



**III CONGRESSO BRASILEIRO  
DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
ON-LINE**

## **METODOLOGIA PARA MAPEAMENTO DE ÁREA ÚMIDAS E SEUS MACROHABITATS: O CASO DO SÍTIO RAMSAR RPPN SESC PANTANAL**

STELA ROSA AMARAL GONÇALVES; WOLFGANG JOHANNES JUNK; CATIA NUNES DA CUNHA

### **RESUMO**

**Introdução:** Com a degradação crescente das áreas úmidas e recomendações da Convenção Ramsar para realizar inventários, avaliações e monitoramentos tem crescido nos últimos anos o desenvolvimento de técnicas e metodologias. Em concordância o projeto “Recuperação de Florestas Ribeirinhas Pantaneiras: beneficiando água, solo, peixes e populações do entorno da RPPN Sesc Pantanal – ‘Mupan, Sítio Ramsar RPPN SESC Pantanal’, CPP/INCT-INAU, foi realizado o inventário dos macrohabitats. Objetivo: Esta proposta tem como preceito de recuperação das áreas degradadas com base no conceito de macrohabitats para difusão do modelo para replicação em outros sítios Ramsar e áreas úmidas. Assim, o objetivo desse trabalho foi de a) desenvolver metodologia base para mapeamento das áreas úmidas e seus macrohabitats e b) mapear os macrohabitats remotamente identificáveis com imagens multiespectrais Planet. Material e Métodos: Foi usado sensor Planet multiespectral de alta resolução espacial (3 metros) com 4 bandas espectrais (azul, verde, vermelho e infravermelho próximo) com imagens da estação seca (28 a 31 de julho de 2019), através de análise de imagem baseada em objetos geográficos (Geographic Object-Based Image Analysis - GEOBIA). Resultados e Discussão: Foram utilizados 19 atributos/funções para a separação das classes sendo: 8 de natureza espectral, 6 com funções geométricas e 4 posicionais, além da função customizada do Índice de Diferença de Vegetação Normalizada (NDVI). Foram mapeados 38 macrohabitats, os macrohabitats florestados ocorreram 56% e os menores macrohabitats foram principalmente os associados diretamente a locais permanentemente aquáticos. A avaliação de acurácia ocorreu com dados coletados em campo de plantas lenhosas e herbáceas resultou em Índice Kappa com valor de 0,85, foi considerado ótima. Conclusão: O nível de classificação (unidade funcional, subclasse ou macrohabitats) dependerá basicamente do sensor e suas características e do tamanho da área assim, recomenda-se para grandes áreas o mapeamento em sub-regiões bem como para o procedimento para avaliação de acurácia.

**Palavras-chave:** Macrohabitat; RPPN Sesc Pantanal; Wetlands; GEOBIA

## 1 INTRODUÇÃO

As Áreas Úmidas são ecossistemas colonizados por comunidades vegetais e animais adaptadas às suas condições ambientais específicas (JUNK, W. J., & WANTZEN, 2004; JUNK, W. J., P.B. BAYLEY, 1989), e fornecem uma gama de serviços, muitos dos quais são de importância para o bem-estar humano, para saúde, meios de subsistência e sobrevivência (CONSTANZA et al., 2014; MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005; TEEB FOUNDATIONS, 2010).

Dada a importância ecológica das AUs, essas devem ser monitoradas, classificadas e definidas segundo recomendações da Convenção Ramsar a qual o Brasil é um dos países signatários (NUNES DA CUNHA, CATIA; PIEDADE, MARIA TERESA FERNANDEZ; JUNK, 2015; RAMSAR CONVENTION SECRETARIAT, 2013). Mesmo sabendo da importância dos ecossistemas de AUs, e os compromissos assumidos perante a Convenção, o Brasil não possui um inventário nacional de AUs.

O inventário, avaliação e monitoramento de áreas úmidas são essenciais para uma variedade de fins que sustentam as tomadas de decisão na gestão dessas áreas. Assim desenvolver metodologias e/ou ferramentas que possibilitem a realização dessa gestão de forma eficiente é necessário. “O desenvolvimento de técnicas, com uso de sensoriamento remoto e sistema de informações geográfica (SIG), para a elaboração de inventários de áreas úmidas (AUs) tem sido reconhecido na Convenção de Ramsar” (DAVIDSON, 2014; DAVIDSON; FINLAYSON, 2007).

A produção de informação em bases de dados georeferenciados proporciona grandes vantagens rompendo principalmente as barreiras de falta de informação, custo e a dificuldade de acesso aos tipos de zonas úmidas.

Conceituados como Macrohabitats, as unidades da paisagem com resposta espectral similar dependente do regime hidrológico, ou seja, pela variação do volume de água ou encharcamento presente durante o imageamento do sensor, e pela cobertura específica de vegetação que interferem na reflexão da radiação eletromagnética possibilitando o seu reconhecimento espacial. Assim, o mapeamento de macrohabitats não está condicionado a escala ou a resolução do sensor e sim as características físicas desse ecossistema.

O objetivo desse trabalho foi de a) desenvolver metodologia base para mapeamento das áreas úmidas e seus macrohabitats e b) mapear os macrohabitats remotamente identificáveis com imagens multiespectrais Planet.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo de caso:

O trabalho foi desenvolvido no Sítio Ramsar RPPN ESC Pantanal, localizado no município de Barão de Melgaço, Mato Grosso, criada em 1997 (Figura 1).

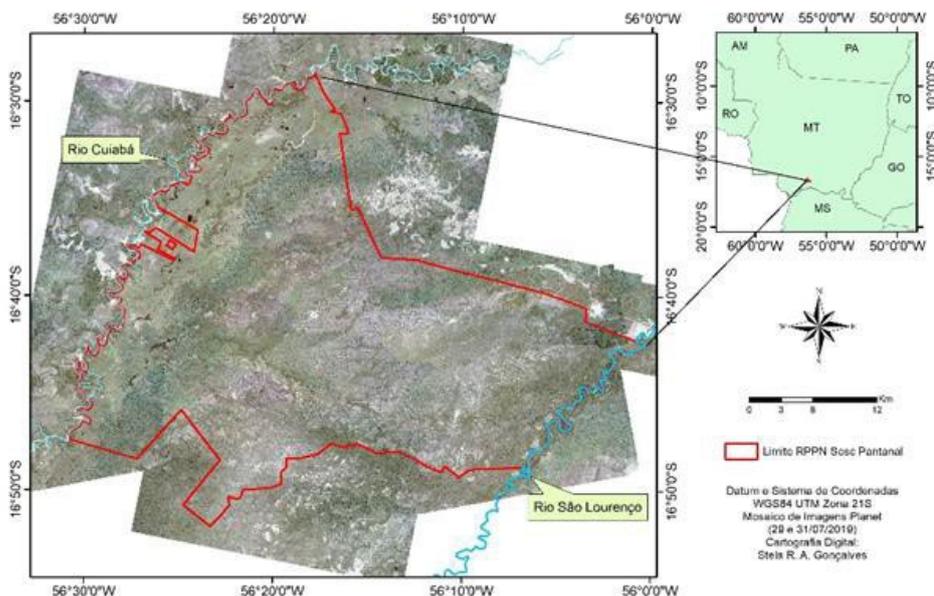


Figura 1 - Localização da área de aplicação da metodologia proposta. Sitio Ramsar RPPN SESC Pantanal.

## 2.2 Metodologia

### a) Seleção das imagens e Pré-processamento

Imagens PlanetScope do instrumento PS2 ótico com 3 metros de resolução espacial e 4 bandas espectrais: Banda 1 Azul (455 – 515 nm), Banda 2 Verde (500 – 590 nm), Banda 3 Vermelho (590 – 670 nm) e Banda 4 Infravermelho próximo (780 – 860 nm), com Datum WGS 1984 projetadas em UTM zona 21S foram selecionadas (PLANET, 2016). O período de seleção foi de 29 até 31/07 de 2019. O acesso ocorreu através no Programa de Educação e Pesquisa. Foram selecionadas imagens, com o radiométrica semelhante da mesma órbita/faixa e com cobertura de nuvens fora da área de interesse ou nenhuma cobertura. Realizou a correção atmosférica através do módulo de correção atmosférica do software ENVI QUAC (Quick Atmospheric Correction) (BERNSTEIN et al., 2005). Devido à grande extensão da RPPN, foram criados 6 projetos cartográficos separadamente no software de classificação de imagens de satélites especializado e avançado eCognition, a seleção das imagens e pré-processamento foi resumida na figura 2.

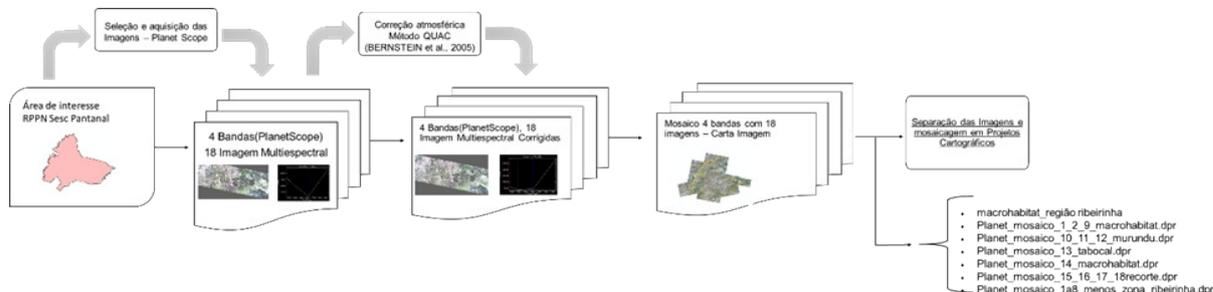


Figura 2 – Seleção das imagens e Pré-processamento: aquisição, seleção das imagens, correção atmosférica e elaboração dos projetos cartográficos.

b) Elaboração do Banco de Dados Geográficos: projetos cartográficos com os mosaicos corrigidos e levantamento e aquisição das informações ambientais secundárias e elaboração de índice de vegetação e representação do relevo

Um resumo da organização do Banco de Dados Geográficos foi sistematizado no fluxograma metodológico figura 3 e o detalhamento a seguir:

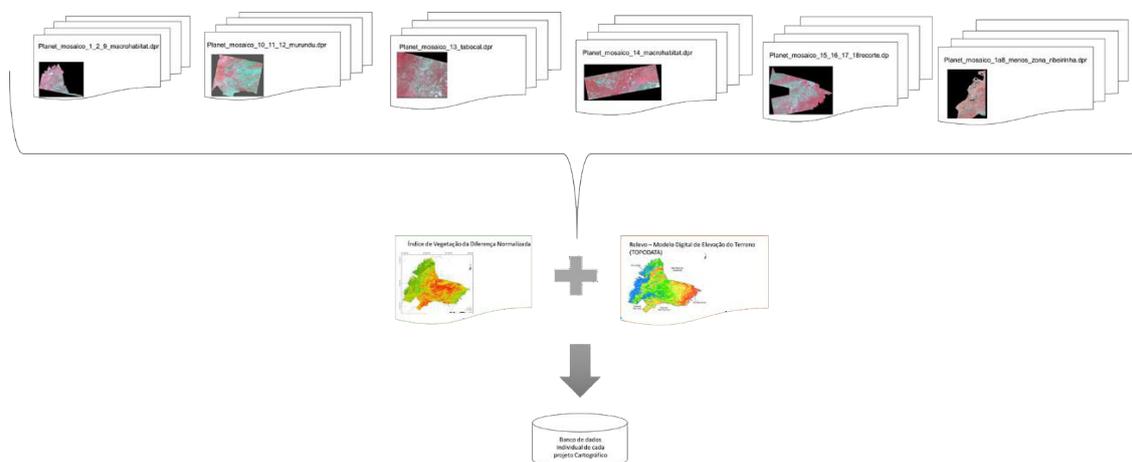


Figura 3 - Elaboração do Banco de Dados Geográficos: projetos cartográficos com os mosaicos corrigidos e levantamento e aquisição das informações ambientais secundárias

c) Elaboração da chave de interpretação das classes e Classificação das Áreas úmidas e seus Macrohabitats com Análise Geográfica Orientada a Objeto (GEOBIA)

O processamento para cada projeto cartográfico na abordagem GEOBIA foi resumido na figura 4

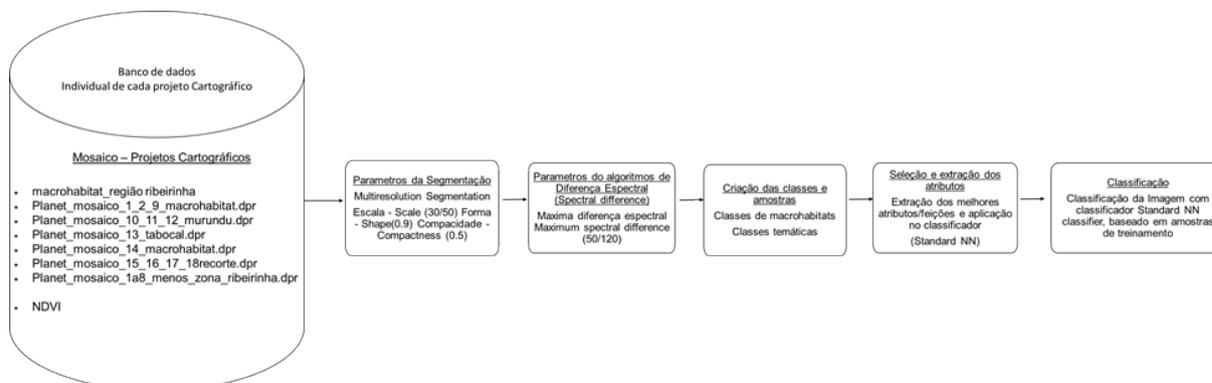


Figura 4 – Fluxograma geral do processamento individual dos projetos cartográficos para mapeamento dos macrohabitats

Ao final do processamento orientado a objeto foram realizadas poucas correções manuais e a exportação do resultado para elaboração do mapa temático em programa de SIG (ArcMap).

d) Validação

Para validação no total foram amostradas 323 áreas de referência em campo, classes gerais contendo macrohabitats com pequenas extensões de área de cobertura foram criadas. Os cálculos de validação deram-se através do cruzamento das informações mapeadas com as adquiridas em campo

em matriz de erro e confusão medida com índice de concordância Kappa(FOODY, 2002; STORY; CONGALTON, 1986). Para coleta dos pontos em campo foram realizadas campanhas em: 24 e 25 de outubro de 2020, 05 e 06 de dezembro de 2020 e 19 e 20 de junho de 2021.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram utilizados os 19 atributos para a separação das classes, bem como para modelar as incertezas foram aplicadas funções de pertinência fuzzy (membership function). Os atributos utilizados foram: Média da banda do infravermelho (Mean Band 4), Média da banda do vermelho (Mean Band 3), Média da banda do verde (Mean Band 2), Média da banda do azul (Mean Band 1), Maxima diferença entre as bandas (Max. Diff), Brilho (Brightness), Matriz (Componente da transformação da cor – HUE- RGB - 123), Saturação (Componente da transformação da cor – Saturation- RGB - 123), NDVI – Índice da Diferença de Vegetação Normalizada, Comprimento, Assimetria (Asymmetry), Compacidade (Compactness), Ajuste retangular (Retangular Fit), Direção principal (Main direction), Densidade (Density) e Distancia dos eixos x e y da borda direita da imagem, Distancia até a borda superior da imagem e Distancia até a borda da imagem.

Em nível das imagens Planet e suas especificações técnicas e com uso de classificação de GEOBIA, foi possível a classificação dos Macrohabitats remotamente identificáveis no Sítio Ramsar RPPN SESC Pantanal de acordo com a Figura 2.

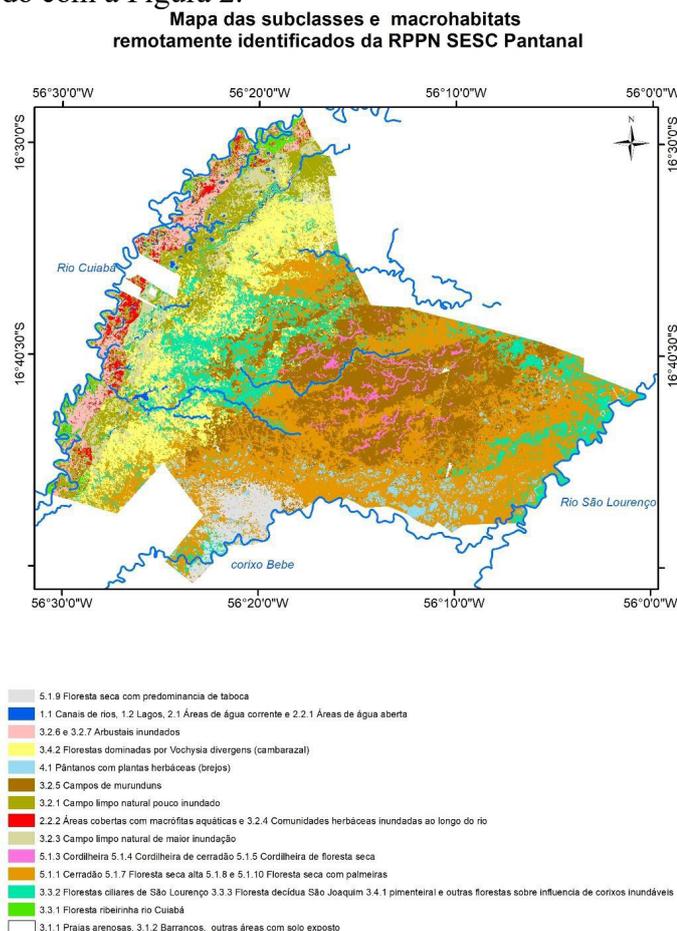


Figura 5 – Mapa das subclasses e macrohabitats remotamente identificados da RPPN Sesc Pantanal.

Foi possível observar que pouco mais da metade da reserva (56%) é coberta por macrohabitats florestais, incluindo macrohabitats não inundáveis como os de Cerradão, florestas secas, Cambarazal, e Florestas ciliares.

As imagens PlanetScope possui resolução espacial e espectral adequadas para o mapeamento de todos os macrohabitats do Sítio Ramsar RPPN SESC Pantanal. Foi possível identificar, partes da imagem no qual a maioria dos macrohabitats foram reconhecidos, entretanto, nem todos podem ser representados tematicamente. Isso acontece devido as características inerentes do próprio macrohabitat que em algumas vezes tornou-se possível de ser observada apenas em nível de solo, ou seja, em campo, como foi o caso dos diferentes tipos de macrohabitats de áreas pantanosas. Em nível de sensor foi possível distingui-los até o nível de subclasse e em campo com levantamento florístico foi alcançado o nível de macrohabitat ao distinguir a espécie dominante de cada tipo de pântano.

Sobretudo, outros macrohabitats foram identificados prontamente em nível de sensor como no caso das Florestas dominadas por *Vochysia divergens* ou também conhecida como Cambarazal, devido a sua grande extensão e característica espectral peculiar. Percebe-se que existem dois mapeamentos envolvidos, o primeiro envolvendo o reconhecimento do padrão com as características espectrais e espaciais que caracterizam cada macrohabitat na imagem escolhida e outro a classificação supervisionada gerenciada e dependente de muitos fatores relacionados principalmente com as características da imagem/sensor escolhido e o tamanho da área a ser mapeada.

A classe com maior erro foi de Campina/pântanos (ver tabela de matriz de confusão – indicado em laranja) – o motivo atribuído foi devido a diversidade desse macrohabitat que apresenta espécies tanto inundáveis quando intermediárias devido a principalmente ao fator topográfico que influencia no gradiente de inundação e conseqüentemente na distribuição das espécies dentro das áreas de pântanos. Ressalta-se que devido ao tamanho reduzido a classe de capões e cordilheiras foram inclusas em campo de murundu. O Índice Kappa foi considerado ótima com valor de 0,85 (LANDIS; KOCH, 1977).

	arbustal	cambarazal	campina	campo de murundu	campo_limpo_natural	floresta_ribeirinha	formações_florestais	tabocal	Total Geral
arbustal	4								4
cambarazal		4	1						5
campina			9	2					14
campo de murundu			3	58				1	65
campo_limpo_natural					4				4
floresta_ribeirinha	1					6			7
formações_florestais			1	1			161	15	178
tabocal								46	46
Total Geral	5	4	14	61	4	6	167	62	323

Figura 6 – Matriz de erro e confusão de validação do mapeamento

#### 4 CONCLUSÃO

O nível de classificação (unidade funcional, subclasse ou macrohabitats) dependerá basicamente do sensor e suas características e do tamanho da área. Para grandes áreas é necessário a divisão em sub-regiões ou definição de unidades menores para que todos os macrohabitats sejam encontrados. As divisões devem ocorrer observando parâmetros hidrológicos e botânicos

Para representar precisamente todos os tipos de macrohabitats da RPPN deve-se realizar um mapeamento da região ribeirinha do rio São Lourenço, tendo em vista a diversidade de habitats encontrados na região ribeirinha no rio Cuiabá. Os locais com água na superfície, ou sejam áreas permanentemente aquáticas e ATTZ com predominância aquática possuem comportamento espectral

complexo e outras formas de processamento diferente das demais áreas por isso, recomenda-se mapeá-las com maior nível de detalhamento possível (imagens de alta resolução ou drones) e separadamente das outras áreas devido a grande dificuldade de acesso para a validação.

A divisão em menores áreas ou sub-regiões proporciona que subclasses possam ser melhor exploradas com o mapeamento em níveis hierárquicos possível com o método de GEOBIA e macrohabitats identificáveis no sensor possam ser representados no layout do mapeamento. O processo de validação do mapeamento devido ao número elevado de classes é recomendável que ocorra por sub-regiões para que cada classe possa ser avaliada individualmente evitando generalizações.

## REFERÊNCIAS

BERNSTEIN, L. S.; ADLER-GOLDEN, S. M.; SUNDBERG, R. L.; LEVINE, R. Y.; PERKINS, T. C.; BERK, A.; RATKOWSKI, A. J.; FELDE, G.; HOKE, M. L. A new method for atmospheric correction and aerosol optical property retrieval for VIS-SWIR multi- and hyperspectral imaging sensors: QUAC (QUick Atmospheric Correction). **International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)**, [s. l.], v. 5, p. 3549–3552, 2005.

CONSTANZA, R.; GROOT, R. De; SUTTON, P.; VAN DER PLOEG, S.; ANDERSON, S. J.; KUBISZEWSKI, I.; FARBER, S.; TURNER, R. K. Changes in the global value of ecosystem services. **Global Environmental Change**, [s. l.], v. 26, p. 152–158, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002>>

DAVIDSON, N. C. How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area. [s. l.], n. 1981, p. 934–941, 2014.

DAVIDSON, N. C.; FINLAYSON, C. M. Earth Observation for wetland inventory, assessment and monitoring. [s. l.], v. 228, p. 219–228, 2007.

FOODY, G. M. Status of land cover classification accuracy assessment. **Remote Sensing of Environment**, [s. l.], v. 80, n. 1, p. 185–201, 2002.

JUNK, W. J., & WANTZEN, K. M. The flood pulse concept: new aspects approaches and applications An update. In: **Proceedings of the second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries**. [s.l: s.n.]. p. 117–149.

JUNK, W. J., P.B. BAYLEY, And R. E. S. The Flood Pulse Concept in River - Floodplain System. **Fish. Aquat**, [s. l.], v. Proceeding, n. 106, p. 110–127, 1989.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. **Biometrics**, [s. l.], v. 33, n. 1, p. 159–174, 1977.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being : synthesis / Millennium Ecosystem Assessment**. Washington: Island Press, 2005.

NUNES DA CUNHA, C; JUNK, W. J. Part II: A Classificação dos Macrohabitats do Pantanal Matogrossense. In: **Classificação e Delineamento das Áreas Úmidas Brasileiras e de seus Macrohabitats**. Cuiabá - MT. p. 77–112.

NUNES DA CUNHA, CATIA; PIEDADE, MARIA TERESA FERNANDEZ; JUNK, W. J.  
**Classificação e Delineamento das Áreas Úmidas Brasileiras e de seus Macrohabitats . Parte I :  
Definição e Classificação das Áreas Úmidas ( AUs ) Brasileiras : Base Científica para uma N** [s.l:  
s.n.].

PLANET. **PLANET IMAGERY PRODUCT SPECIFICATION: PLANETSCOPE & RAPIDEYE.**  
[s.l: s.n.].

RAMSAR CONVENTION SECRETARIAT, 2013. **The Ramsar Convention Manual: a guide to the  
Convention on Wetlands (Ramsar, Iran, 1971), 6th ed.** Gland, Switzerland.

STORY, M.; CONGALTON, R. G. Remote Sensing Brief Accuracy Assessment: A User's Perspective.  
**Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, [s. l.], v. 52, n. 3, p. 397– 399, 1986.  
TEEB FOUNDATIONS. **The economics of ecosystems and biodiversity.** [s.l: s.n.].