

Utilização de imagens aéreas obtidas por RPA no monitoramento inicial de *Eucalyptus* sp.

Maurício Martello ¹
Peterson Ricardo Fiorio ¹
Carlos Alberto Vettorazzi ¹
Pedro Paulo da Silva Barros ¹
Tiago Rodrigues Tavares ¹
Hugo Tameirão Seixas ¹

¹ Universidade de São Paulo - USP/ESALQ
Av. Pádua Dias, 11 - Caixa Postal 96 - 13.418-900 - Piracicaba - SP, Brasil
{mauriciomartello, fiorio, cavettor, pedropaulo, tiagosrt, hugo.seixas}@usp.br

Abstract. The purpose of this article was test the applicability and acuity of the data that was collected by a conventional digital camera for development of growth condition of the plant of eucalyptus, on the “Fazenda Areão” – ESALQ/USP. In the last decades, the world production of Eucalyptus sp. has been growing, and the same happened with the Brazilian production, which reached 5.06 million hectares, emphasizing the country as a major cellulose producer. Due to this increase of production, the importance of a proper monitoring and management has also increased. Therefore, the aerial image is being an alternative for this type of study, since it can be used in different occasions. In the forestry sector, images collected with a Unmanned Aerial Vehicle (UAV) are data sources for cartographic information updates. It was obtained aerial photographs with the UAV aid, equipped with GPS navigation system and camera that can collect images in the visible radiation spectrum. The images were, processed and classified with the help of the software Mission Planner 1.3.10 and ArcGIS® 9.3. The use of images obtained by UAV in monitoring of starter culture Eucalyptus presented as an effective technique for forest study, making possible to identify failures in planting, as well as mapping and delimiting areas that suffered greater loss of units.

Palavras-chave: image processing, classification, remote sensing, management, reforestation, processamento de imagem, classificação, sensoriamento remoto, gestão, reflorestamento.

1. Introdução

É notável o crescimento da produção de *Eucalyptus sp.* nas últimas décadas, em 2012 a área de plantio brasileira atingiu 5,06 milhões de hectares. Esse número coloca o país no mercado internacional como um dos principais produtores de celulose (Anuário, 2013), e demonstram a necessidade de informações que caracterizam o ambiente florestal para seu monitoramento e gerenciamento. A busca por novas tecnologias visando uma resposta rápida e que apresente um resultado satisfatório no manejo e monitoramento de áreas florestais é constante (Araújo et al., 2006).

Manejo florestal é realizado para a obtenção de benefícios econômicos e sociais da floresta de forma sustentável, para isto deve-se partir de um plano que atenda as legislações florestais, visando a qualidade da água, do ar, preservando a biodiversidade. Uma excelente ferramenta para auxiliar no manejo florestal é o uso de geotecnologias, utilizando de dados espaciais para o controle e gerenciamento de florestas.

Nesse contexto, o uso de imagens aéreas se apresenta como uma alternativa promissora visto que já são utilizadas na agricultura para mapeamento de culturas, avaliação de áreas cultivadas, e permitem a detecção de diversas deficiências (Molin, 2000). O grande avanço tecnológico permitiu a utilização de aeronaves remotamente pilotadas para a coleta de imagens de pequeno formato com um custo relativamente baixo comparado com técnicas convencionais.

A utilização de Aeronave Remotamente Pilotada (RPA) ainda não foi consolidada como um método padrão de imageamento mas vários trabalhos já apresentam resultados importantes com essa nova ferramenta (Ferreira et al., 2013; Roig et al., 2013; Pereira et al., 2013). Na atividade florestal as imagens coletadas com RPA vem servindo de fonte de dados (Favarin et al., 2013) para atualização cartográfica e cadastral, bem como na substituição de métodos tradicionais de inventário de sobrevivência. (Araújo et al., 2006).

O presente trabalho teve por objetivo testar a aplicabilidade e a acuidade de dados coletados por uma câmera digital convencional (não-métrica) para elaboração de indicadores do estado de conservação do plantio de eucalipto, na área de estudo situada na Fazenda Areão - ESALQ/USP.

2. Metodologia de Trabalho

Este trabalho foi realizado em uma área experiamental da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ na Fazenda Areão. O plantio florestal de Eucalipto estudado faz parte do projeto de Tolerância de *Eucalyptus Clonais* ao Estresse Hídrico e Térmico (TECHS) do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF) e está localizado no município de Piracicaba, nas coordenadas geográficas 22°41'07" S e 47°38'38" W, conforme apresentado na figura 1.

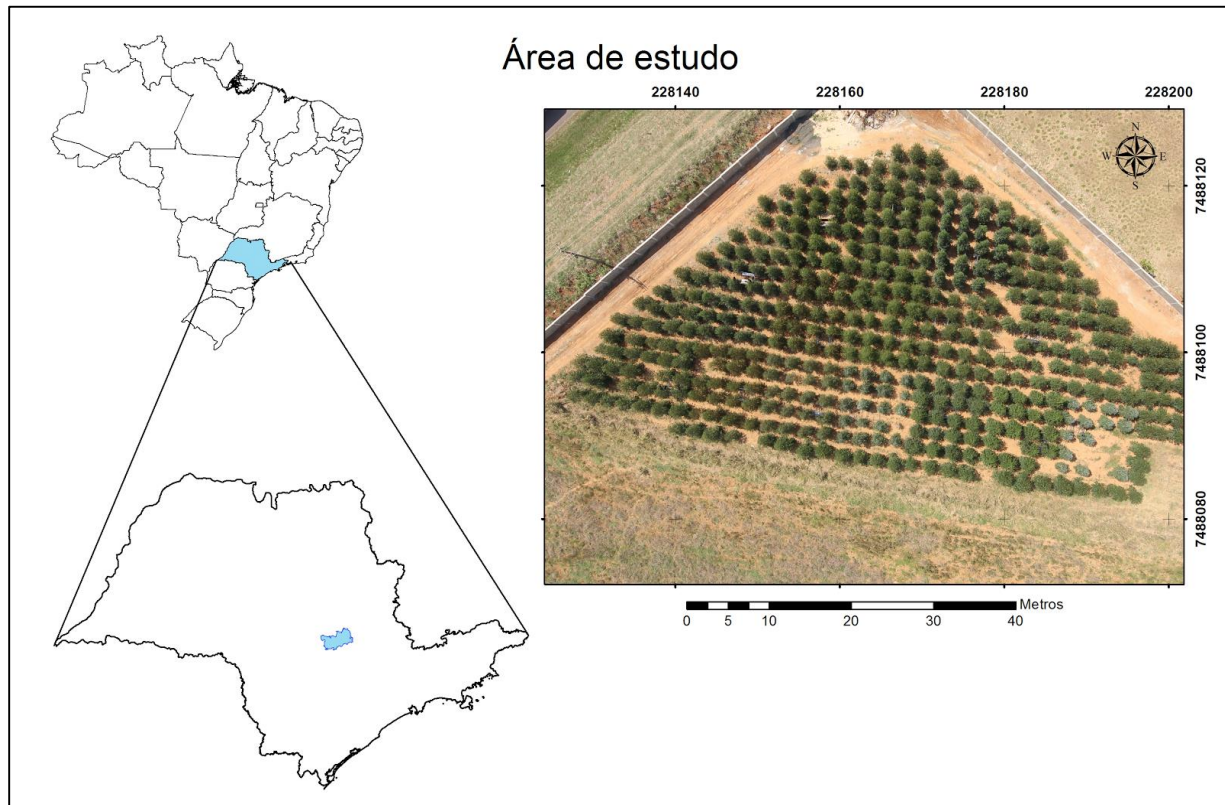


Figura 1. Mapa de localização da área estudada.

O povoamento florestal, que faz parte do projeto (TECHS), é composto por 18 espécies que representam os diferentes materiais genéticos em uso atualmente, mas com distintas características, como susceptibilidade aos estresse hídrico e térmico.

O plantio foi realizado em parcelas, possuindo uma área de 80 m² sendo 10 metros de comprimento por 8 de largura, esta parcela é composta por 20 plantas da mesma espécie com aproximadamente 1 ano de idade. Neste estudo foram analisadas apenas 12 parcelas, totalizando 240 indivíduos plantados com um espaçamento de 2 x 2 metros, sendo este regular para toda a área, e possibilitando o desenvolvimento do estudo.

As fotografias aéreas foram obtidas a partir de uma aeronave remotamente pilotada (RPA), possuindo 8 motores e com peso aproximado de 5 kg, equipada com sistema de navegação por GPS responsável pela coleta das informações geográficas que foram utilizadas no georreferenciamento e processamento do mosaico ortorretificado.

A câmera não métrica embarcada no RPA, possui capacidade para coletar imagens no espectro da luz visível (câmera Cannon 18mp) e adaptada para realizar a coleta das imagens de forma manual no comando do operador de acordo com a posição ocupada pelo RPA. As cenas foram transmitidas em tempo real para a estação de controle, permitindo o acompanhamento de toda a operação.

Para o bom andamento do trabalho e obtenção dos dados com qualidade, foi necessário realizar um planejamento com a finalidade de garantir a segurança da operação. Para isso foram definidos alguns fatores importantes como: a área escolhida para a coleta das imagens, não é aberta ao público e sua utilização é destinada exclusivamente a pesquisas, a altura de voo foi

controlada a fim de minimizar qualquer chance de infringir o espaço aéreo destinado a aeronaves convencionais, sendo estabelecido o limite de 40 metros do nível do solo.

Todo o voo foi planejado com o auxílio do *software* Mission Planner 1.3.10. O recobrimento longitudinal e lateral das imagens foi definido em 60% e 50% respectivamente (figura 2), possibilitando obter uma imagem ortorretificada.

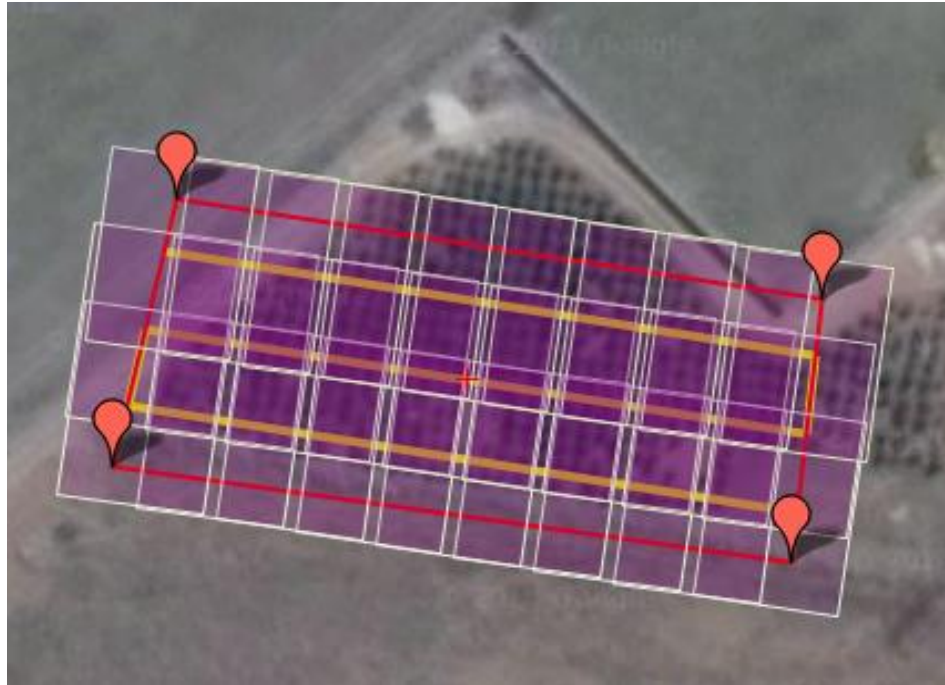


Figura 2. Delimitação da área de estudo e recobrimento das imagens.

O voo foi executado no dia 15 de outubro de 2014, pontualmente ao 12:00 minimizando a presença de sombra e aproveitando a alta incidência da energia eletromagnética sobre o alvo.

Em seguida, as imagens coletadas pelo RPA foram processadas com o auxílio do *software* Agisoft PhotoScan Professional, responsável pela geração do mosaico e georreferenciamento. O processamento e classificação da imagem foi realizado no *software* ArcGIS® 9.3 (ESRI, 2010).

Primeiramente foi realizada a delimitação de cada talhão da área de estudo com dimensão de 10x8 metros, seguido da delimitação da área de cada árvore, para isso foi realizada uma grade regular de 2x2 metros dentro de cada talhão. Essa grade é responsável por definir o ponto central e possibilitar a criação das amostras circulares, que serão utilizadas para identificar a classe majoritária em cada amostra. As amostras foram compostas por 5 classes de uso do solo: árvores, solo, gramínea, sombra e outros usos.

3. Resultados e Discussão

O recobrimento da área de estudo foi de 2.831 m², composto por 27 imagens, sendo que cada imagem recobriu uma área de 24,6 x 18,5 metros, com a altura definida em 40 metros a resolução espacial apresentada pela estação de controle foi de 1,83 cm.

A aeronave percorreu uma distância total de 273 metros, realizando 3 passadas distanciadas a 9,86 metros uma da outra, totalizando um tempo de voo de 8 minutos e 30 segundos. Em todo o

voos foi mantido o contato visual com o RPA, sendo que sua distância máxima do ponto de decolagem ficou a baixo dos 100 metros.

Como a área de estudo é relativamente pequena a metodologia apresentada mostrou resultados confiáveis que foram verificados em visita *in loco*. Além disso, os dados obtidos com a classificação supervisionada (figura 3) permitiram diferenciar as áreas de solo e vegetação. A classificação possui alguns pontos a serem analisados de forma isolada, a falta de um sensor que contemple a região do infravermelho próximo (720 a 1100nm), dificulta análises mais profundas da vegetação, visto que essa região é responsável pela maior intensidade de reflectância da folha, resultado da interação da energia com a estrutura do mesófilo (Ponzoni et al., 2012)

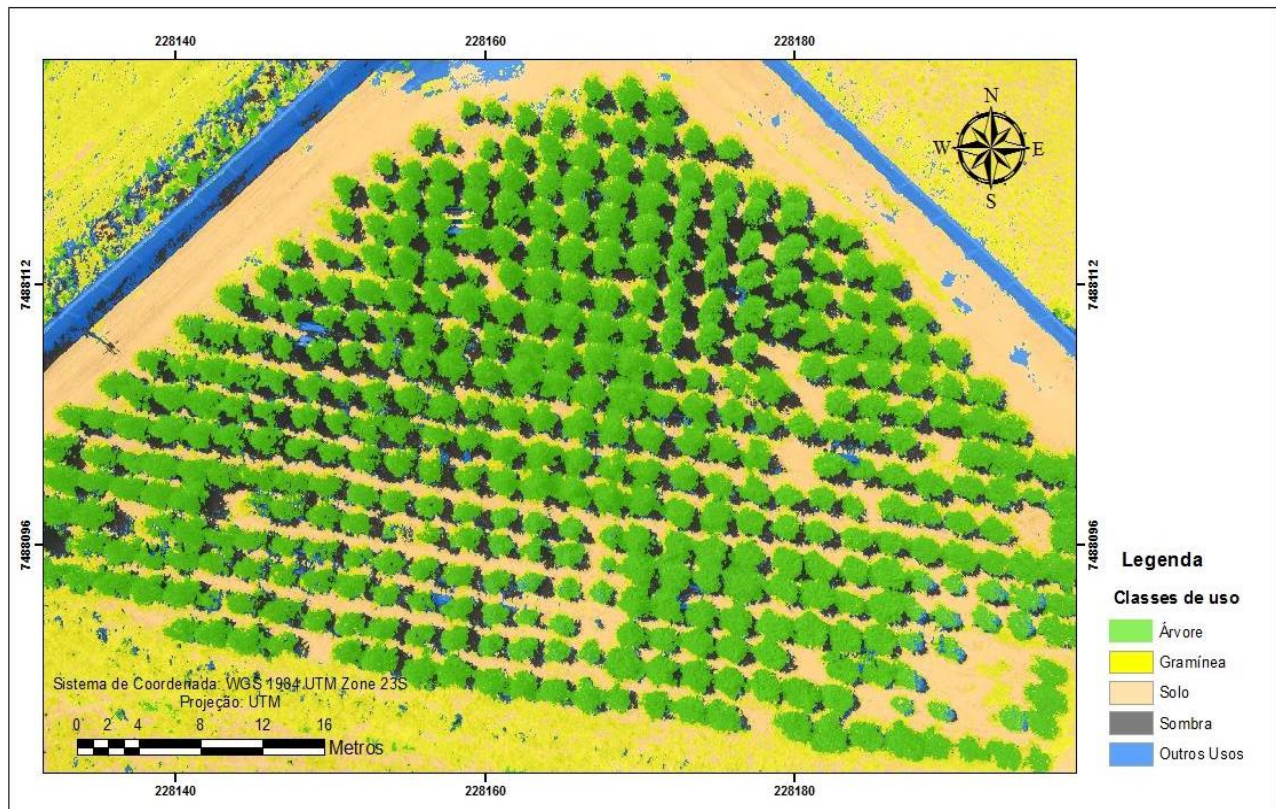


Figura 3. Imagem resultante do processo de classificação supervisionada.

As amostras foram analisadas com as informações geradas pela classificação supervisionada, possibilitando identificar a classe majoritária na área de 0,28 m² (amostra circular). Foram consideradas falhas no plantio as amostras que apresentavam classes de solo, gramínea e sombra (figura 4).

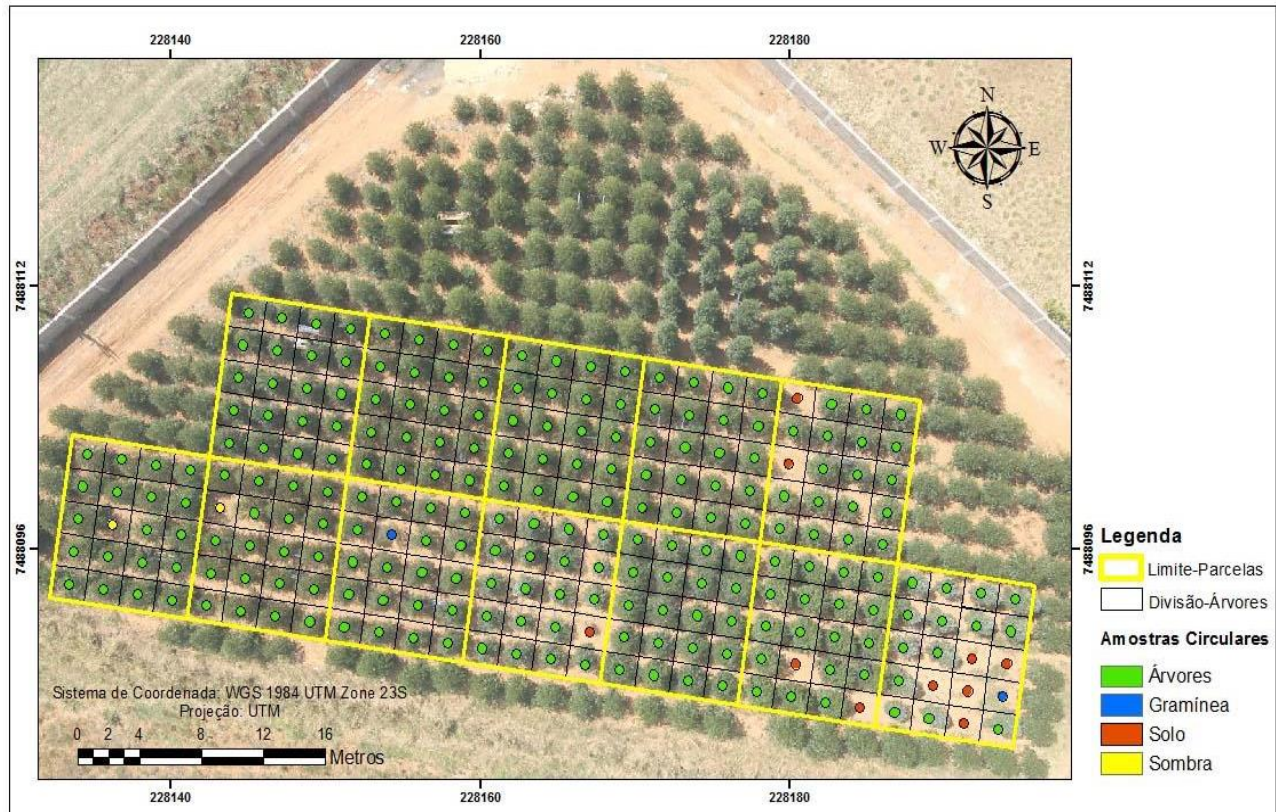


Figura 4. Amostras circulares localizadas no centro de cada árvore, e classificadas pela classe majoritária.

Analisando as 240 amostras classificadas (figura 5) obteve o seguinte resultado: 226 (94,17%) foram classificadas como árvore e 14 (5,87%) como outros usos. Dentre essas 14 amostras, foram classificadas 10 (4,17%) como solo, 2 (0,87%) como gramínea e 2 (0,87%) como sombra.

Foi possível delimitar e indicar quais foram os talhões que apresentaram menor presença de árvores (figura 5), possibilitando assim fornecer dados que serão relacionados com o objetivo principal do projeto TECHS que é avaliar os diferentes materiais genéticos em uso atualmente, com distintas características, como suscetibilidade aos estresses hídricos e térmicos.

Esses resultados são de extrema importância para o início de futuros estudos relacionados entre manejo florestal e sensoriamento remoto com a utilização de RPA.

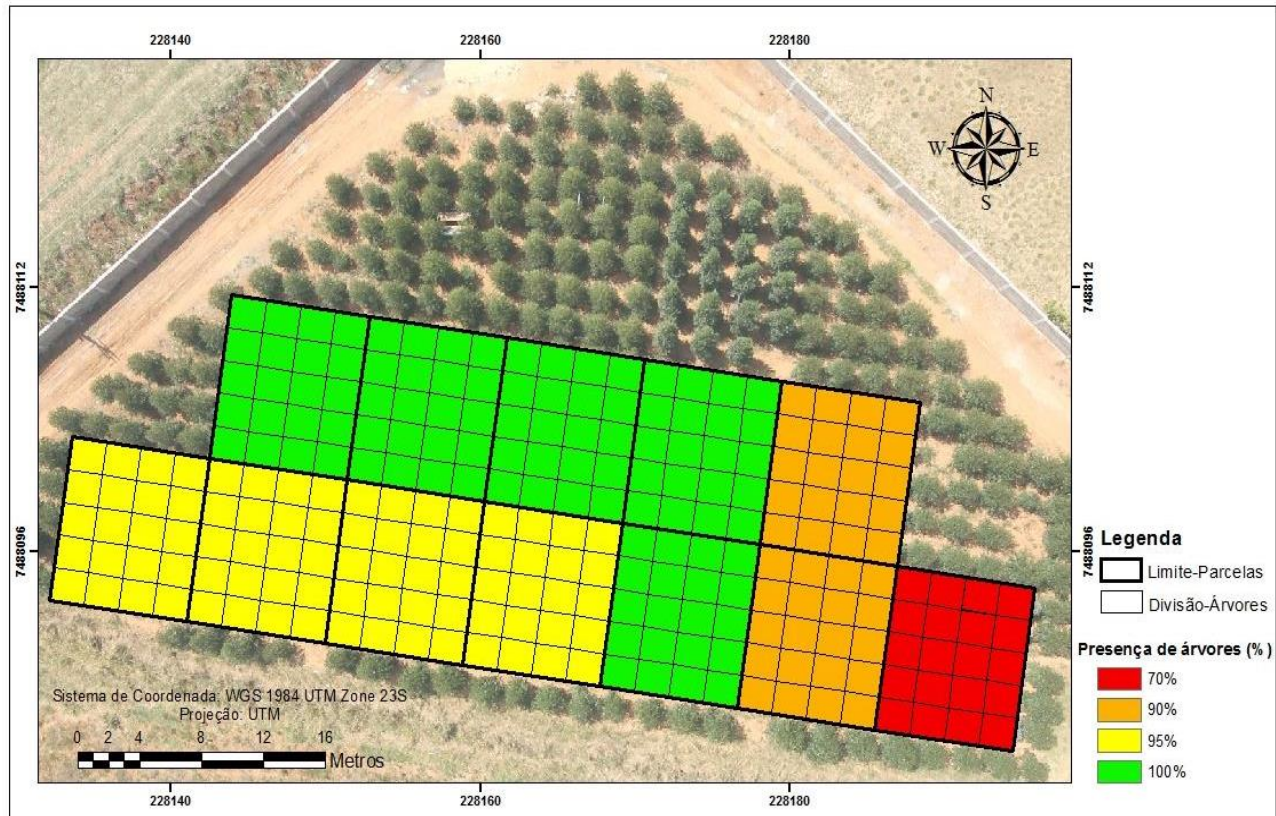


Figura 5. Parcelas classificadas de acordo com a presença de árvores.

4. Conclusões

O uso das imagens obtidas pelo RPA e da metodologia de análise permitiu a identificação de falhas de plantio assim como o mapeamento e delimitação das áreas que sofreram maior perda de indivíduos. Assim a técnica se mostrou viável para o objetivo proposto.

Verificou-se também a possibilidade de geração de novos produtos para a área florestal, embora ainda existam algumas limitações que devem ser estudadas em trabalhos futuros, visando melhorias nos procedimentos de coleta e processamento dos dados.

Agradecimentos

Ao projeto TECHS-IPEF, ao Grupo TopoGeo e Florestal Monte Olimpo.

Referências Bibliográficas

Anuário estatístico da ABRAF 2013: ano base 2012. p. Brasília, DF: ABRAF, 2013.

Araújo, M. A.; Chavier, F.; Domingos, J.L. Avaliação do Potencial de Produtos Derivados de Aeronaves Não Tripuladas na Atividade Florestal. **Ambiência**, v. 2 Edição Especial 1. 2006

Calisto, L. F. P. B. Obtenção e utilização de imagens de alta resolução (espacial, espectral e temporal) na Gestão Florestal, obtidas por Sistemas Aéreos Não Tripulados. In: Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 16. (SBSR), 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2013. p. 3199-3206. DVD, Internet. ISBN 978-85-17-00066-9 (Internet), 978-85-17-00065-2 (DVD). Disponível em:<<http://urlib.net/3ERPFQTRW34M/3E7GK78>>. Acesso em: 13 out. 2014.

ESRI. Environmental Systems Research Institute. ArcGIS Desktop: versão 9.3. Redlands, CA. 2010.

Favarin, J. A. S.; PEREIRA, R. S.; PEGORARO, A. J.; LIPPERT, D. B. Obtenção de fotografias aéreas de um povoamento de *Pinus taeda* L. com o VANT Microdrone MD4-1000. In: Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 16. (SBSR), 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2013. p. 9340-9346. DVD, Internet. ISBN 978-85-17-00066-9 (Internet), 978-85-17-00065-2 (DVD). Disponível em: <<http://urlib.net/3ERPFQRTRW34M/3E7GHSF>>. Acesso em: 10 set. 2014.

Ferreira, A. M. R.; Roig, H. L.; Marotta, G. S.; Menezes, P. H. B. J. Utilização de aeronaves remotamente pilotadas para extração de mosaico georreferenciado multiespectral e modelo digital de elevação de altíssima resolução espacial. In: Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 16. (SBSR), 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2013. p. 9308-9315. DVD, Internet. ISBN 978-85-17-00066-9 (Internet), 978-85-17-00065-2 (DVD). Disponível em: <<http://urlib.net/3ERPFQRTRW34M/3E7GK6U>>. Acesso em: 15 set. 2014.

Molin, J. P. Agricultura de Precisão. In: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Agricultura de precisão – Boletim Técnico. – Brasília: Mapa/ACS, 2011.

Pereira, O. J. R.; Tamamaru, R. Geração de modelos digitais de elevação com base em técnicas de estereoscopia digital, por meio de imagens VANT: Subsídio a identificação de manchas de desmatamento em áreas de preservação permanente. In: Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 16. (SBSR), 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2013. p. 2113-2119. DVD, Internet. ISBN 978-85-17-00066-9 (Internet), 978-85-17-00065-2 (DVD). Disponível em: <<http://urlib.net/3ERPFQRTRW34M/3E7GA8U>>. Acesso em: 08 jun. 2014.

Ponzoni, F.J.; Shimabukuro, Y.E.; Kuplich, T.M. Sensoriamento remoto da vegetação. **2ª edição. São Paulo**, 2012.

Roig, H. L.; Ferreira, A. M. R.; Menezes, P. H. B. J.; Marotta, G. S. Uso de câmeras de baixo custo acopladas a veículos aéreos leves no estudo do aporte de sedimentos no Lago Paranoá. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 16. (SBSR), 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2013. p. 9332-9339. DVD, Internet. ISBN 978-85-17-00066-9 (Internet), 978-85-17-00065-2 (DVD). Disponível em: <<http://urlib.net/3ERPFQRTRW34M/3E7GLBG>>. Acesso em: 07 jun. 2014.