execução de outros estudos na área, inclusive sobre aspectos conservacionistas, preservacionistas, políticas públicas e projetos de desenvolvimento socioambientais.

NOTAS

¹ Como não era o foco deste artigo a análise do aproveitamento turístico em diferentes situações paisagísticas não será relatado. Para maiores detalhes ver Martins (2018).

² Estabilidade igual à resistência ao intemperismo químico e à resistência à compressão axial (Mpa).

REFERÊNCIAS

AB´SABER, A. N. **Brasil: paisagens de exceção: o litoral e o Pantanal Mato-Grossense: patrimônios básicos**. Cotia/SP: Ateliê Editorial, 2006. 159p.

ADÁMOLI, J. O Pantanal e suas relações fitogeográficas com os cerrados: discussão sobre o conceito “Complexo do Pantanal”. In: Congresso Nacional de Botânica, 32., 1981, Teresina. **Anais** [...] Teresina: Sociedade Botânica do Brasil, 1982. p. 109-119.

ALHO, C. J. R.; GONÇALVES, H. C. **Biodiversidade do Pantanal: ecologia e conservação**. Campo Grande/MS: UNIDERP, 2005. 144p.

ASSINE, M. L.; MACEDO, H. A.; STEVAUX, J. C.; BERGIER, I.; PADOVANI, C. R.; SILVA, A. Avulsive Rivers in the Hydrology of the Pantanal Wetland. In: BERGIER, I.; ASSINE, M. L. (org). **Dynamics of the Pantanal Wetland in South America**. 1. ed. [s. l.]: Springer, p. 83-110. 2016.

BOIN, M. N.; MARTINS, P. C. S.; SILVA, C. A.; SALGADO, A. A. R. The Pantanal: the brazilian wetlands. In: SALGADO, A. A. R.; SANTOS, L. J. C.; PAISANI, J. C. (org.). **The Physical Geography of Brazil: Environment, Vegetation and Landscape**. 1. ed. Dordrecht: Springer, 2019. p. 75-91.

BOLIVIA. Catálogo Geobolivia **Geobolivia**. Disponível em <https://geo.gob.bo/geonetwork/srv/por/catalog.search#/home>. Acesso em: 01 jul. 2020.

BRASIL. **Programa de Ações estratégicos para o gerenciamento integrado do Pantanal e Bacia do Alto Paraguai**: Relatório Final. *Implementação de Práticas de Gerenciamento Integrado de Bacia Hidrográfica para o Pantanal e a Bacia do Alto Paraguai ANA/GEF/PNUMA/OEA*. Brasília: TDA Desenho & Arte Ltda, 2004. 317p.

CALHEIROS, D. F.; FONSECA JÚNIOR, W. C. **Perspectivas de estudos ecológicos sobre o Pantanal**. Corumbá, MS: EMBRAPA-CPAP, 1996. 38p.

CUNHA, C. N. da; PIEDADE, M. T. F.; JUNK, W. J. **Classificação e delineamento das áreas úmidas brasileiras e de seus macrohabitats** [recurso eletrônico]. Cuiabá: EdUFMT, 2015.

GONÇALVES, J. C.; ISQUIERDO, S. W. Fronteira Brasil, Bolívia e Paraguai no município de Corumbá: uma abordagem sobre as diferentes divisões político administrativas. **Revista Geográfica de América Central**, Costa Rica, núm. Esp. EGAL, 2011, Costa Rica II, 2011. p. 1-13.

LACERDA FILHO, J. V. de; BRITO, R. S. C. de; SILVA, M. da G. da; OLIVEIRA, C. C. de; MORETON, L. C.; MARTINS, E. G.; LOPES, R. da C.; LIMA, T. M.; LARIZZATT, J. H.; VALENTE, C. R. **Geologia e recursos minerais do estado do Mato Grosso do Sul**. Esc. 1: 1.000.000. *Convênio CPRM/SICME*. Campo Grande: CPRM, 2006.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Informações ambientais: Vegetação**. Rio de Janeiro: 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>. Acesso em: 01 jul. 2020.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: 1992. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/ManuaisdeGeociencias/Manual%20Tecnico%20da%20Vegetacao%20Brasileira%20n.1.pd>. Acesso em 01 jul. 2020.

MARTINS, P. C. S. **As paisagens da faixa de fronteira Brasil/Bolívia**: complexidades do Pantanal Sul-Matogrossense e suas potencialidades para o Turismo de Natureza. Orientador: Charlei Aparecido da Silva. 2018. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal da Grande Dourados: Faculdade de Ciências Humanas, 2018.

MATEO RODRIGUEZ, J. M.; SILVA, E. V. da; CAVALCANTI, P. B. **Geocologia das Paisagens**. Uma visão geossistêmica da análise ambiental. Fortaleza: Edições UFC, 2007. 224p.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Econômico – SEMADE. Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul – IMASUL. **Geoambientes da faixa de fronteira** – GTNF/MS. Campo Grande/MS: SEMADE, 2016.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Estado de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia – SEMAC. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Agrário, da Produção, da Indústria, do Comércio e do Turismo – SEPROTUR. **Plano de desenvolvimento e integração da faixa de fronteira MS**. Campo Grande: SEMAC, 2012a.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Estado de Meio Ambiente, de Planejamento, da Ciência e Tecnologia – SEMAC. Superintendência de Planejamento. **Caderno geoambiental das regiões de planejamento do MS**. Campo Grande: SEMAC: 2011.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Estado de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia – SEMAC. Superintendência de Planejamento Coordenadoria de Pesquisas, Planos, Projetos e Monitoramento. **Indicadores ambientais da faixa de fronteira**. Campo Grande: SEMAC, 2012b.

METZGER, J. P. Effects of deforestation pattern and private nature reserves on the forest conservation in settlement areas of the Brazilian Amazon. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 1, p. 1-14. 2001.

ROSA, R. Análise espacial em geografia. **Revista da ANPEGE**, v. 7, n. 1, p. 275-289, 2011.

SALINAS CHÁVEZ, E. **Análisis y evaluación de los paisajes en la planificación regional de Cuba**. Orientador: Jose Manuel Mateo Rodriguez. 1991. Tese (Doutorado em Ciências Geográficas) – Universidade de Havana, Cuba. 1991.

SILVA, V. C. B.; Machado, P. de S. **Iniciando no ArcGIS**. Belo Horizonte: Centro Universitário de Belo Horizonte, 2010. Disponível em: <https://unibhgeografia.files.wordpress.com/2011/04/apostila-arcgis-prof-patricia.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2017.

SOTTILI, D. M. Análise da organização das unidades político-administrativas na fronteira da borda oeste do Mato Grosso do Sul. **Revista GeoPantanal**, Corumbá/MS, v. 8, n. 14, p. 223-233, 2013.

SORUCO, R. S. *et al.* **Mapa geológico de Bolivia**. Servicio Nacional de Geología y Minería (SERGEOMIM). 1996.

TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M. de; FAIRCHAILD, T. R.; TAIOLI, F. **Decifrando a Terra**. Companhia Editora Nacional: São Paulo, 2008. 557p.

THEODOROVICZ, A. M. de G.; THEODOROVICZ, A. (org.). **Geodiversidade do estado do Mato Grosso do Sul**. São Paulo: CPRM, 2010. 181p.

Data de submissão: 31.08.2018

Data de aceite: 24.06.2020

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.