



Uso de RPA na Estimativa de Falhas e Presença de Formigueiros em um Povoamento Florestal de Eucalipto
Use of RPA in the Failure Estimation and Presence of Nests in an Same Age Eucalyptus Forest

Kaique Mesquita Gonçalves¹; Mateus Tinoco Silva² & Odair Lacerda Lemos³

^{1,2} Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Laboratório de Geotecnologia Florestal.
Estrada Bem Querer, km 4, 45083-900, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil

³ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Departamento de Engenharia Agrícola e Solos.
Estrada Bem Querer, km 4, 45083-900, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil

E-mails: kaique_mesquita@hotmail.com; mateus-tinoco@hotmail.com; odairlacerda@hotmail.com

Recebido em: 12/04/2019 Aprovado em: 17/06/2019

DOI: http://dx.doi.org/10.11137/2019_3_274_280

Resumo

Projetos florestais caracterizam-se pelo seu alto risco, técnico e econômico que estão expostos, podendo acarretar em incêndios; ataques de pragas e ocorrência de doenças. Novas tecnologias e métodos operacionais que aumentam os rendimentos, qualidade e eficiência dos plantios vêm sendo procurados cada vez mais. As Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAs) despontam como uma nova opção tecnológica, em função das missões de fácil controle, operações de baixo custo e objetivando o aumento do lucro. O presente trabalho tem como objetivo utilizar um mosaico de ortofotos RGB, produzido por imagens capturadas por uma RPA modelo Phantom 4, para estimar a presença de formigueiros e falhas em um plantio equiâneo de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* (Clone I144) no município de Vitória da Conquista – Bahia. Identificou-se a ausência de 1991 árvores, contabilizando uma falha de 15,64%, com a presença de área média de 34,51 m²/ha de terra solta. A RPA mostra-se eficiente em coleta de dados, que podem auxiliar na identificação da mortalidade de plantas; estimativa de área de terra solta e localização de formigueiros.

Palavras-chave: Geotecnologia; Clone I144; Ortomosaico; RPA

Abstract

In the last decades Brazil has become a world leader in wood productivity. Forestry projects are characterized by their high technical and economic risk that they are exposed, which can lead to fires; pest attack and occurrence of diseases. New technologies and operational methods that increase the yields, quality and efficiency of the plantations are being sought more and more. Remotely Piloted Aircraft (RPAs) ideally appear in new technologies for their high-risk missions, low-cost operations, and increased profit. The present work aims to use a mosaic of RGB orthophotos, produced by images captured by a Phantom 4 model RPA, to estimate the presence of ants and faults in *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* (Clone I144) eucalyptus plantation in the municipality of Vitória of Conquest - Bahia. It was identified the absence of 1991 trees, accounting for a failure of 15.64%, with the presence of an average area of 34.51 m² / ha of loose land. RPA is efficient in collecting data, which can help in the identification of plant mortality; estimation of loose land area and nesting location.

Keywords: Geotechnology; Clone I144; Orthomotic; RPA



1 Introdução

Nas últimas décadas o Brasil se tornou líder mundial em produtividade de madeira, por sua sustentabilidade, competitividade e inovação (IBA, 2017). O setor brasileiro apresenta a maior produtividade de volume de madeira produzida por área do mundo e também a menor rotação de plantios, resultados vindos tanto das condições de clima e solo, quanto de investimentos no setor (IBA, 2017).

As florestas plantadas totalizaram 7,84 milhões de hectares no país no ano de 2016, sendo 5,7 milhões de hectares de eucalipto, suprimindo cerca de 90% de toda madeira utilizada para fins produtivos. As árvores plantadas destacam o Brasil como um dos principais produtores no mercado, como na produção de celulose; papel; painéis de madeira; pisos laminados; carvão vegetal e biomassa (IBA, 2017).

O eucalipto no Brasil lidera o ranking global de produtividade florestal, com uma média de 35,7 m³/há (IBA, 2017). Com toda produção de madeira, é sempre esperado inovar e aumentar a eficiência das tecnologias utilizadas em todo processo produtivo, que permite uma melhora no manejo sustentável e um aproveitamento máximo do rendimento da floresta.

Projetos florestais caracterizam-se pelo seu alto risco, técnico e econômico, que estão expostos. Grande parte desses riscos está associado ao seu horizonte de planejamento, devido seu longo prazo de produção, que pode levar à ocorrência de incêndios; ataques de pragas; ocorrência de doenças e até mesmo oscilação de preço no mercado.

Em função de enormes maciços florestais homogêneos para produção, esses ecossistemas apresentam pouca biodiversidade, favorecendo assim uma maior ocorrência de pragas (Santana, 2003). As formigas cortadeiras são consideradas a principal praga no cenário florestal brasileiro, devido ao seu ataque intenso em todas as épocas do ano e em qualquer fase de desenvolvimento (Cruz *et al.*, 2000)

As formigas florestais do gênero *Atta* (saúvas) alcançaram o nível de praga devido sua magnitude diante aos prejuízos causados em plantios florestais. As saúvas usam exclusivamente substratos vegetais

para cultivar fungo, que as mesmas utilizam na alimentação, reduzindo assim a produtividade do material lenhoso (Nickele *et al.*, 2009). Além disso, atividade causada por esses insetos pode proporcionar uma menor resistência das plantas e torna-las mais suscetíveis ao ataque de outras doenças ou pragas (Ferreira, 1989).

O monitoramento adequado de formigas cortadeiras é de fundamental importância para a manutenção de boas taxas de produtividade. Atualmente, empresas florestais tem utilizado o controle de forma sistemática ou localizada, através de iscas granuladas, termonebulizadores ou fumegadores. No entanto, esses métodos apresentam altos custos envolvidos, assumindo influencia no valor total de madeira produzida (Mateus & Germano, 2013).

O conhecimento dos efeitos das formigas cortadeiras e o comportamento da floresta sobre a produção de madeira é, portanto, de suma importância para tomadas de decisão. Em função disto, as empresas florestais têm buscado novas tecnologias e métodos operacionais que aumentam os rendimentos, qualidade e eficiência dos plantios. O uso da geotecnologia pode auxiliar no manejo florestal, utilizando dados espaciais para o gerenciamento da floresta.

Desta forma, o uso de imagens aéreas surge como uma alternativa propícia visto que já é utilizado na agricultura em mapeamentos de culturas, avaliação de área cultivada, declividade de terrenos e detecção de diversas deficiências (Molin, 2011). As Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAs) aparecem de forma ideal nas novas tecnologias e no sensoriamento remoto, por suas missões de alto risco e operações de baixo custo, quando comparado com aeronaves convencionais (Inamasu & Bernardi, 2014).

Na atividade florestal as imagens coletadas vêm servindo de fonte de dados para atualizações cartográfica e cadastral, assim como na substituição de métodos tradicionais de inventários de sobrevivência (Araujo *et al.*, 2006). Devido ao presente aspecto, objetivou-se com este trabalho utilizar um mosaico de ortofotos RGB, produzido por imagens capturadas por uma RPA modelo Phantom 4, para estimar a presença de formigueiros e falhas em um

plântio equiâneo de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* (Clone I144) no município de Vitória da Conquista – Bahia.

2 Material e Métodos

2.1 Área de Estudo

O estudo foi desenvolvido em uma propriedade rural no município de Vitória da Conquista (BA), que possui 42 hectares, sendo enquadrada no bioma da Mata Atlântica e localizada na Bacia Hidrográfica do Rio Pardo. A cidade está localizada no Sudoeste do estado da Bahia, em altitude média de 928 m. Segundo a classificação de Köppen, o clima local é do tipo Cwa (Tropical de altitude), com temperatura média de 21 °C e precipitação média anual de 734 mm (Lima *et al.*, 2016).

O talhão do plântio avaliado possui 15 hectares, seis anos (equiâneo) do híbrido *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* (Clone I144), em regime de alto fuste com espaçamento 4 m x 3 m. O mapa de localização da área pode ser visualizado na Figura 1.

2.2 Aerolevantamento

As imagens foram obtidas no dia 11 de abril de 2018, a uma altitude de 120 metros. Foi utilizada

a RPA modelo Phantom 4, da marca DJI. A aeronave possui sensor digital modelo FC330 de 12 megapixels de resolução, capaz de capturar as faixas espectrais correspondentes ao Vermelho, Verde e Azul (R: red / G: green: / Blue). O plano de voo foi executado no aplicativo DRONE Deploy, onde foram inseridos os parâmetros para o levantamento (demarcação da área a ser adquirida, sobreposição, altura e ângulo de voo).

2.3 Processamento das Imagens

O processamento das imagens (aerotriangulação, ortoretificação e mosaicagem) foi executado no software Agisoft PhotoScan (Versão 1.2.7), enquanto o pós processamento dos dados foi realizado no software QuantumGIS (2.18.24).

2.4 Formigueiros

As formigas cortadeiras vivem em ninhos subterrâneos, que são formados por uma ou mais câmaras, onde se encontram o jardim de fungo, a rainha e a prole dessas formigas. As câmaras são interligadas por canais ou galerias e a saídas para a superfície, que são denominadas olheiros. Estes olheiros podem localizar-se sobre os montantes de terra solta, formados pelo acúmulo de solo extraído das câmaras (Della Lucia, 1992). Essa terra solta pode ser identificada tanto presencialmente, quanto por imagem,

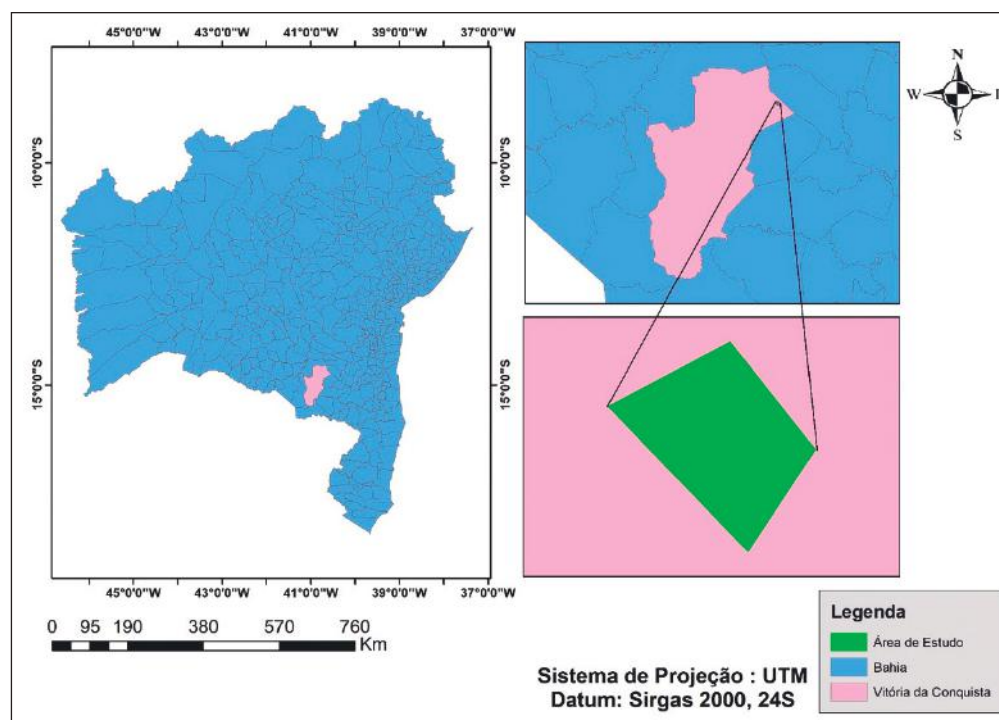


Figura 1 Mapa de localização da área de estudo. Vitória da Conquista – BA, 2018.

sendo possível ser identificada pela classificação supervisionada de imagens de Sensoriamento Remoto.

Em campo foi realizado o caminhamento em toda a área para identificação de pontos de formigueiros. Para garantir a qualidade do produto foram coletados pontos com o receptor GNSS Mobile Mapper 10 (erro submétrico). A partir desses pontos, foram lançados buffers com o diâmetro médio observado em formigueiros identificados no ortomosaico (7 m) e realizada a intersecção com a área de formigueiro obtido pela classificação supervisionada.

2.5 Pós-Processamento

Para esta etapa, utilizou-se o mosaico de fotos obtido por meio do processamento das imagens do RPA. Esta etapa e a classificação supervisionada da imagem foram realizados no software QuantumGIS (2.18.24).

Para classificação especificou-se três classes temáticas, sendo elas: copa das árvores, solo exposto e formigueiro. As demarcações das classes foram realizadas de forma sistemática, sendo possível uma amostragem por toda área do local de estudo.

No software QuantumGIS (2.18.24) vetorizou-se as linhas no sentido da linha de plantio e na

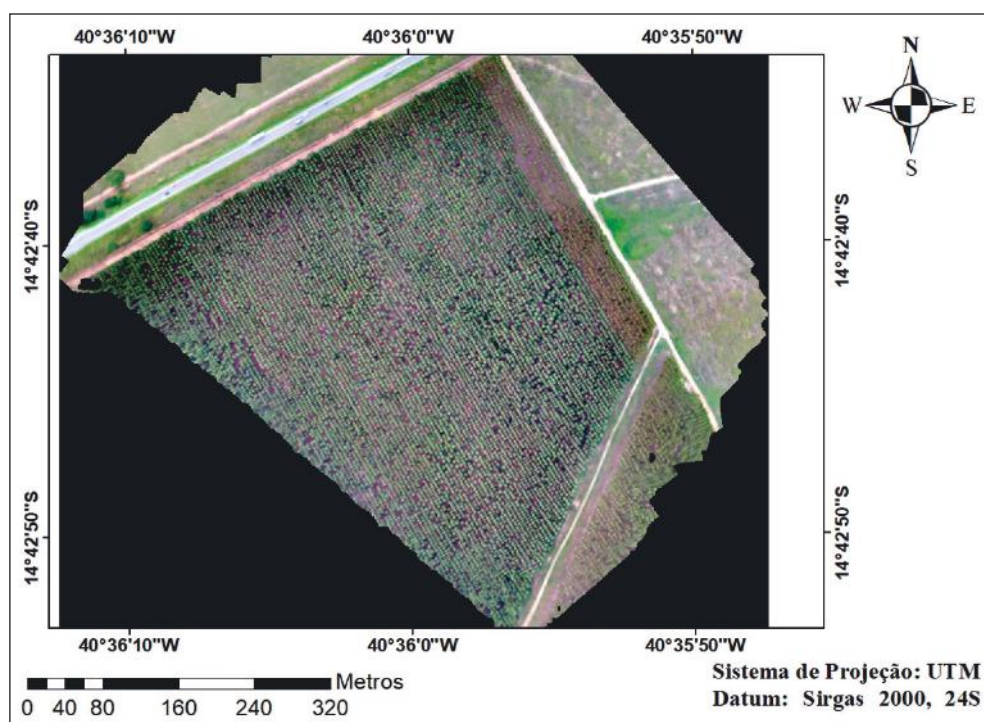
perpendicular (alterações foram necessárias devido à irregularidade no plantio). Obteve-se um arquivo vetorial a partir da intersecção das linhas, alcançando os pontos referentes a cada árvore. Em seguida pôde-se fazer a diferença entre a camada vetorial e a classificação de copa da árvore e solo exposto, visando obter uma camada contendo falhas no plantio e outra de indivíduos presentes em campo.

3 Resultados e Discussão

3.1 Aerolevanamento

A fotografia não deve ser utilizada como fonte de informação segura, devido aos erros causados pela rotação do sensor e deslocamento do relevo, além de características essenciais a uma projeção cônica (Coelho & Brito, 2007).

Como resultado do processamento fotogramétrico, foram obtidos produtos que possibilitaram uma avaliação em 3D (tridimensionais) de todo o povoamento, como a nuvem de pontos. Assim, foi necessário um arranjo de pixels, para a geração de uma nova imagem em projeção ortogonal, chamada de ortofoto (Andrade, 1988). A partir desses resultados, obteve-se o ortomosaico, que possibilitou a individualização e determinação de falhas, árvores e formigueiros para avaliação. O ortomosaico pode ser visualizado na Figura 2.



3.2 Processamento das Falhas do Plantio

Com o resultado da vetorização das linhas, foram delimitadas 94 linhas de plantio, com um total de 12.727 árvores. Na Figura 3, pode-se observar as linhas de plantio e os pontos referentes ao posicionamento de plantas presentes na imagem. No entanto, ao se fazer a interseção entre o vetor contendo a localização das plantas e a classe referente às copas das árvores, oriunda da classificação supervisionada, observou-se a ausência de 1.991 árvores, contabilizando uma falha de 15,64% do total das plantas.

Em estudo realizado por Martello *et al* (2015) em um monitoramento inicial de *Eucalyptus* sp. por meio de imagens aéreas obtidas por RPA, analisando 240 amostras classificadas, observaram a presença de apenas 5,87% de falhas no plantio. Silva *et al* (2017) observaram em um plantio de café Arábica com presença de 20.677 plantas, uma falha equivalente a 4,6 %. Analisando os valores observados na literatura, este estudo apresenta valores altos em relação as falhas presentes no talhão, isso, sem dúvida, reduz a rentabilidade e a produtividade da área.

3.3 Processamento da Classificação Supervisionada

As formigas cortadeiras presentes no local de estudo foi identificada pelo gênero *Atta* sp., que são consideradas as pragas mais importantes do reflorestamento brasileiro em função dos prejuízos causados (Anjos *et al.*, 1993).

Os ninhos de *Atta sexdens rubropilosa* são geralmente construídos em áreas limpas, porém, não totalmente expostos ao sol (Pereira-da-silva, 1975), enquanto *Atta laevigata* prefere áreas com maior exposição solar (Clark & Evans, 1955). Essa exposição ao sol facilita a identificação de terra solta por meio do ortomosaico. Do total de 1.991 falhas, 49 delas estavam presentes sobrepostas à classe de formigueiro, como pode ser observado na Figura 4.

O controle e monitoramento de formigas cortadeiras é feito por referência ao volume de terra solta presente em um formigueiro (Zanetti *et al.*, 2000), com isso é de fundamental importância essa identificação de uma forma mais eficiente para diminuição de prejuízos. A área total estimada de terra solta foi de 517,78 m², possuindo uma área média de 34,51 m²/ha.

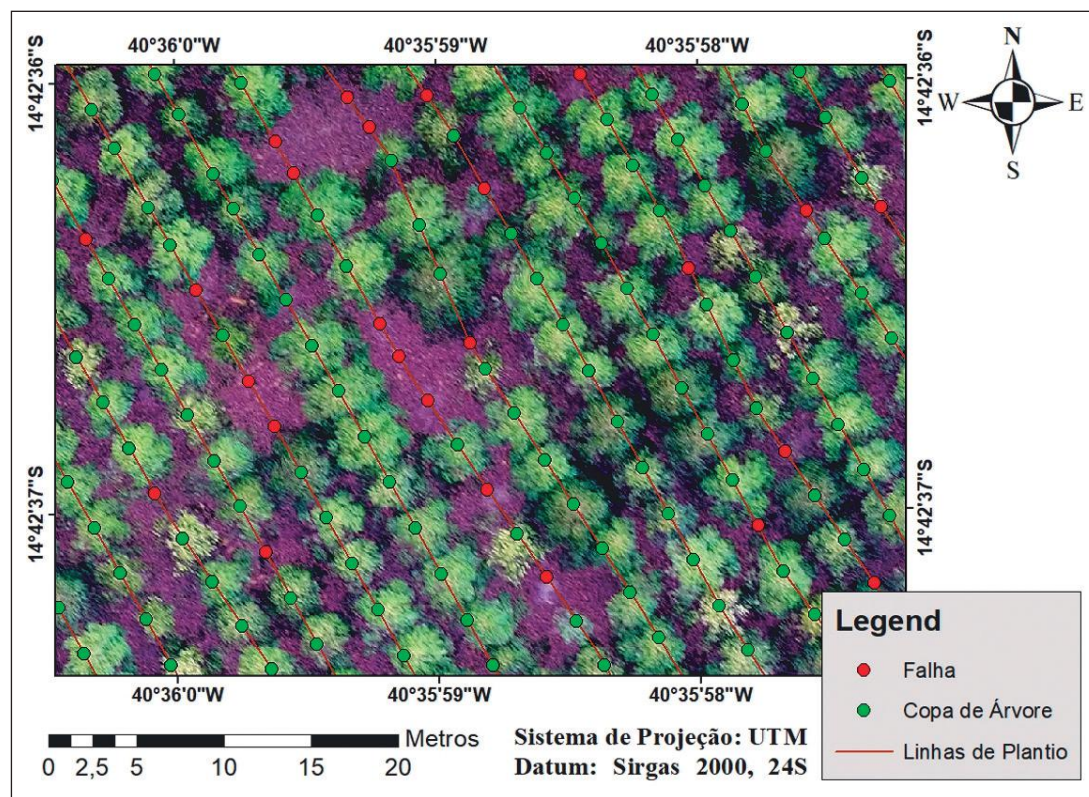
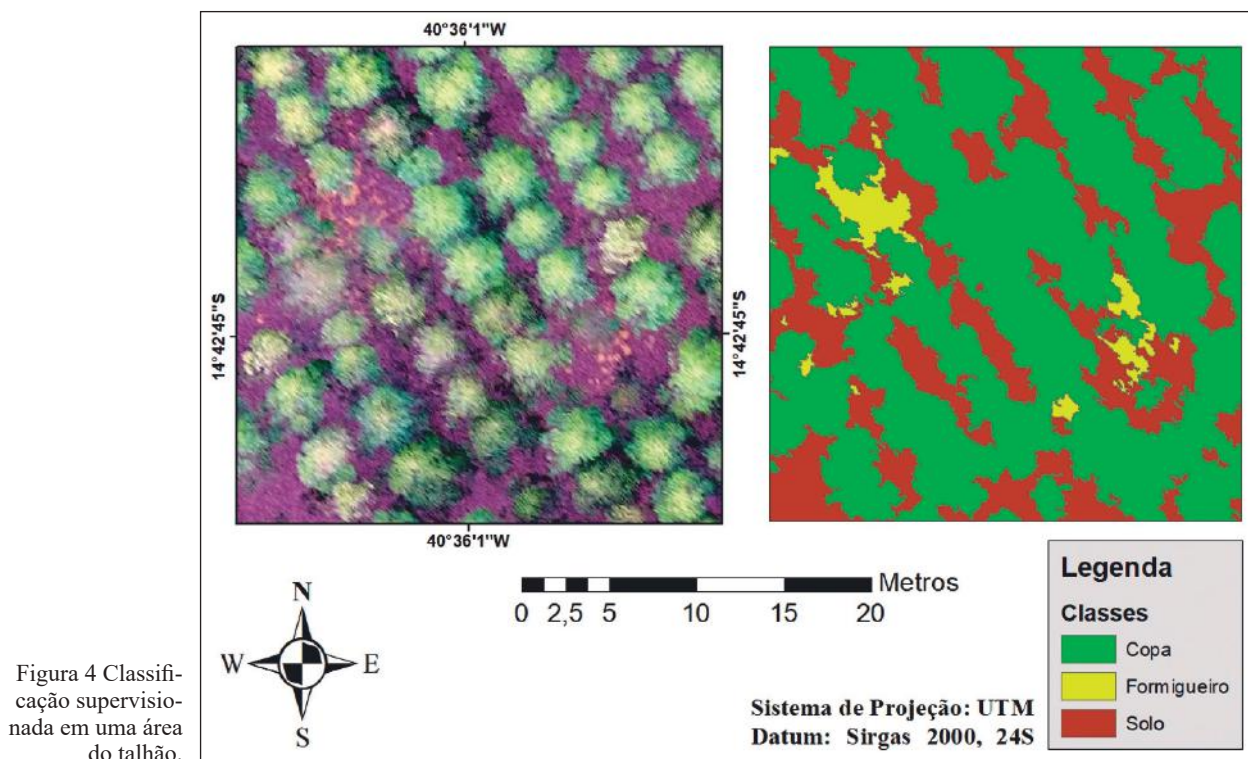


Figura 3 Árvores e falhas sobrepostas ao ortomosaico.



Zanuncio *et al* (2002) relataram a ocorrência de terra solta em uma floresta de *Eucalyptus* spp. de 33,8 m²/ha, valores muito próximos quando comparado ao talhão apresentado, mesmo o estudo comparado sendo realizado em campo e não por meio de imagens obtidas por RPA. Ferronato *et al* (2013) no estado do Paraná, também em uma floresta de *Eucalyptus*, relataram a presença de 3,51 m²/ha de terra solta, o que mostra um número muito inferior quando comparado com este estudo, que pode ter ligações diretas com o excesso de falhas presente.

Sabe-se que as formigas cortadeiras são seletivas no seu forrageamento, preferindo cortar algumas plantas e ignorar outras. Essa seletividade permite distinguir espécies dentro de um mesmo gênero e até mesmo indivíduos de procedências distintas (Santana, 1990).

Estudos apontaram a influência direta da idade do plantio na seleção do gênero *Atta* para o corte, demonstrando a presença de mecanismos de defesa da planta. Fatores físicos, tais como espessura, densidade de tricomas, látex, cortes simulados, quantidade de luz recebida e idade das folhas, possuem

influência na maior ou menor atividade das formigas cortadeiras (Cherrett, 1972). Assim, uma comparação mais detalhada da localização de falhas com a presença de formigueiros não é satisfatória, pelo fato de ocorrer o deslocamento de indivíduos, distanciando do ninho, para exploração de material.

Por meio do caminhamento realizado no talhão de estudo, foram coletados com o Mobile Mapper 10, 72 pontos de formigueiros na área. A intersecção foi realizada a partir de dados obtidos da camada vetorial coletada e as áreas de formigueiros da classificação, e apenas cinco dos pontos não estavam sobrepostos na camada de formigueiro. A classificação supervisionada permitiu uma obtenção dos dados em áreas que não foram localizadas no caminhamento, sendo analisados sete locais com ocorrência terra solta, mostrando assim sua eficiência. Os pontos não localizados foram por conta da sobreposição da camada copa de árvore sobre a terra solta.

4 Conclusão

O processamento realizado no ortomosaiço permitiu a contagem de 12.727 árvores no talhão estudado.

A metodologia para descoberta de falhas permitiu a identificação de 1.991 pontos, contabilizando uma falha de 15,64% do total das plantas.

A área total encontrada de terra solta por meio da classificação supervisionada foi de 517,78 m², possuindo uma área média de 34,51 m²/ha.

Foram identificados 72 pontos de formigueiros na área por meio de caminhamento no local. Apenas cinco desses locais não foram identificados por meio da classificação realizada.

Sete áreas com presença de terra solta foram localizados por meio da classificação supervisionada, as mesmas não estavam presentes dentro dos pontos obtidos por meio do caminhamento.

5 Referências

- Andrade, J.B. 1988. *Fotogrametria*. Curitiba, SBEE, 258p.
- Araújo, M.A.; Chavier, F. & Domingos, J.L. 2006. Avaliação do Potencial de Produtos Derivados de Aeronaves Não Tripuladas na Atividade Florestal. *Ambiência - Revista do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais*, 2: 69-82.
- Anjos, N.; Moreira, D.D.O. & Della Lucia, T.M.C. 1993. *Manejo integrado de formigas cortadeiras em reflorestamentos*. Viçosa, Editora Folha de Viçosa, 212p.
- Cherrett, J.M. 1972. Some factors involved in the selection of vegetable substrate by *Atta cephalotes* (L.) (Hymenoptera:Formicidae) in tropical rain forest. *Journal of Animal Ecology*, 41(3): 647-660.
- Clark, P.J. & Evans, F.C. 1955. On some aspects of spatial pattern in biological populations. *Science*, 121: 397-398.
- Coelho, L. & Brito, J.N. 2007. *Fotogrametria Digital*. Rio de Janeiro, EdUERJ, 196p.
- Cruz, A.P.; Zanuncio, J.C. & Zanetti, R.E. 2000. Eficiência de Cebos granulados a base de sulfuramida o de clorpirifós en el control de *Acromyrmex octospinosus* (Hymenoptera: Formicidae) en el trópico húmedo. *Revista Colombiana de Entomología*, 26: 67-69.
- Della Lucia, T.M.C. 1992. Bioecologia e controle de formigas cortadeiras. In: REUNIÃO SOBRE PRAGAS SUBTERRÂNEAS DOS PAÍSES DO CONE SUL, Sete Lagoas, 1992. Anais, Sete Lagoas, p. 35-45.
- Ferreira, F. A. 1989. *Patologia florestal: principais doenças florestais no Brasil*. Viçosa, SIF, 570p.
- Ferronato, M.Z.; Souza, N.J.; Souza, M.D.; Camargo, M.B. & Roglin, A. 2013. Distribuição Espacial E Densidade De Formigueiros Dos Gêneros *Atta* E *Acromyrmex* Em Áreas De Pré-Plantio De *Eucalyptus*, No Município De Telêmaco Borba, Pr. Goiânia. *Enciclopédia Biosfera*, 9:16.
- IBÁ. 2017. Indústria Brasileira De Árvores. Disponível: <http://www.iba.org.br/>. Acesso em: 15 dez. 2018.
- Inamasu, R.Y. & Bernardi, A.C.C. 2014. *Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar*. Brasília, Embrapa, 21p.
- Lima, R.S.L.; José, A.R.S.; Soares, M.R.S.S.; Moreira, E.S.; Neto, A.C.A.; Cardoso, A.D. & Moraes, O.M.M. 2016. Levamento fitossociológico de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi no município de Vitória da Conquista – BA. *Magistra*, 28(3): 390p.
- Mateus, G.S. & Germano, A. 2013. *Operacionalização do combate mecanizado de formigas cortadeiras nos plantios de Eucalipto: Estudo de Viabilidade técnica e econômica*. Especialização em Gestão Florestal, Universidade Federal do Paraná, Especialização.
- Martello, M.; Fiorio, P.R.; Vettorazze, C.A.; Barros, P.P.S.; Tavares, T.R. & Seixas, H.T. 2015. Utilização de imagens aéreas obtidas por RPA no monitoramento inicial de *Eucalyptus* sp.. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR, 17, João Pessoa, 2015. Anais, João Pessoa, INPE.
- Molin, J.P. 2011. Agricultura de Precisão. In: MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO AGROPECUÁRIO E COOPERATIVISMO, Brasília, 2011. Boletim Técnico, Brasília.
- Nickele, M.A.; Filho, W.R.; Oliveira, E.B. & Iede, E.T. 2009. Densidade e tamanho de formigueiros de *Acromyrmex crassispinus* em plantio de *Pinus taeda*. *Pesq. Agropec. Brasília*, 44(4):347-353.
- Pereira-Da-Silva, V. 1975. Contribuição do estudo das populações de *Atta sexdens rubropilosa* Forel e *Atta laevigata* (fr. Smith) (Hymenoptera: Formicidae) no Estado de São Paulo. *Studia Entomológica*, 18: 201-250.
- Santana, D.L.Q. 2003. *Ctenarytaina spatulata* Taylor, 1997 (Hemiptera: Psyllidae): Morfologia, Biologia, Dinâmica, Resistência e danos em *E. grandis* Hill. *Ex Maiden*. Programa de pós-graduação da UFPR, Universidade Federal do Paraná, Tese de Doutorado, 123p.
- Santana, D.L.Q. & Couto, L. 1990 Resistência intra-específica de eucaliptos a formigas cortadeiras. *Boletim de Pesquisa Florestal*, 20: 13-21.
- Silva, M. T. & Lemos, O.L. 2017. Análise De Falhas No Plantio De Café Por Meio De Ortomosaico Produzido Com Aeronave Remotamente Pilotada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 27 E EXPOSICARTA, 26, Rio de Janeiro, 2017. Resumo expandido, Rio de Janeiro, SBC, p. 430-433.
- Zanetti, R.; Jaffé, K.; Vilela, E.F.; Zanuncio, J.C.; Leite, H.G. 2000. Efeito da densidade e do tamanho de saúveiros sobre a produção de madeira em eucaliptais. *Sociedade Entomológica do Brasil*, 29(1):105-112.
- Zanuncio, J.C.; Lopes, E.T.; Zanetti, R.; Pratisoli, D.; Couto, L. 2002. Spatial distribution of nests of the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae) in plantations of *Eucalyptus urophylla* in Brazil. *Sociobiology*, 39(2): 231-242.