



**Validação da Aplicação de Imagens Planet à  
Regularização Ambiental de Imóveis Rurais no Mato Grosso do Sul**

**Remote Sensing Applied to the Environmental  
Regularization of Rural Properties in Mato Grosso do Sul**

Évelyn Camila Casadias Pinheiro<sup>1</sup>; Ana Paula Marques Ramos<sup>2</sup> & José Marcato Junior<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia.  
Cidade Universitária – Universitário, 79070-900 - Campo Grande, MS, Brasil

<sup>2</sup>Universidade do Oeste Paulista, Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional.  
Rodovia Raposo Tavares, 572km, 19067-175, Presidente Prudente-SP

E-mails: [ecpinheiro.ga@gmail.com](mailto:ecpinheiro.ga@gmail.com); [jrmarcato@gmail.com](mailto:jrmarcato@gmail.com)

Recebido em: 22/04/2019    Aprovado em: 16/07/2019

DOI: [http://dx.doi.org/10.11137/2019\\_3\\_145\\_153](http://dx.doi.org/10.11137/2019_3_145_153)

### Resumo

As legislações e normas ambientais direcionadas à preservação e monitoramento da utilização dos recursos naturais tem sido combustível para uma gama de pesquisas nas áreas das ciências ambientais. Uma das principais informações necessárias ao cumprimento das obrigações ambientais é o conhecimento da cobertura e uso do solo. O objetivo desta pesquisa foi investigar e validar a utilização de imagens da constelação de nano-satélites Planet aplicadas a regularização ambiental rural no Estado de Mato Grosso do Sul. Diante disso, executamos a classificação de uso e cobertura do solo, segundo classes do Cadastro Ambiental Rural, utilizando o *software Google Earth Engine*. A validação foi realizada com ortofotos geradas a partir de um VANT (Veículo Aéreo Não-Tripulado) eBee RTK. Outra lacuna identificada e investigada foi a ausência de pesquisas sobre a validação da acurácia posicional das imagens Planet. Esta etapa foi executada utilizando-se a marcação de pontos homólogos às imagens Planet, nas ortofotos do Município de Campo Grande-MS. A partir do método de treinamento de algoritmos no *Google Earth Engine*, obteve-se um resultado de exatidão global de 99,98% e uma validação que resultou em um índice Kappa de 86,16%. Os destaques são para as áreas de vegetação nativa e para as áreas de ocupação, ou seja, duas das mais importantes classes para o CAR. A definição da resultante planimétrica de 4,65 m, se mostrou satisfatória quanto as previsões Planet, em 90% dos pontos. Ao se conhecer com mais acuidade as ferramentas de sensoriamento remoto propostas, é possível que se monitore, autorize e fiscalize o desmatamento da vegetação nativa de forma mais ágil e satisfatória.

**Palavras-chave:** Sensoriamento Remoto; Planet; Cadastro Ambiental Rural

### Abstract

Legislation and environmental standards aimed at the preservation and monitoring of the use of natural resources have been fuel for a range of research in the areas of environmental sciences. One of the key information needed to meet environmental obligations is knowledge of land cover and use. The objective of this research was to investigate and validate the use of images of the constellation Planet nano-satellites applied to the rural environmental regularization in the State of Mato Grosso do Sul. In this way, we performed the classification of land use and cover, according to the classes of Environmental Cadastre Using the Google Earth Engine software. Validation was performed with orthophotos generated from an eBee RTK (Unmanned Aerial Vehicle). Another gap identified and investigated was the lack of research on the validation of the positional accuracy of the Planet images. This step was performed using the marking of points homologous to the Planet images, in the orthophotos of the Municipality of Campo Grande-MS. From the algorithm training method in Google Earth Engine, a global accuracy score of 99.98% was obtained and a validation that resulted in a Kappa index of 86.16%. The highlights are for the native vegetation areas and the occupation areas, that is, two of the most important classes for the CAR. The definition of the planimetric result of 4.65 m, was satisfactory as predicted Planet, in 90% of the points. By knowing more about the proposed remote sensing tools, it is possible to monitor, authorize and control deforestation of the native vegetation in a more agile and satisfactory way.

**Keywords:** Remote sensing; Planet; Rural Environmental Registry

## 1 Introdução

O monitoramento das áreas de interesse ambiental no contexto rural vem sendo foco de políticas públicas ambientais que pretendem atenuar as ocorrências do desmatamento da vegetação nativa. Para isso, ferramentas que permitem uma compreensão mais abrangente da paisagem são aliadas deste tipo de monitoramento. Destaca-se aqui, ao se considerar a extensão territorial brasileira, a aplicação das imagens orbitais.

Para Malingreau (1985), a necessidade de aprimorar a gestão dos recursos naturais a favor do atendimento do crescimento da população e de monitorar os efeitos desta exploração, incitou a necessidade da coleta de grande quantidade de dados sobre recursos naturais, o que consequentemente sustentou o desenvolvimento da detecção remota orbital. Além disso, a utilização de satélites contribuiu para reduzir a incerteza resultante das situações de mudança no uso de recursos naturais em países em desenvolvimento, tornando o sensoriamento remoto orbital parte importante do ambiente de informação.

Neste contexto, no atual cenário das políticas públicas ambientais no Brasil, temos o novo Código Florestal, a Lei Federal nº 12.651 de 25 de maio de 2012, que apresenta as condições e normas para a proteção da vegetação nativa, abordando principalmente a regularização ambiental de imóveis rurais através do Cadastro Ambiental Rural - CAR. De acordo com o Código Florestal, o CAR é um registro público eletrônico de âmbito nacional, obrigatório para todos os imóveis rurais, que objetiva integrar as informações ambientais das propriedades e posses rurais. Ele compõe uma base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento. Diante do exposto, é fundamental que sejam investigadas e validadas ferramentas de sensoriamento remoto aplicáveis às interpretações do uso e cobertura do solo e à preservação ambiental dos recursos naturais.

Os avanços dos micro-satélites de baixo custo permitem coletar dados globais em altas resoluções espaciais e temporais, viabilizando a produção de mapas de uso e cobertura do solo de maior qualidade, pois a frequência de cobertura aumenta a possibi-

lidade de obtenção de dados livres de nuvens (Dash & Ogotu, 2016).

Neste sentido, em 2011, surge a empresa Planet Labs, atualmente denominada Planet, que utiliza uma abordagem aeroespacial ágil para o projeto de seus satélites, controle de missões e sistemas operacionais. A Planet opera atualmente três constelações de satélites de imagens: PlanetScope, RapidEye e Sky-Sat. Cada satélite PlanetScope é um CubeSat 3U (10 cm por 10 cm por 30 cm). A constelação contempla aproximadamente 175 satélites. (Planet Team, 2018).

Steiner *et al.* (2017) utilizaram modelos digitais de elevação e imagens Landsat em combinação com imagens de alta resolução da constelação de satélites Planet para quantificar as mudanças de altitude e velocidades de fluxo durante um surto de geleira do Glaciar Khurdopin em 2017. Burke & Lobell (2017) avaliaram o potencial de rastrear a variação de rendimento de milho de pequenos produtores no oeste do Quênia, usando uma combinação de imagens de Terra Bella de 1 m e amostragem de campo intensiva e compararam o potencial de resoluções mais grosseiras (5, 10 e 30 m) para o mesmo fim. Representando 5 m, os sensores como RapidEye e Planet Scope mostraram ainda serem úteis para o monitoramento de culturas.

Asner *et al.*, (2017) testaram a precisão dos dados dos CubeSats Planet, para o mapeamento de recifes de coral e ervas marinhas em um atol no arquipélago de Spratly, e em comparação com levantamentos fotográficos subaquáticos, constataram que a classificação não supervisionada das imagens Planet forneceu uma precisão média de 92% na detecção da extensão dos recifes de coral rasos, porções observáveis de recifes de coral profundos e areia.

Houborg & McCabe (2016), exploraram a alta qualidade radiométrica e a capacidade de imagem do infravermelho próximo do Landsat-8 para maximizar a utilidade das imagens de séries temporais RGB da Planet para aplicações agrícolas. Desenvolveram uma estrutura operacional capaz de traduzir séries temporais densas de imagens RGB brutas em estimativas Landsat consistentes e corrigidas atmosféricamente de NDVI a uma resolução de 3-5 m. O resultado final foi um mapa NDVI baseado em imagens Planet de alta resolução.

McCabe *et al.* (2017) estimaram a dinâmica da vegetação e evaporação terrestre, com destaque para a vantagem espaço-temporal dos emergentes sistemas CubeSat. Neste estudo foram utilizados os sensores PlanetScope da Planet, onde a percepção espacial fornecida ilustrou um nível de detalhe incomparável, dentro e entre campos, com informações sobre o estágio de corte, distribuiu padrões de uso de água em escala de fazenda e a identificação de áreas impactadas por estresse de nutrientes ou de água. A mesma percepção deste elemento foi mascarada pelos mapeamentos Landsat em comparação às imagens Planet.

Um grande desafio na utilização de dados de detecção remota óptica para o monitoramento de ecossistemas terrestres é o custo da análise de dados, devido aos requisitos logísticos, *hardware*, *software* e treinamento de analistas qualificados. Estas limitações podem dificultar a aceitação desses conjuntos de dados, e a computação em nuvem pode ser uma alternativa para reduzir os custos de instalação de hardwares necessários para processar dados de observação da Terra, levando a um aumento na absorção e uso de dados de detecção remota óptica, vantagem ainda maior para países de baixa renda (Dash & Ogotu, 2016).

O *Google Earth Engine* é uma plataforma de computação baseada em nuvem que permite aos usuários executar análises geoespaciais na infraestrutura do Google. Entre a variedade de maneiras de interagir com a plataforma, a interface Explorer, que foi utilizada neste trabalho, é uma interface *web* simples e livre para a API (*Application Programming Interface*) *Earth Engine*. É possível que qualquer pessoa visualize os dados no catálogo de dados públicos e importar dados, executar análises espaciais, salvar e exportar os resultados (Gorelick *et al.*, 2017). O processamento e a implementação em um ambiente de nuvem permitem um dimensionamento consistente dos esforços computacionais ao lidar com áreas geográficas amplas (Patel *et al.*, 2015). O *Google Earth Engine* foi utilizado nesta pesquisa para aplicar os algoritmos de classificação nas imagens Planet.

O objetivo deste trabalho consiste em investigar a utilização e aplicação das imagens Planet ao

Cadastro Ambiental Rural no Mato Grosso do Sul. Buscou-se conhecer a aplicação do *software Google Earth Engine* para realizar o mapeamento do uso e cobertura do solo a partir de imagens da constelação de nano-satélites Planet. Outra aplicação importante para o CAR também investigada neste trabalho foi a de avaliar a qualidade posicional e geométrica das imagens Planet, uma vez que esta validação não foi identificada na literatura consultada.

## 2 Materiais e Métodos

### 2.1 Área de Estudo

A área de estudo utilizada para a classificação do uso e cobertura do solo é a Fazenda Escola da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, localizada no Município de Terenos/MS. A Fazenda Escola UFMS possui uma área de 308,1855 hectares. Para a validação posicional das imagens Planet utilizou-se imagens aéreas de alta resolução da área urbana do Município de Campo Grande/MS. As imagens Planet avaliadas foram obtidas através da disponibilização gratuita a partir do programa de educação e pesquisa da Planet. Para a validação da acurácia posicional foram usadas imagens da data de 24 de março de 2018. Para a classificação do uso e cobertura do solo, foram utilizadas imagens de 23 de fevereiro de 2018.

### 2.2 Classificação das Imagens

As imagens da constelação PlanetScope possuem uma distância amostral do solo de 3,5 a 4m (GSD de 3,7 m). As bandas espectrais são o Blue (455-515 nm), o Green (500-590 nm), o Red (590-670 nm) e o NIR (780-860 nm). O tempo de revisita é diário na órbita síncrona ao Sol, com uma capacidade de 340 milhões de km<sup>2</sup> por dia (Planet Team, 2018).

A escolha das classes para a classificação do uso e cobertura do solo foi fundamentada na Resolução Estadual SEMAC n° 12 de 17 de julho de 2014, que dispõe sobre as normas técnicas para georreferenciamento de áreas de interesse ambiental e de atividades sujeitas ao licenciamento e regularização ambiental no Instituto de Meio Ambiente de Mato

Grosso do Sul. Esta norma faz a especificação da classificação que deve ser utilizada para o uso e cobertura do solo quanto ao Cadastro Ambiental Rural no Estado de Mato Grosso do Sul. As classes utilizadas foram: Área de Remanescente de Vegetação Nativa, Benfeitorias, Área de Ocupação Agrossilvipastoril, Ecoturismo e Turismo Rural, na mesma categoria também foi incluída a classe de Área de Ocupação por Outras Atividades, e por fim, áreas de acumulações de água, onde se enquadram as classes de Área do Reservatório d'água Artificial Decorrente de Barramento ou Represamento de Cursos d'água Naturais, Área do Reservatório d'água Artificial Destinado a Geração de Energia ou Abastecimento Público e Área de Lago e Lagoa Natural.

Foram criados 70 polígonos para o treinamento dos algoritmos de classificação, todos fora da área da Fazenda Escola. Destes, 21 são polígonos de vegetação nativa, 24 de área de ocupação, 11 de benfeitorias e 14 de acumulações de água.

Todos os algoritmos classificadores do *software Google Earth Engine* foram testados. Os melhores valores de exatidão global para esta pesquisa foram atribuídos a *GMO Max Entropy*, *CART* e *Random Forest*.

A validação da classificação foi realizada utilizando-se ortofotos geradas a partir de VANT (Veículos Aéreos Não-Tripulados) eBee RTK (Company SenseFly AS, 2017). O VANT eBee RTK possui uma câmera WX RGB (18.2 MP), e as câmeras opcionais G9X, S110 NIR/RE e thermoMAP. O *software* de planejamento e controle de vôo é o eMotion 3, e o *software* de processamento de imagem é o Pix4Dmapper Pro. O tempo de vôo máximo é de 40 minutos e uma faixa de operação de 8 km<sup>2</sup>. As imagens possuem distância de amostragem do solo de até 1,5 cm (Company SenseFly AS, 2017). Foram distribuídos 240 pontos de verificação na imagem de VANT dentro da Fazenda Escola. É importante evidenciar que para a garantia da validação, ao criar os polígonos de treinamento das imagens, não foram selecionadas áreas dentro do perímetro da Fazenda Escola. Após a distribuição dos pontos, foi feita a comparação visual destes pontos com as áreas classificadas e foi construída uma matriz de erros. A figura 1 apresenta a distribuição dos pontos nas imagens eBee.

## 2.3 Validação da Acurácia Posicional

Foi feita a extração das coordenadas UTM (E e N) de 110 pontos de verificação das imagens Planet, e posteriormente, foram extraídos pontos homólogos nas ortofotos aéreas da área urbana de Campo Grande/MS, com GSD de 10 cm, disponibilizadas pela Prefeitura Municipal. Ressalta-se que a ordem seguida para a marcação de pontos correspondentes foi essencial a qualidade da medição, posto que alguns pontos que eram satisfatoriamente visíveis nas ortofotos do município de Campo Grande/MS, não tinham uma correspondência satisfatória equivalente nas imagens Planet, devido a diferença de resolução espacial. A partir disso, optou-se por selecionar primeiro os pontos de mais fácil identificação nas imagens Planet, e posteriormente, fazê-lo nas ortofotos aéreas. O *software* utilizado nesta etapa foi o Qgis (versão 2.14.11) (QGIS Development Team, 2017). A Figura 2 ilustra os pontos, distribuídos homogeneamente em um mosaico de quatro cenas da constelação Planet. A Figura 3 apresenta um exemplo de pontos correspondentes nas imagens Planet e nas ortofotos do município.

## 3 Resultados e Discussão

### 3.1 Classificação e Validação da Classificação das Imagens Planet

A classificação das imagens Planet no *software Google Earth Engine* apresentou um valor de exatidão global de 99,98% com o algoritmo *Random Forest*. A Vegetação Nativa (99,97%) apresentou confusão de 0,03% com a Área de Ocupação. As áreas de Benfeitorias (97,34%) resultaram a maior porcentagem de confusão, com 2,66% em relação a Área de Ocupação. As Acumulações de Água e a Área de Ocupação não apresentaram confusão com nenhuma outra área.

A escolha da classificação das Acumulações de Água, ao invés de recursos hídricos em geral, se deu devido a região da Fazenda Escola apresentar uma variedade de cursos d'água não visíveis na resolução espacial de 3m. A classificação de acumulações de água é uma ferramenta valiosa na identificação de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, perenes ou intermitentes. Isso contribui para a

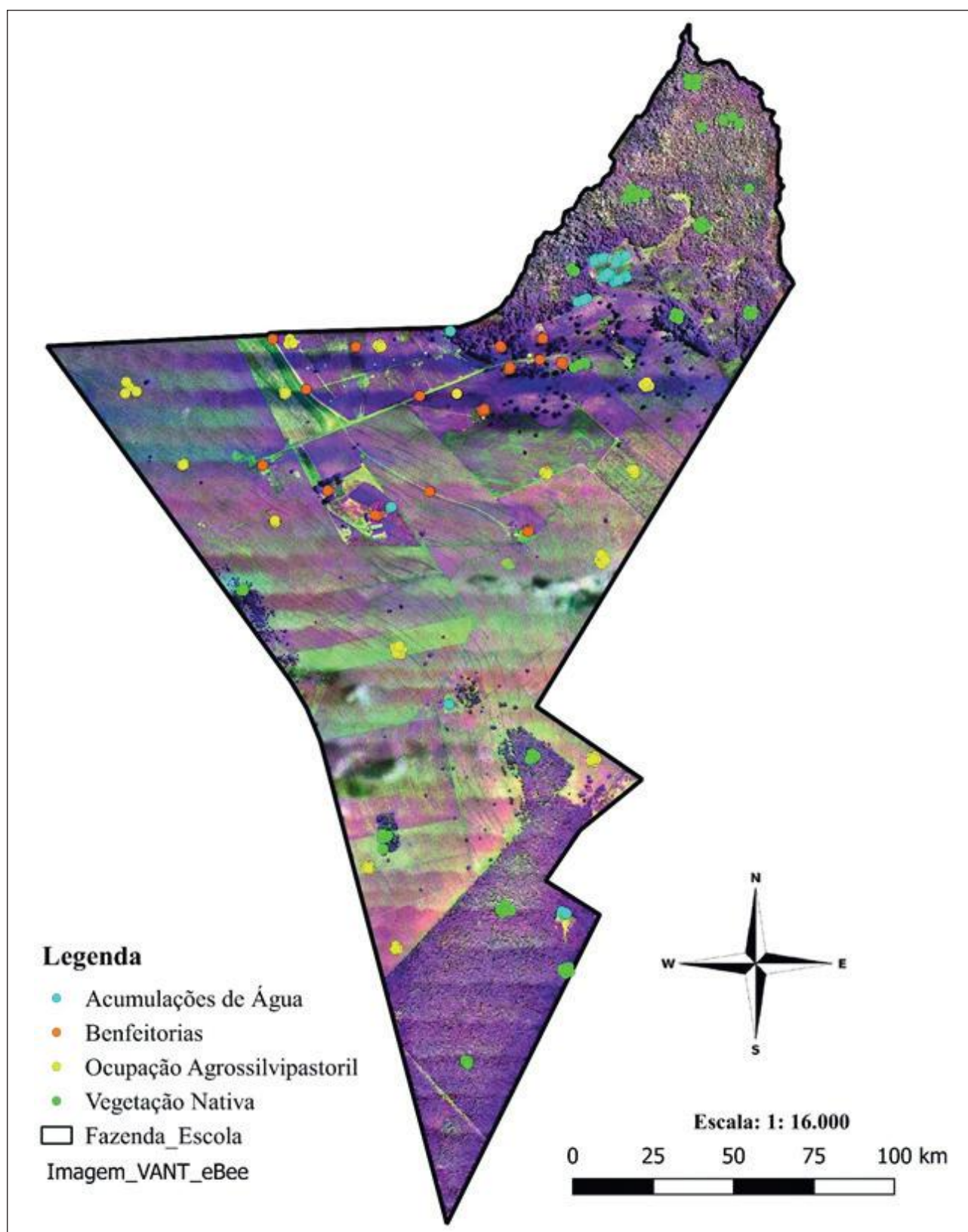


Figura 1 Pontos Coletados no Mosaico eBee da Fazenda Escola-UFMS

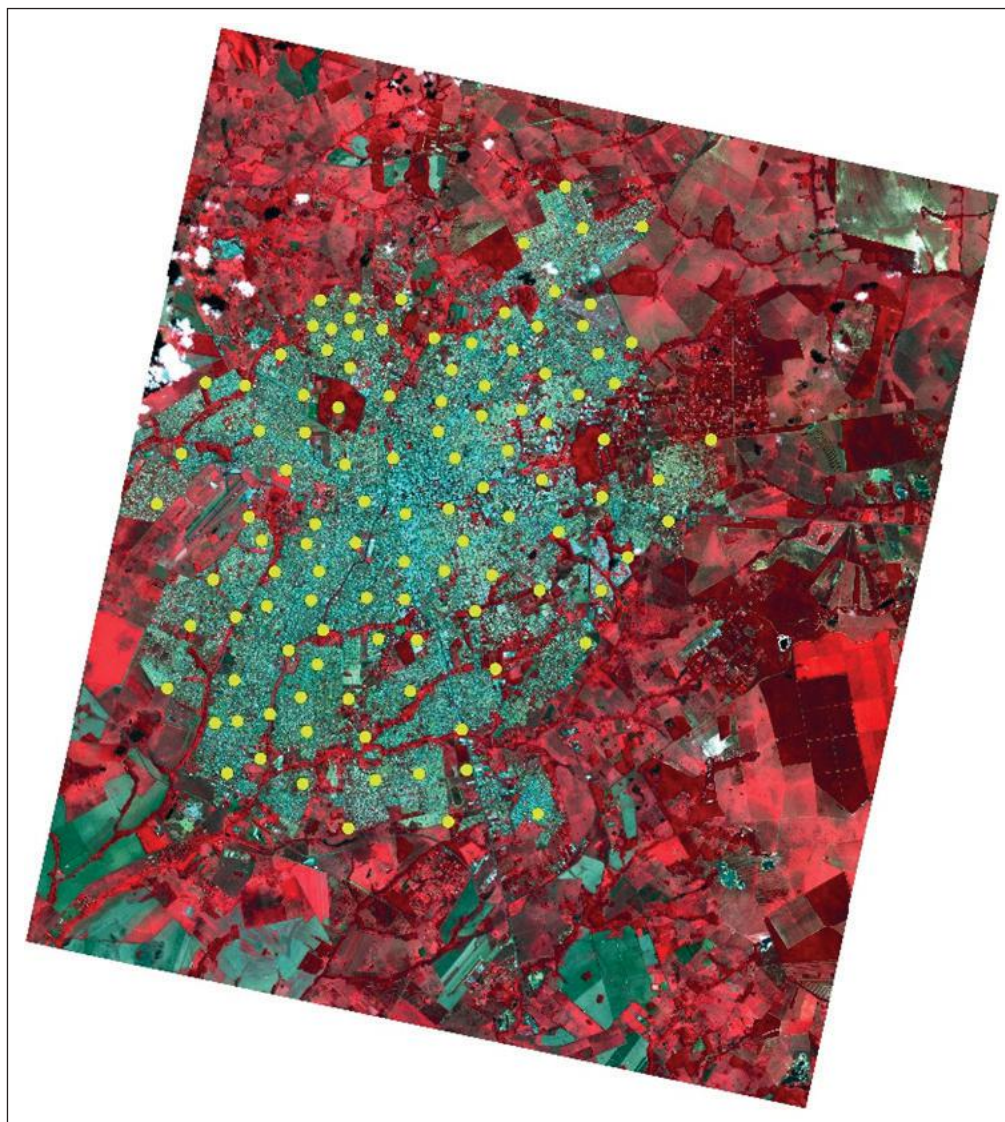


Figura 2  
Pontos de  
verificação  
nas imagens  
Planet



Figura 3 Medição de pontos correspondentes no QGIS: (A) Imagem Planet (GSD de 3,7 metros); (B) Ortoimagem aérea (GSD de 10 cm).

identificação da necessidade de licenciamento ambiental destes barramentos e da fiscalização.

A tabela 1 apresenta a matriz de confusão do treinamento, disponibilizada pelo *Google Earth Engine*. A figura 5 representa a classificação do mosaico Planet e o perímetro da área da Fazenda Escola-UFMS.

Para a validação das classificações apresentadas acima foram distribuídos 240 pontos de verificação em uma imagem de VANT da área da Fazenda Escola. Posteriormente foi feita a comparação destes

Exatidão Global: 99,98%				
	Vegetação Nativa	Ocupação	Benfeitorias	Acumulação de Água
Vegetação Nativa	99,97%	0,03%	0%	0%
Ocupação	0%	100%	0%	0%
Benfeitorias	0%	2,66%	97,34%	0%
Acumulação de Água	0%	0%	0%	100%

Tabela 1 Matriz de Confusão do algoritmo Random Forest da classificação das imagens Planet (Adaptado de Google Earth Engine).

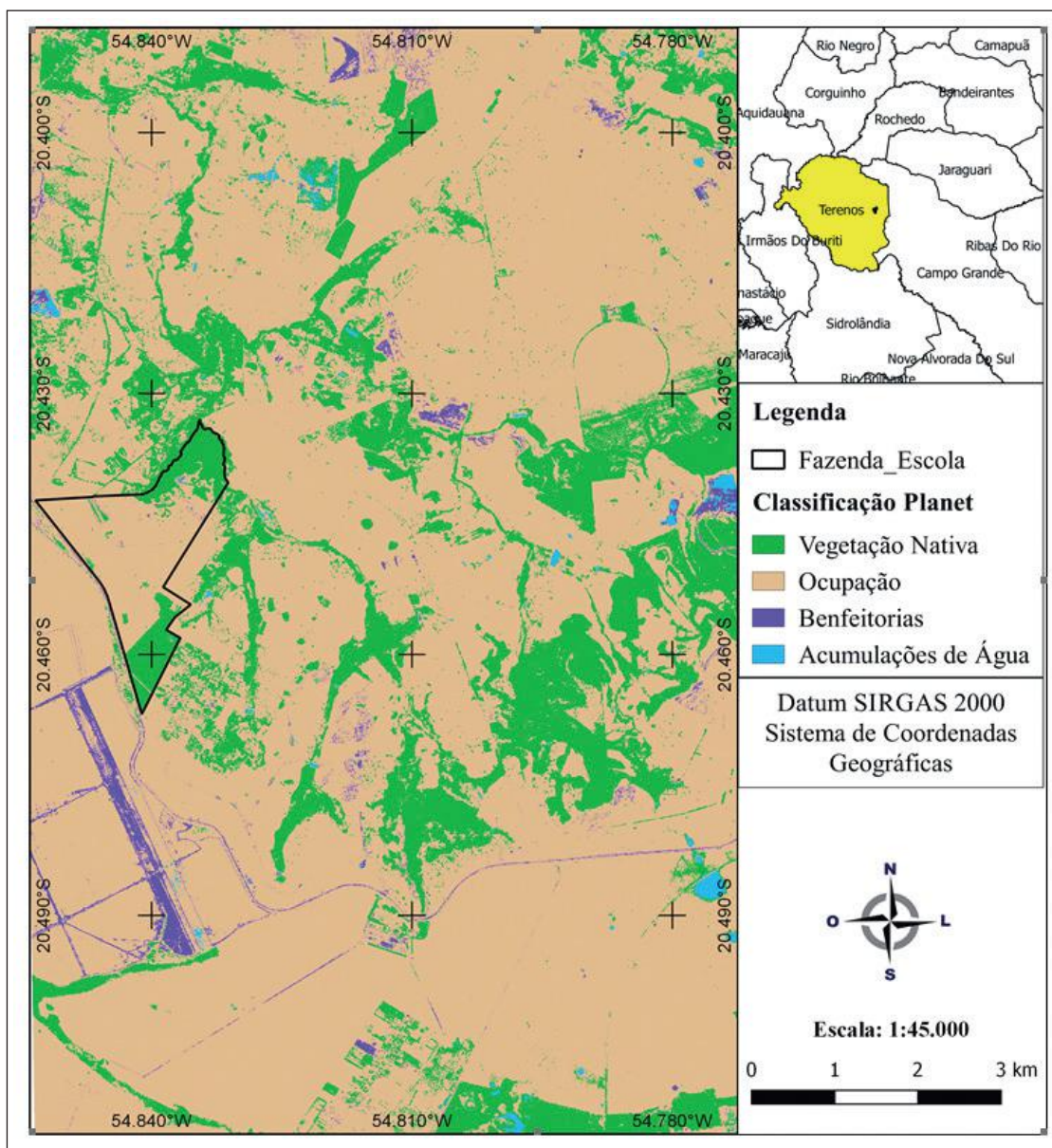


Figura 5 Classificação do mosaico Planet com algoritmo *Random Forest* (*Google Earth Engine*).

com as áreas classificadas, resultando na construção de uma segunda matriz de confusão, que consiste na validação com pontos de verificação, apresentada na tabela 2.

		Dados de Referência			
		Acumulações de Água	Benfeitorias	Ocupação	Vegetação
Comparação	Acumulações de Água	82,5%	0%	0%	0%
	Benfeitorias	5%	66%	0%	0%
	Ocupação	7,5%	22%	100%	0%
	Vegetação	5%	12%	0%	100%

Tabela 2 Validação da classificação das imagens Planet com VANT.

A principal constatação que podemos ter é sobre a efetividade das imagens Planet (100%) para classificação das áreas de vegetação nativa. Do ponto de vista de importância ambiental, esta é a classe com maior necessidade de identificação e com maior importância ao considerar que é a partir dela que são classificadas as áreas de reserva legal e de preservação permanente.

O desempenho das imagens Planet também se destacou na classificação das áreas de ocupação agrossilvipastoril, ecoturismo e turismo rural. Ao criarmos os polígonos de treinamento destas áreas, obedeceu-se às classes do CAR, considerando áreas de pastagem, de agricultura e de silvicultura dentro da mesma categoria, e conseqüentemente dentro dos mesmos polígonos de treinamento. Apesar disso, o resultado para estas áreas nas imagens Planet foi de 100%, isso manifesta a capacidade dos métodos utilizados em classificar áreas não tão homogêneas, mas com respostas espectrais ainda próximas. As áreas de benfeitorias, na classificação Planet, apresentaram uma precisão de 66%, e uma confusão de 22% com área de ocupação e 12% com área de vegetação nativa.

Foi calculado também o índice Kappa para os resultados apresentados. Para a validação da classificação das imagens Planet o índice Kappa foi de 86,16%. De acordo com Landis & Koch (1977), os resultados são considerados muito bons.

A validação de imóveis inscritos no CAR, por parte dos técnicos do órgão ambiental estadual,

depende atualmente de uma análise visual do uso e ocupação do solo e das áreas de passivo ambiental. Essa etapa consiste principalmente em validar se as áreas de interesse ambiental estão declaradas corretamente e se o processo de regularização ambiental do imóvel está sendo executado. Destarte, a partir da validação da classificação das imagens Planet utilizando o *Google Earth Engine* feitos nesta pesquisa, será possível pensar uma nova forma de acelerar e aprimorar as técnicas de análise do uso do solo e da cobertura vegetal.

### 3.2 Validação da Acurácia Posicional das Imagens Planet

Para a validação da acurácia posicional das imagens Planet foram calculadas o RMSE (*Root Mean Square Error* - Raiz quadrada do Erro Quadrático Médio) e a média das discrepâncias usando como referência as coordenadas dos pontos de verificação oriundas das ortofotos aéreas da área urbana de Campo Grande/MS, com GSD de 10 cm, disponibilizadas pela Prefeitura Municipal. Foi feita a extração das coordenadas UTM (E e N) de 110 pontos de verificação das imagens Planet, e posteriormente, foram extraídos pontos homólogos nas ortofotos. A Tabela 3 apresenta o RMSE, a média das discrepâncias, e as discrepâncias máximas e mínimas.

	E	N
Média das discrepâncias (m)	1,03	-0,78
RMSE (m)	3,36	3,21
Discrepância Máxima (m)	9,09	10,09
Discrepância Mínima (m)	-7,59	-7,90

Tabela 3 RMSE, média das discrepâncias, e discrepâncias máximas e mínimas.

Ao analisar a Tabela 2, verifica-se que o RMSE em E e N foi em torno de 1 GSD. A resultante planimétrica foi de 4,65 m, ou seja, inferior a 2 GSD. Sendo assim, nesta pesquisa, a exatidão posicional apresentou-se dentro da resultante planimétrica em 90% dos pontos, atendendo ao previsto nas especificações Planet (80% das vezes até 7 m). Experimentos internos realizados em vários locais em todo o mundo indicam que a exatidão posicional normalmente será (80% das vezes) melhor que 7 m (Planet Team, 2018).



## 4 Conclusões

Este artigo mostrou a efetividade das imagens Planet para sua aplicação ao Cadastro Ambiental Rural. Entre as principais contribuições, destaca-se o sucesso da investigação da classificação do uso e cobertura do solo, quanto as classes atualmente definidas pela legislação. A partir do método de treinamento de algoritmos em um *software* em nuvem, obteve-se um resultado de exatidão global de 99,98% e uma validação que resultou em um índice Kappa de 86,16%. Os destaques são para as áreas de vegetação nativa e para as áreas de ocupação, ou seja, duas das mais importantes classes para o CAR. A proposição de metodologias de classificação do uso e cobertura do solo, principalmente na identificação da vegetação nativa, é aplicável tanto para a construção quanto para a análise de mapas.

Outra importante contribuição se deve a definição da resultante planimétrica de 4,65 m, satisfatória quanto as previsões Planet, em 90% dos pontos, informação até então não validada na literatura. Essa contribuição também atende ao objetivo do trabalho, visto que devido aos procedimentos de inscrição e validação dos CARs serem feitos a partir de ferramentas de sensoriamento remoto, é fundamental que se conheça a precisão e acurácia dos dados utilizados.

A partir de um diagnóstico mais preciso e eficiente com a utilização do sensoriamento remoto, enxergamos uma gama de novos gargalos e oportunidades de pesquisa para as etapas de regularização ambiental pós CAR. Alguns exemplos são o monitoramento das áreas de restauração de vegetação nativa e identificação de áreas potenciais para instituição de Cotas de Reserva Ambiental a partir da identificação de excedentes de vegetação nativa nos imóveis. Outro potencial de pesquisa é a identificação de áreas de uso consolidado anteriores a 22 de julho de 2008. A identificação destas áreas por meio de classificação semi-automática tem um potencial para facilitar e acelerar o diagnóstico dos desmatamentos ocorridos até esta data e que influenciam diretamente na largura das APPs e nas reservas legais a serem recuperadas. A investigação de metodologias de mapeamento dos cursos d'água também oferece uma ótima oportunidade de pesquisa, pois é a partir dos cursos d'água que se define as APPs. Sendo assim, é essencial que o mapeamento deles seja mais fiel possível à realidade do território.

## 5 Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com financiamento do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) (p. 456149/2014-7) e p. 433783/2018-4) e FUNDECT (Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul) (p.59/300.066/2015). Agradecemos também a Planet pela disponibilização das imagens.

## 6 Referências

- Asner, G.; Martin, R. E. & Mascaro, J. 2017. Coral Reef Atoll Assessment in the South China Sea Using Planet Dove Satellites. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 3(2): 57-65.
- Brasil. Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. CIVIL, C. 2012.
- Burke, M. & Lobell, D. B. 2017. Satellite-based Assessment of Yield Variation and its Determinants in Smallholder African Systems. *PNAS*, 114 (9): 2189-2194.
- Company SenseFly AS. eBee RTK - The Survey-grade Mapping Drone. 2017. Disponível em < <https://www.sensefly.com/drones/ebee-rtk.html>>. Acesso em: 23/05/2018.
- Dash, J. & Ogotu, B. O. 2016. Recent Advances in Space-borne Optical Remote Sensing Systems for Monitoring Global Terrestrial Ecosystems. *Progress in Physical Geography*, 40(2): 322-351.
- Gorelick, N., et al. 2017. Google Earth Engine: Planetary-scale Geospatial Analysis for Everyone. *Remote Sensing of Environment*, 202: 18-27.
- Houborg, R. & McCabe, M. 2016. High-resolution Ndvi From Planet's Constellation of Earth Observing Nano-satellites: A New Data Source for Precision Agriculture. *Remote Sensing*, 8(9): 768-787.
- Landis, J. R. & Koch, G. G. 1977. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*. *International Biometric Society*, 33(1): 159-174.
- Malingreau, J. P. 1985. Orbital Remote Sensing. *Space Technology Applications in South-east Asia*. *Space Policy*, 1(1): 62-75.
- Mato Grosso do Sul. 2014. Resolução Estadual Semac nº 12 de 17 de julho de 2014. Publicado no Diário Oficial nº 8.719, de 21 de julho de 2014, páginas 17 a 19.
- Mccabe, M. et al. 2017. Cubesats in Hydrology: Ultrahigh-resolution Insights into Vegetation Dynamics and Terrestrial Evaporation. *Aquatic Water Resources Research*, 53: 10-17.
- Patel, N. N., et al. 2015. Multi-temporal Settlement and Population Mapping from Landsat Using Google Earth Engine. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 35: 199-208.
- Planet Team. Planet Application Program Interface: In Space for Life on Earth. San Francisco, CA. 2018.
- QGIS Development Team. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Versão 2.14. Essen. 2016.
- Steiner, J. F. et al. 2017. Brief Communication: The Khurdopin Glacier Surge Revisited – Extreme Flow Velocities and Formation of a Dammed Lake in 2017. *The Cryosphere*, 12: 95-101.