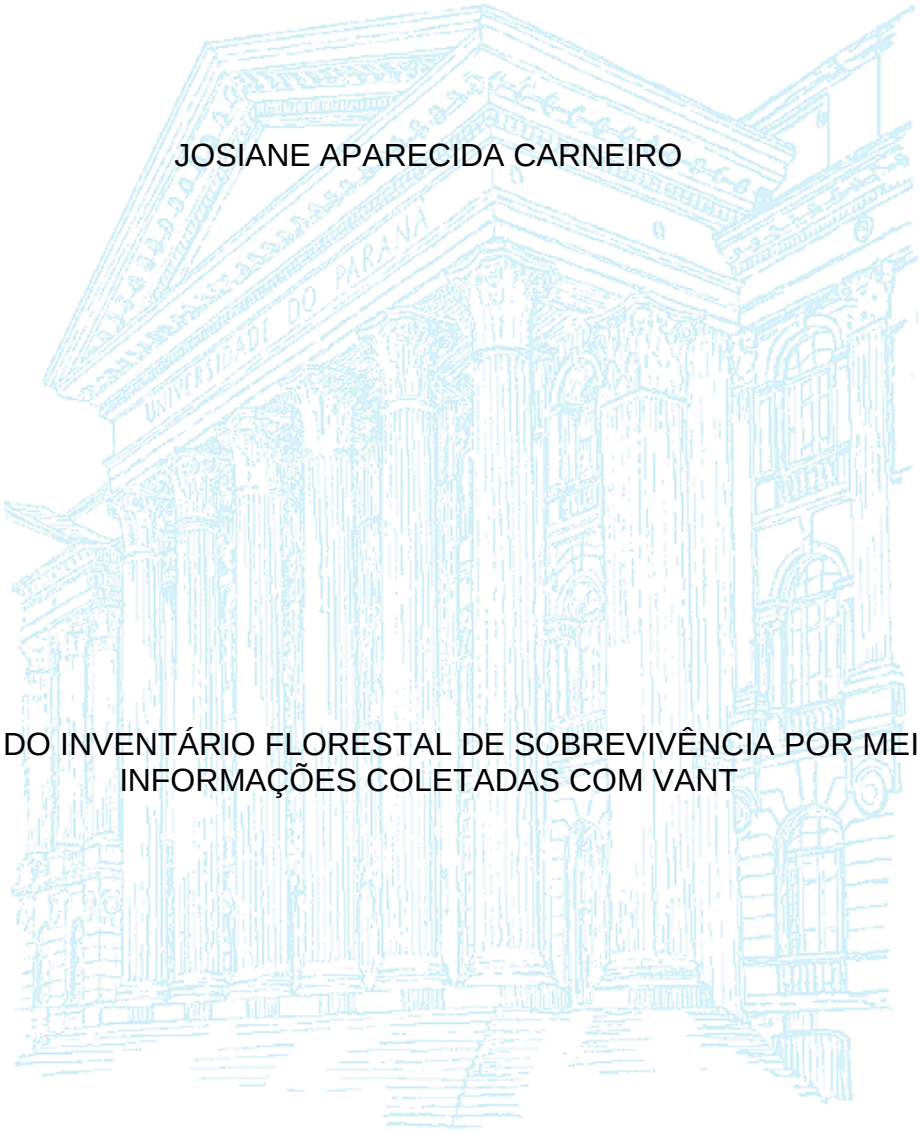
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

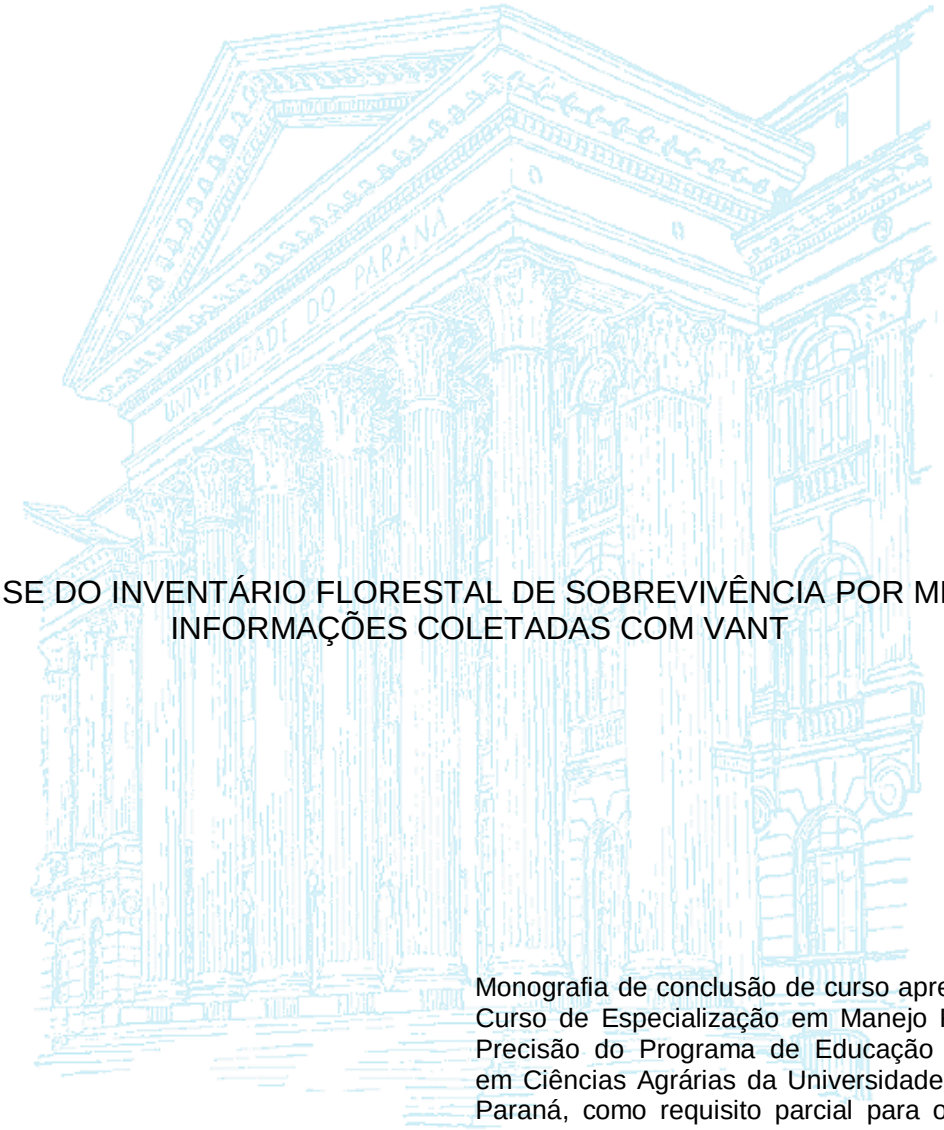
JOSIANE APARECIDA CARNEIRO



ANÁLISE DO INVENTÁRIO FLORESTAL DE SOBREVIVÊNCIA POR MEIO DE INFORMAÇÕES COLETADAS COM VANT

CURITIBA
2017

JOSIANE APARECIDA CARNEIRO



ANÁLISE DO INVENTÁRIO FLORESTAL DE SOBREVIVÊNCIA POR MEIO DE INFORMAÇÕES COLETADAS COM VANT

Monografia de conclusão de curso apresentado ao Curso de Especialização em Manejo Florestal de Precisão do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista.

Orientadora: Profª Drª Ana Paula Dalla Corte

CURITIBA
2017

Ao meu marido Fábio Luiz Gama Góes
por todo amor e incentivo.

AGRADECIMENTOS

A Deus.

Ao Curso de Especialização em Manejo Florestal de Precisão do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, na pessoa do coordenador Prof. Carlos Roberto Sanquetta.

A toda minha família.

Agradecimento especial à minha orientadora Profª Drª Ana Paula Dalla Corte.

À colega de curso Claudia Leonard, pela amizade e apoio.

Aos meus colegas de trabalho e em especial ao Adriano Ferreira Oliveira, na ocasião, coordenador da área de Qualidade da companhia.

À companhia, por proporcionar a chance de desenvolver meus estudos em suas áreas, cedendo equipamentos e colaboradores.

A todos que, de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigada!

“Ainda que eu conheça todos os mistérios e toda a ciência, se não tiver amor, nada serei.”.

I Coríntios 13:2

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar a viabilidade do uso dos veículos aéreos não tripulados - VANTs em levantamentos de sobrevivência de mudas em plantios de *Eucalyptus grandis*, com 120 dias, através de técnicas de amostragem. Dessa forma, foram realizados voos com o VANT eBee SenseFly, com câmeras embarcadas nos modelos RGB e NIR Ixus Canon S110, nos dias 13 e 14 de junho de 2016, cobrindo uma área total de cerca de 30 hectares; as fotos do VANT foram processadas no *software* E-motion, realizadas ortorretificação e identificação de pontos homólogos para a geração do mosaico e uma imagem única e corrigida no âmbito geométrico e espectral, ou seja, a ortofoto. Também nessa etapa de processamento das fotos, foram identificados os números de fotos que obtiveram precisão suficiente para poderem ser processadas. Em seguida, as ortofotos foram transferidas ao software ArcGIS. O censo foi realizado em três talhões, sendo dois considerados com alta mortalidade e um considerado com baixa mortalidade. Nesses mesmos talhões foram distribuídas parcelas de 250m² e 400m² sobre as ortofotos para serem comparadas com o censo realizado. Vários cenários foram gerados e algumas análises foram feitas por meio do processo sistemático e método de área fixa com testes de intensidades amostrais variadas. Para o talhão de baixa mortalidade (C0B) de 12,75 ha, com parcelas de 250m² foram amostradas 5%, 7%, 10% da área e 1:1ha. Para parcelas com 400m², os testes foram com 3%, 5% e 10% da área. Para o talhão com alta mortalidade (C5A), de 11,07 ha, os testes para parcelas com 250m² foram 2%, 3%, 5%, 7%, 10% da área e 1:1ha e para parcelas com 400m², os testes foram com 5% e 7%, 10% da área e 1:1ha. Para o terceiro talhão, novamente com alta mortalidade (D1B), de 6,0ha, os testes para parcelas de 250m² foram 2%, 5%, 10% da área e para parcelas com 400m², os testes foram com 3%, 7% e 10% da área. Com o intuito de concluir quais cenários obtiveram melhores resultados, os critérios utilizados foram: diferença entre amostragem e censo, erro de amostragem e coeficiente de variação, nesta ordem. No talhão D1B, o cenário com 7% de área amostrada e parcelas de 400m² foi o que apresentou os melhores resultados, com menor diferença entre amostragem e censo (1%), menor erro (3,6) e menor coeficiente de variação (6,3). No talhão C5A, o cenário com 1:1ha de área amostrada e parcelas de 400m² apresentou menor diferença entre amostragem e censo (0). No talhão C0B, o cenário com 10% de área amostrada com parcelas de 400m², foi o que obteve melhores resultados com menor diferença entre amostragem e censo (0) e menor erro (1%). Dessa forma foi possível inferir que é viável o uso dessa nova tecnologia para levantamentos de plantios, pois os valores obtidos na comparação entre amostragem e censo foram satisfatórios, o que gera dados confiáveis, de forma rápida e com menos mão de obra.

Palavras-Chave: Geotecnologias. Manejo Florestal. Silvicultura de Precisão.

ABSTRACT

This study had as objective evaluate the viability of using unmanned aerial vehicles - UAV in survivor survey of seedlings on *Eucalyptus grandis* planting with 120 days, through the sampling technique. In this fashion, it was realized flights with the UAV eBee SenseFly, with embedded cameras models RGB and NIR Ixus Canon S110, in the period of June 13th and 14th 2016, covering a total area of approximately 30 hectares; the photos from the UAV were processed on the E-motion *software*, realizing ortocorrections and identification of counterparts point in order to generate a mosaic and a unified and corrected image in the geometric and spectral scopes, that is, the ortophoto. Also, in the photo processing stage, were identified the number of photos that reached enough precision in order to be processed. Next, the ortophotos were transferred to the ArcGIS software. The census was realized with three fields, where two were considered with high mortality and one considered with low mortality. In these same fields it was distributed plots of 250m^2 and 400m^2 over the ortophotos to be compared with the realized census. Several scenarios were generated and some analysis were made by means of systemic process and fixed area method with tests of varied sample intensity. For the low mortality field (C0B) of 12,75 ha, with plots of 250m^2 it was sampled 5%, 7%, 10% of the area and 1:1ha. For the 400m^2 plots, the tests were made with 3%, 5% and 10% of the area. for the high mortality fields (C5A), of 11.07ha, the testes of the 250m^2 plots were 2%, 3%, 5%, 7%, 10% of the area and 1:1ha and for the 400m^2 plots the tests were with 5%, 7%, 10% of the area and 1:1ha. On order to conclude which scenarios obtained the best results, the criteria used was difference between sample and census, sampling error and coefficient of variation, in this order. On the D1B field, the scenario with 7% of sampled area and 400m^2 plot was the one that presented the best results, with the smallest difference between sample and census (1%), smallest error (3.6) and smallest coefficient of variation (6.3). On the field C5A, the scenario with 1:1ha sample area and 400m^2 plots presented smallest difference between sample and census (0). On the field CoB, the scenario with 10% sample area and 400m^2 plots, was the one that reached the bst results with smallest difference between sample and census (0) and smallest error (1%). In the manner it was possible to infer that it is viable the use of this new technology to survey the planting, because the obtained values in comparison with sample and census are satisfying, generating reliable data, in a fast and less hardworking manner.

Keywords: Geotechnology. Forestry Management. Precision Forestry.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - a) Parcela circular com 250 m², no talhão C5A, evidenciando área com crescimento homogêneo de *Eucalyptus grandis* ; apenas plantas vivas. b) Parcela circular com 400 m², no talhão C5A, de *Eucalyptus grandis*, destacando área erodida; plantas vivas e mortas 18

FIGURA 2 - Representação do talhão C0B, com parcelas dispostas de forma sistemática 19

FIGURA 3 - Talhão evidenciando boa sobrevivência das mudas de *Eucalyptus grandis* - C0B 22

FIGURA 4 - Talhão evidenciando áreas com alta mortalidade de mudas de *Eucalyptus grandis* - C5A 23

FIGURA 5 - Talhão evidenciando áreas com alta mortalidade de mudas de *Eucalyptus grandis* - D1B 23

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Talhões de *Eucalyptus grandis* onde foram realizados os censos, evidenciando as datas dos plantios, as áreas do talhões e os espaçamentos das linhas e entrelinhas. 17
TABELA 2 - Parcelas de 250 m² e 400 m² com suas respectivas amostragens, número de parcelas e equidistâncias – talhão C0B. 20
TABELA 3 - Parcelas de 250 m² e 400 m² com suas respectivas amostragens, número de parcelas e equidistâncias – talhão C5A 20
TABELA 4 - Parcelas de 250 m² e 400 m² com suas respectivas amostragens, número de parcelas e equidistâncias – talhão D1B 21
TABELA 5 - Valores de sobrevivência e diferença entre censo e amostragem cada cenário – talhão C0B 24
TABELA 6 - Valores de sobrevivência e diferença entre censo e amostragem cada cenário – talhão D1B 25
TABELA 7 - Valores de sobrevivência e diferença entre censo e amostragem cada cenário – talhão C5A 26
TABELA 8 - Resultado das análises, apresentando a sobrevivência e mortalidade médias para cada talhão. 27
TABELA 9 - Valores completos para cada cenário, destacando em negrito os cenários que apresentaram melhores resultados conforme critério para validação, talhões C0B, D1B e C5A 31

LISTA DE ABREVIATURAS

VANT - Veículo Aéreo Não Tripulado

ABA - Associação Brasileira de Aeromodelismo

SANT - Sistema Aéreo Não Tripulado

EPI - Equipamento de Proteção Individual

Km^2 - Quilômetro quadrado

CFA - Clima Subtropical

IAPAR - Instituto Agronômico do Paraná

ºC - Grau Celsius

FOM - Floresta Ombrófila Mista

CAM - Campos Gerais

FES - Floresta Estacional Semidecidual

AAVC - Área de Alto Valor de Conservação

SIG - Sistema de Informações Geográficas

ha - Hectare

D1B - Talhão

C5A - Talhão

C0B - Talhão

No. - Número

Sobrev. - Sobrevivência

Dif. - Diferença

Inv. - Inventário

Intens. - Intensidade

Coef. - Coeficiente

Var. - Variação

Erro a. - Erro absoluto

Erro r. - Erro relativo

SUMÁRIO

1. **INTRODUÇÃO** 13
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO 13
1.2. OBJETIVO 15
1.2.1. Objetivo Geral 15
1.2.2. Objetivos Específicos 15
1.3. JUSTIFICATIVA 15
2. **MATERIAIS E MÉTODOS** 16
2.1. LOCAL DE ESTUDO 16
2.1.1. Localização Geográfica 16
2.1.2. Vegetação 16
2.2. ABORDAGEM DO ESTUDO 17
2.3. CENSO DOS TALHÕES 17
2.4. LEVANTAMENTO COM O VANT 17
3. **RESULTADOS E DISCUSSÕES** 22
3.1. CENSO 22
3.2. ANÁLISE COMPARATIVA DOS DADOS DAS ORTOFOTOS-TALHÃO COB 23
3.3. ANÁLISE COMPARATIVA DOS DADOS DAS ORTOFOTOS-TALHÃO D1B 24
3.4. ANÁLISE COMPARATIVA DOS DADOS DAS ORTOFOTOS-TALHÃO C5A 25
4 **CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES** 28
5 **REFERÊNCIAS** 29
6 **APÊNDICE** 30

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A busca pelo novo sempre motivou o homem a se mover. Essa necessidade de conhecimento fez com que ele se dispusesse a enfrentar os desafios lhe impostos. Desde os primórdios o homem se vê diante de situações em que não há alternativa a não ser inovar, fosse por meio de novas ferramentas, (ainda que rudimentares para os tempos atuais) ou através de estratégias de caça, a inovação está no subconsciente do ser humano, pois a trazemos em nossos genes.

Atualmente a tecnologia está no dia a dia de praticamente todas as pessoas pelo mundo todo. Nas casas, nas escolas, nas empresas, de forma coletiva ou individual, todos nos beneficiamos dela de alguma forma. No mundo coorporativo, a utilização de tecnologias que facilitem os trabalhos, é uma realidade. As novas tecnologias vêm para confirmar essa busca por inovações. Neste contexto se inserem os VANT's (Veículos Aéreos não Tripulados).

Os Veículos Aéreos não Tripulados são aeronaves que atuam de forma autônoma, semiautônomas ou remotamente operadas e inclui uma grande variedade de marcas, modelos e finalidades. Segundo a ABA (Associação Brasileira de Aeromodelismo, 2005) é: veículo capaz de voar, fora do efeito do solo, que foi projetado e modificado para não receber um piloto humano e que é operado por controle remoto ou autônomo. (RASI, 2008).

Segundo PASTOR, LOPEZ e ROYO (2007) quando se considera o VANT em aplicações civis, há um grande escopo de cenários possíveis para sua utilização. Por exemplo, pesquisa ambiental remota, monitoração e certificação de poluição ambiental, gerenciamento de queimadas, segurança, monitoração de fronteira, oceanografia, agricultura e aplicações de pesca entre outras. Em geral, todas essas aplicações podem ser divididas em quatro grandes grupos: ambientais, de segurança, de comunicação e de monitoramento.

Para PEGORARO (2013), no Brasil, iniciativas preliminares na área de construção e utilização de VANTs têm sido procuradas isoladamente por diversos setores, tanto governamental como privado.

Os VANTs destacam-se por apresentar algumas vantagens como, baixo custo e facilidade de uso, realização de voo autônomo, sistema de fotogrametria,

resolução regulada conforme a altura do voo, fácil realização de repetições, diversas aplicações e preços.

Atualmente, o setor florestal conta com uma grande variedade de novas tecnologias sendo utilizadas em larga escala, tanto *hardwares* como *softwares*, utilizados em campo e escritório. Assim sendo, o VANT vem se destacando por apresentar grande diversidade de usos e facilidade no manuseio.

As empresas do setor florestal vêm investindo em manejo florestal, através de inventários e notadamente em inventários de sobrevivência, tema deste estudo. Esses gastos geralmente são devidos principalmente à mão de obra necessária para os levantamentos de campo, locomoção, EPI's, alimentação entre outros, além de tempo necessário para o processamento dos dados.

Desta forma, há a necessidade de se considerar a possibilidade de investimento em novas tecnologias que venham reduzir consideravelmente os gastos, o tempo e ainda garanta a confiabilidade dos resultados.

Atualmente o VANT, apesar de presente em algumas companhias, ainda é uma novidade e nem todas as empresas do setor a possuem e fazem uso dela para inventários. Dessa forma, viu-se a necessidade de realização de estudos que comprovassem a viabilidade de seu uso nos inventários de sobrevivência dos plantios florestais, em especial para plantios com 120 dias.

Considerando que a cada ano as empresas florestais procuram aumentar a produção florestal através de plantios e que esses plantios devem ser manejados já nos primeiros dias para que, através do acompanhamento da qualidade e quantidade da sobrevivência possa garantir maior retorno financeiro de forma sustentável.

Destaca-se ainda a necessidade de tornar mais rápido e barato o processo de levantamento dos dados de sobrevivência das mudas, para previsão de estoque futuro dos povoamentos, além de avaliar os resultados do replantio. Dessa forma, considerou-se a possibilidade de desenvolver uma metodologia que garantisse a representatividade dos dados levantados em ralação ao todo assegurando a confiabilidade das informações obtidas nas amostras analisadas.

1.2 OBJETIVO

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar o desempenho técnico do uso de VANT em inventários de plantios com a espécie *Eucalyptus grandis,* por meio de técnicas de amostragem em ambiente computacional.

1.2.2 Objetivos Específicos

Analisar os resultados do inventário de sobrevivência de plantas com 120 dias por meio de informações coletados com VANT.

Testar e analisar cenários de amostragem obtidos por meio de análises estatísticas com a finalidade de propor uma metodologia de amostragem em ambiente computacional para trabalhos futuros.

1.3 JUSTIFICATIVA

O presente estudo se justifica pela necessidade de se encontrar uma metodologia que comprove a viabilidade de uso do VANT em inventários de sobrevivência de mudas com 120 dias, em função da escassez de dados sobre o assunto.

Atualmente há um grande esforço em fazer o censo em ambiente computacional, ou seja, automatização em SIG, segmentação das imagens, pois a contagem manual torna o censo inviável para ser feito em todos os talhões, em função do grande número de plantas a serem levantadas. No entanto, enquanto essa cena não se concretiza, busca-se uma forma de realizar esses levantamentos através de amostragem, que devem ser representativas do todo.

Desta forma, buscou-se comprovar a viabilidade técnica do uso de VANT para esta finalidade, uma vez que as empresas do setor florestal buscam, cada vez mais, aumentar sua produção, reduzir seus custos e o tempo para obtenção dos resultados, garantir a confiabilidade e excelência dos seus dados gerados.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 LOCAL DE ESTUDO

2.1.1 Localização Geográfica

O estudo foi realizado em áreas de plantio de *Eucalyptus* sp., no município de Telêmaco Borba, na Fazenda Monte Alegre, situada nas coordenadas 24º 19’ 37” S e 50º 36’ 58” W ao Centro-leste Paranaense no Segundo Planalto ou Planalto de Ponta Grossa. A paisagem é suavemente ondulada sobre um substrato constituído por Podzólico vermelho amarelo e o Latossolo vermelho escuro e sedimentos paleozóicos do denoviano, carbonífero e do permiano. De um modo geral a superfície do Segundo Planalto é uniforme. (Plano Diretor de Desenvolvimento - Prefeitura de Telêmaco Borba, 2005).

O município é drenado pela bacia hidrográfica do Rio Tibagi. O clima predominante no Município está situado entre a região Cfa e Cfb. A temperatura média anual é de 18,52ºC. A umidade relativa do ar em média anual é de 78,75% (Plano Diretor de Desenvolvimento – Prefeitura de Telêmaco Borba, 2005).

2.1.2 Vegetação

Entre os biomas que originalmente se faziam representar neste território, destaca-se o da Floresta Ombrófila Mista (FOM) ou Floresta de Araucária, ocorrendo em extensão de 980.214 ha, equivalente a 65% do território, na quase totalidade dos municípios de Ventania, Curiúva, Ortigueira, Reserva, Imbaú e boa parte dos municípios de Telêmaco Borba e Tibagi; os Campos Naturais (CAM) ocupavam os 25% restantes do território, sendo que este ambiente era predominante nos municípios de Telêmaco Borba e Tibagi. Ainda em pequena proporção (10%) ocorriam também áreas com Floresta Estacional Semidecidual (FES), localizadas nas bordas nordeste e noroeste do território (IPARDES, 2008).

Atualmente a região do município está ocupada, em sua maior parte por plantios de espécies exóticas, Pinus (*Pinus* sp.) e Eucalipto (*Eucalyptus* sp.). Os remanescentes de vegetação nativa se encontram em APP’s, (Áreas de Preservação Permanentes), Reservas Legais, além de áreas de conservação como as AAVC’s (Áreas de Alto Valor de Conservação).

2.2 ABORDAGEM DO ESTUDO

O presente trabalho teve início com a constatação, por uma grande empresa do setor florestal, da necessidade de um estudo que analisasse a viabilidade técnica do uso do VANT em levantamentos de sobrevivência e teve como base o uso de novas tecnologias, as quais já estavam sendo utilizadas em outras atividades da companhia, a fim de complementar e até mesmo substituir alguns trabalhos de campo e escritório. Assim, a possibilidade de estender essas tecnologias para os inventários de sobrevivência veio como uma alternativa de obter dados de maneira rápida, confiável e com redução de custos.

2.3 CENSO DOS TALHÕES

Para o levantamento piloto, foram feitos censos em três talhões. Realizou-se a contagem de todas as plantas presentes nos talhões, conforme apresentados na Tabela 1.

TABELA 1 - Talhões de *Eucalyptus grandis* onde foram realizados os censos, evidenciando as datas dos plantios, as áreas dos talhões e os espaçamentos das linhas e entrelinhas.

Talhão	Data de plantio	Espécie	Área (ha)	Espaçamento (m)
BRSD1B	02/02/2016	*Eucalyptus grandis*	6,00	3,5 x 1,70
BTRC0B	27/01/2016	*Eucalyptus grandis*	12,75	3,8 x 1,57
BTRC5A	25/01/2016	*Eucalyptus grandis*	11,07	3,8 x 1,57

2.4 LEVANTAMENTO COM O VANT

Os trabalhos tiveram início com a realização de voos com VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado), em talhões de plantios de *Eucalyptus grandis* com 120 dias de idade, nos dias 13 e 14 de junho de 2016, com duração total de 1h 20mim, a 150 m de altura, cobrindo uma área de cerca de 30 ha.

Os voos utilizaram o VANT modelo eBee SenseFly, câmeras RGB e NIR Ixus Canon S110. As fotos do VANT foram processadas no software E-motion. Nesta etapa foi realizado todo o processo de ortorretificação e identificação de pontos homólogos para a geração do mosaico e geração de uma imagem única e corrigida no âmbito geométrico e espectral, ou seja, a ortofoto. Também nessa etapa

de processamento das fotos, foram identificados os números de fotos que obtiveram precisão suficiente para poderem ser processadas. Após a geração das ortofotos, as mesmas foram manipuladas no software ArcGIS. Em todos os trabalhos de campo, foram utilizados EPI's apropriados.

Decidiu-se que seria feito um trabalho piloto, com poucos talhões, onde seria testado o processo de amostragem sistemática com método de área fixa e que nos mesmos talhões seria realizado o censo com o objetivo comparativo.

Dessa forma, foram sinalizadas com verde as plantas vivas e com vermelho as mortas, conforme evidenciado nas ilustrações a seguir, nas quais é possível observar imagens de uma parcela circular com todas as plantas vivas (Figura 1a), uma parcela circular com plantas vivas e mortas (Figura 1b) e um talhão com as parcelas distribuídas de forma sistemática (Figura 2). As equidistâncias entre as parcelas variaram conforme o cenário.

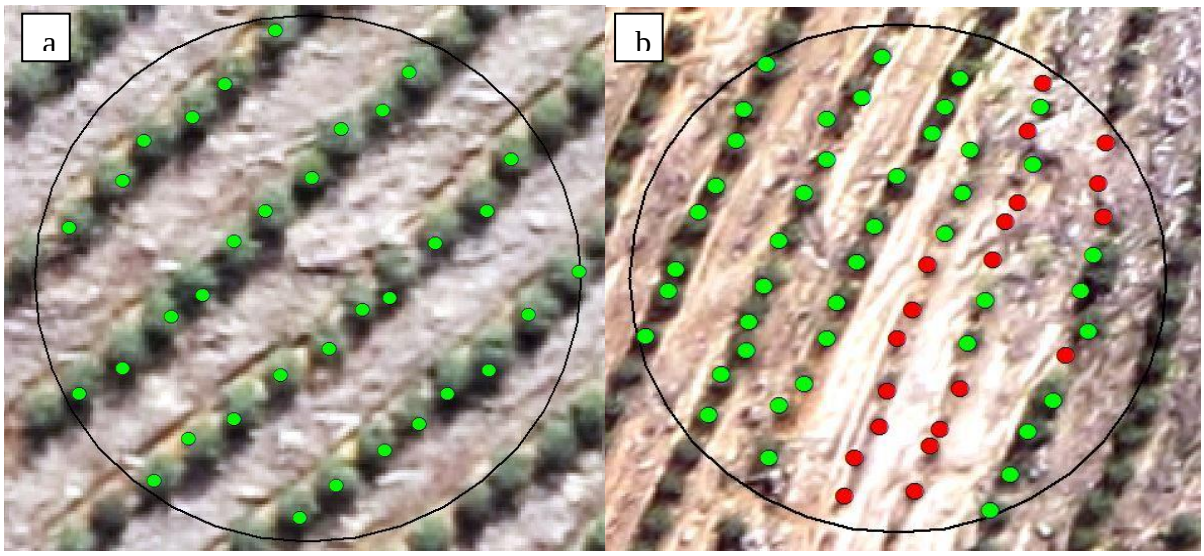


FIGURA 1 - a) Parcela circular com 250 m², no talhão C5A, evidenciando área com crescimento homogêneo de *Eucalyptus grandis* ; apenas plantas vivas. b) Parcela circular com 400 m², no talhão C5A, de *Eucalyptus grandis*, destacando área erodida; plantas vivas e mortas

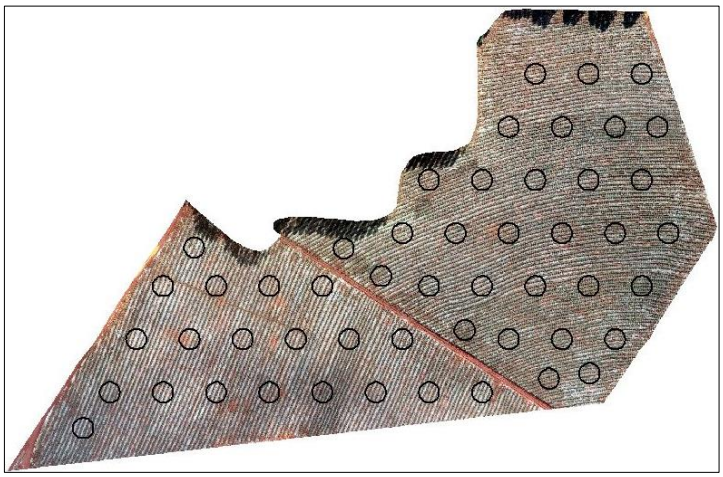


FIGURA 2 - Representação do talhão C0B, com parcelas dispostas de forma sistemática

Os três talhões foram selecionados visando representar situações distintas em relação à mortalidade, sendo eles: um com baixa mortalidade e dois com alta mortalidade. Alguns cenários foram testados com o objetivo de encontrar representatividade tanto para talhões com baixa mortalidade, como para talhões irregulares onde a mortalidade foi mais acentuada.

Assim sendo vários cenários foram gerados, e algumas análises foram realizadas através do processo sistemático e método de área fixa. Foram propostas parcelas com 250m² e 400m² e realizados testes com intensidades amostrais variadas, escolhidas de forma aleatória, devido às grandes dimensões dos talhões, para que se chegasse a uma metodologia cujos dados amostrais fossem representativos do todo.

Para o talhão de baixa mortalidade, C0B, de 12,75 ha, com parcelas de 250m² foram testados 3%, 5%, 7%, 10% da área e 1:1ha. Para parcelas com 400m², os testes foram com 3%, 5% e 10% da área. As equidistâncias entre as parcelas variam conforme a amostragem, como demostrado na Tabela 2.

TABELA 2 - Parcelas de 250 m² e 400 m² com suas respectivas amostragens, número de parcelas e equidistâncias – talhão C0B.

Processo	Parcela Área Fixa (m²)	Amostragem	No de parcelas	Equidistância entre as parcelas (m)
Sistemático	250	3% da área	15	92,2
		5% da área	25	71,4
		7% da área	36	55,3
		10% da área	51	46,5
		1:1ha	13	145,8
	400	3% da área	10	122,9
		5% da área	16	89,3
		10% da área	32	58,7

Para o talhão com alta mortalidade (C5A), de 11,07 ha (Figura 5), os testes para parcelas com 250m² foram os seguintes: 2%, 3%, 5%, 7%, 10% da área e 1:1ha e para parcelas com 400m², os testes foram com 5%, 7%, 10% da área e 1:1ha. As equidistâncias entre as parcelas variam conforme a amostragem, como demonstrado na Tabela 3.

TABELA 3 - Parcelas de 250 m² e 400 m² com suas respectivas amostragens, número de parcelas e equidistâncias – talhão C5A

Processo	Parcela Área Fixa (m²)	Amostragem	No de parcelas	Equidistância entre as parcelas (m)
Sistemático	250	2% da área	9	115,8
		3% da área	13	96,3
		5% da área	22	74,1
		7% da área	31	62,4
		10% da área	44	52,4
		1:1ha	11	104,7
	400	5% da área	14	92,8
		7% da área	19	79,7
		10% da área	28	65,6
		1:1ha	11	104,7

Para o terceiro talhão, novamente com alta mortalidade (D1B), de 6,0 ha (Figura 5), os testes para parcelas de 250m² foram: 2%, 5%, 10% da área e para parcelas com 400m², os testes foram com 3%, 7% e 10% da área. As equidistâncias entre as parcelas variam conforme a amostragem, como demostrado na Tabela 4.

TABELA 4 - Parcelas de 250 m² e 400 m² com suas respectivas amostragens, número de parcelas e equidistâncias – talhão D1B

Processo	Parcela Área Fixa (m²)	Amostragem	No de parcelas	Equidistância entre as parcelas (m)
Sistemático	250	2% da área	5	109,6
		5% da área	12	70,8
		10% da área	24	50
	400	3% da área	5	109,6
		7% da área	11	73,9
		10% da área	15	63,3

A contagem das árvores foi feita de forma manual, utilizando-se o software ArcGis. Para selecionar a imagem representativa da árvore a ser marcada, posicionou-se o cursor sobre a imagem, por meio do “mouse” e ao apertar o botão direito, a imagem da planta é marcada, dessa forma árvore é selecionada e automaticamente é contada como árvore viva ou morta.

Excetuando as marcações manuais das plantas, conforme citado acima, as demais etapas do estudo foi realizada de forma automatizada, tanto o processo sistemático, como o censo. Após as marcações das plantas com o uso do ArcGis, os dados dos inventários foram processados do software Excel. Para as estimativas, considerou-se um erro de 10% e nível de probabilidade de 95%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. CENSO

Para validação do método e determinação de quais cenários obtiveram melhores resultados, os critérios utilizados foram: diferença entre amostragem e censo, erro de amostragem e o coeficiente de variação, nesta ordem. No talhão D1B, o cenário com 7% de área amostrada e parcelas de 400m² foi o que apresentou os melhores resultados, com menor diferença entre amostragem e censo (1%), menor erro (3,6) e menor coeficiente de variação (6,3). No talhão C5A, o cenário com 1:1ha de área amostrada e parcelas de 400m² não apresentou diferença entre amostragem e censo (0). No talhão C0B, o cenário com 10% de área amostrada com parcelas de 400m², foi o que obteve melhores resultados com menor diferença entre amostragem e censo (0) e menor erro (1%). Dessa forma foi possível inferir que é viável o uso dessa nova tecnologia para levantamentos de plantios, pois os valores obtidos na comparação entre amostragem e censo foram bastante baixos o que gera dados confiáveis, possibilitando lançar mão desta ferramenta para gerar informações de forma rápida e com menos mão de obra.

Nas Figuras 4, 5 e 6 pode-se observar a sobrevivência e mortalidade nos talhões COB, C5A e D1B, respectivamente.

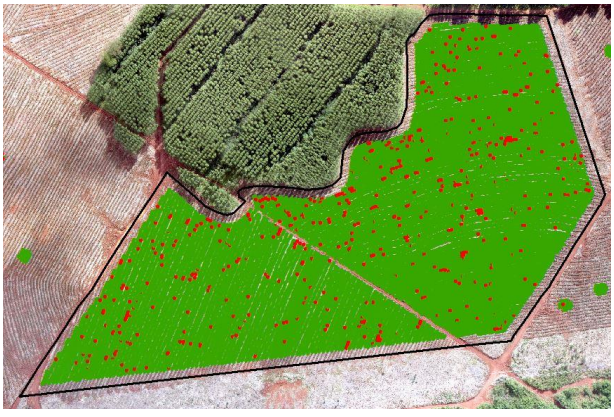


FIGURA 3 - Talhão evidenciando boa sobrevivência das mudas de *Eucalyptus grandis* - C0B

FIGURA 4 - Talhão evidenciando áreas com alta mortalidade de mudas de *Eucalyptus grandis* - C5A

FIGURA 5 - Talhão evidenciando áreas com alta mortalidade de mudas de *Eucalyptus grandis* - D1B

3.2. ANÁLISE COMPARATIVA DOS DADOS DAS ORTOFOTOS - TALHÃO COB

Considerando os critérios utilizados: diferença entre amostragem e censo, erro de amostragem e o coeficiente de variação, nesta ordem, o talhão C0B apresenta os seguintes resultados: o cenário para 10% de área avaliada com parcelas de 250m² e os cenários de 3% e 10% com parcelas de 400m² foram os que obtiveram melhores resultados, ou seja, não apresentaram diferença entre o valor de sobrevivência de mudas evidenciado pelo censo e analisado pelo inventário. Os cenários para 3%, 7% de área e 1:1ha com parcelas de 250m² e o cenário de 5%

com 400m² tiveram 1% de diferença entre o inventário e o censo. O cenário para 5% de área avaliada com parcelas de 250m² foi o que teve a maior diferença entre o inventário e o censo, ou seja, 2%, conforme Tabela 5.

No entanto há que se considerar as análises estatísticas, quanto aos erros de amostragem e coeficiente de variação, que em conjunto com as demais variáveis, vão demonstrar o melhor resultado. Sendo assim, o cenário com 10% de área amostrada com parcelas de 400m², foi o que obteve melhores resultados com menor diferença entre amostragem e censo (0) e menor erro (1%). Na Tabela 9 estão apresentadas as variáveis estatísticas para esse talhão e evidencia pouca diferença entre os cenários, o que pode ser devido à homogeneidade do talhão.

TABELA 5 - Valores de sobrevivência e diferença entre censo e amostragem cada cenário – talhão C0B

Área Parcela m²	Cenário Intensidade	Nº Parcelas	Sobrevivência %		Diferença %
			Amostragem	Censo	
250	3%	15	97,9	96,8	1
	5%	25	98,4	96,8	2
	7%	36	97,4	96,8	1
	10%	51	96,5	96,8	0
	1:1 ha	13	96,5	96,8	1
400	3%	10	97,1	96,8	0
	5%	16	97,7	96,8	1
	10%	32	97	96,8	0

3.3. ANÁLISE COMPARATIVA DOS DADOS DAS ORTOFOTOS– TALHÃO D1B

Considerando os critérios utilizados: diferença entre amostragem e censo, erro de amostragem e o coeficiente de variação, nesta ordem, o talhão D1B apresenta os seguintes resultados: os cenários para 5% e 10% de área avaliada com parcelas de 250m² e os de 7% e 10% com parcelas de 400m² foram os que demonstraram melhores resultados, ou seja, a diferença entre o inventário e o censo foi de apenas 1%. Os cenários para 2% com parcelas de 250m² e o cenário de 3% com 400m² tiveram 2% de diferença entre o inventário e o censo e foram os que tiveram a maior diferença entre o inventário e o censo, conforme Tabela 6.

Na tabela 9 estão apresentadas as variáveis estatísticas e são evidenciadas as diferenças entre os cenários, demonstrando que talhões mais heterogêneos podem apresentar diferenças maiores entre suas variáveis.

Quando se analisa os valores estatísticos do cenário considerado de melhor resultado, ou seja, sem diferença entre o inventário e o censo, confrontando com o cenário considerado de resultado inferior aos demais, tem-se os seguintes valores: o erro amostral do melhor cenário é 4,2, enquanto que o do cenário inferior é de 10; o coeficiente de variação do melhor cenário é 6,3, e do cenário inferior é 15,8. Sendo assim, constata-se que o quanto ao erro amostral há uma variação de 5,8% e o coeficiente de variação, de 9,6 entre um cenário considerado melhor e um considerado inferior. Sendo assim, o cenário com 7% de área amostrada e parcelas de 400m² foi o que apresentou os melhores resultados, com menor diferença entre amostragem e censo (1%), menor erro (3,6) e menor coeficiente de variação (6,3).

TABELA 6 - Valores de sobrevivência e diferença entre censo e amostragem cada cenário – talhão D1B

Área Parcela m²	Cenário Intensidade	Nº Parcelas	Sobrevivência %		Diferença %
			Amostragem	Censo	
250	2%	5	85,8	83,9	2
	5%	12	84,8	83,9	1
	10%	24	84,6	83,9	1
400	3%	5	85,9	83,9	2
	7%	11	85	83,9	1
	10%	15	82,8	83,9	1

3.4. ANÁLISE COMPARATIVA DOS DADOS DAS ORTOFOTOS-TALHÃO C5A

Considerando os critérios utilizados: diferença entre amostragem e censo, erro de amostragem e o coeficiente de variação, nesta ordem, o talhão C5A apresenta os seguintes resultados: o melhor resultado foi demonstrado no cenário onde se avaliou 1: 1ha com parcelas de 400m², o qual não apresentou diferença entre inventário e censo. Os cenários para 10% de área avaliada com parcelas de 250m² e de 10% com parcelas de 400m² apresentaram diferença de apenas 1%. O cenário para 7% com parcelas de 400m² apresentou diferença 2%. Os cenários de 5% e 1;1 ha com 250m² e 5% para parcela com 400m² tiveram 3% de diferença. Os

cenários 2% e 3% para parcelas com 250m² apresentaram 6% e foram os que tiveram a maior diferença entre o inventário e o censo, conforme Tabela 7.

Conforme Tabela 9, para esta análise, as diferenças entre um cenário considerado melhor, com coeficiente de variação de 12,3 e erro de 4,8 e um considerado inferior, com coeficiente de variação de 24,7 e erro de 16,7, apresentaram os seguintes valores: o erro amostral com variação de 11,9% e o coeficiente de variação 12,4. Essa variação demonstrando que talhões mais heterogêneos podem apresentar diferenças maiores entre suas variáveis.

TABELA 7 - Valores de sobrevivência e diferença entre censo e amostragem cada cenário – talhão C5A

Área Parcela m²	Cenário Intensidade	Nº Parcelas	Sobrevivência %		Diferença %
			Amostragem	Censo	
250	2%	9	93,5	88,4	6
	3%	13	93,6	88,4	6
	5%	22	91,1	88,4	3
	7%	31	91,5	88,4	4
	10%	44	89,1	88,4	1
	1:1 ha	11	85,8	88,4	3
400	5%	14	91,3	88,4	3
	7%	19	89,9	88,4	2
	10%	28	89,5	88,4	1
	1:1 ha	11	88,1	88,4	0

Desta forma, é possível observar que, no que se refere aos melhores resultados de cada talhão, não há muita disparidade. No entanto com relação aos cenários com resultados considerados inferiores, os valores dos coeficientes de variação, são mais significativos, o que é devido à heterogeneidade destes talhões.

Com base nos resultados, nota-se que não há somente um cenário que possa ser aplicado para suprir a demanda por uma metodologia para o levantamento de sobrevivência. A partir da realização do censo, criou-se a possibilidade de comparar as análises, e dessa forma conhecer sua representatividade.

Na Tabela 8 estão apresentados os resultados das análises de cada talhão, apresentando a sobrevivência e mortalidade média de cada talhão obtida na amostragem e a sobrevivência e mortalidade média de cada talhão obtida no censo.

TABELA 8 - Resultado das análises, apresentando a sobrevivência e mortalidade médias para cada talhão.

Talhão	Espécie	Sobrevivência 120 dias - inventário (média)%	Mortalidade (%)	Sobrevivência 120 dias – censo %	Mortalidade (%)
MA02BRSD1B	*Eucalyptus grandis*	84,81	15,19	83,90	16,1
MA02BTRC0B	*Eucalyptus grandis*	97,31	2,69	96,80	3,2
MA02BTRC5A	*Eucalyptus grandis*	90,34	9,66	88,40	11,9

A seguir, estão alguns trabalhos que evidenciam a viabilidade do uso do VANT como ferramenta para obtenção de dados, que antes só era possível em campo.

Em seu trabalho Vergani (2015) realizou levantamentos de sobrevivência de plantio em áreas de brotação de *Eucalyptus* sp. entre 60 e 90 dias, em 28 talhões, com cerca de 700 ha, e comparou esses dados com os obtidos em inventários de sobrevivência em campo, obtendo uma diferença média de 10% entre os valores.

Outro estudo que se utilizou da tecnologia VANT foi realizado por Pontes e Freitas (2015) que levantaram informações referentes a sobrevivência e aproveitamento do solo, espaçamento e homogeneidade do plantio, em plantios de *Eucalyptus* sp, que apresentou 6,42% de falha no plantio e 85% de aproveitamento de solo, ou seja, 15% do solo sem planta, para o mesmo talhão.

Araújo *et al*. (2005) avaliaram a viabilidade das imagens aéreas para levantamento das falhas de plantios. A análise para plantios com 6 meses em uma amostra com 1.969 árvores, obteve mortalidade de 16,5%. Esse valor alto de mortalidade é explicado pelos autores como resultante da mato competição.

Sanquetta *et al*. (2014) demonstraram a viabilidade do uso do VANT em levantamentos de sobrevivência em plantios do gênero Pinus, com espaçamento de 3,00 x 2,75 m e parcelas com 900m² cuja mortalidade das mudas foi de 15,6%.

Os dados 10%, 6,42%, 16,5%e 15,6 % apresentados nos trabalhos acima, têm valores aproximados aos obtidos no presente estudo, ou seja, 16,1% e 11,9% para sítios heterogêneos e 3,2 para sítios homogêneos.

A amostragem sistemática se mostrou eficiente por distribuir as parcelas de forma homogênea por todo o talhão, o que gera maior representatividade de todas as regiões do talhão.

4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Vários cenários de amostragem se mostraram eficientes para a aplicação em trabalhos de levantamento da sobrevivência para mudas com 120 dias. O estudo confirma que é possível e viável o uso dessa nova tecnologia para levantamentos de plantios, pois gera dados confiáveis, de forma rápida e com menos mão de obra.

No entanto, há que se ampliar as pesquisas no sentido de buscar uma forma de automatizar a contagem e marcação das plantas, o que, neste estudo, foram feitas manualmente.

Sugere-se para futuros estudos, que seja realizada a análise dos valores monetários para comparação, ou seja, os custos para a obtenção dos dados de levantamento de mudas com 120 dias por meio do VANT, com automatização em SIG, segmentação das imagens e da forma tradicional.

5 REFERÊNCIAS

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.

IPARDES**. Caracterização socioeconômica e ambiental da área de influência de Telêmaco Borba.** Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/nota_telemaco_borba.pdf>. Acesso em: 15/02/2017.

PEGORARO, A. J. Estudo **do Potencial de um Veículo Aéreo Não Tripulado/ Quadrotor, como Plataforma na Obtenção de Dados Cadastrais**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013, 221 p, p. 31.

PASTOR, E., LOPES, J. AND ROYO, P. UAV Payload and Mission Hardware/Software Architecture. **IEEE A&E Systems Magazine**. v. 22. N 6. p. 3. June 2007.

PONTES, G. R.; FREITAS, T. U. **Monitoramento de plantios de eucalipto utilizando técnicas de sensoriamento remoto aplicadas em imagens obtidas por VANT**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 17. (SBSR), 2015, João Pessoa. Anais... São José dos Campos: INPE, 2015. p. 4057-4064. Disponível em: http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0801.pdf. Acesso em: 20/02/2017.

RASI, J. R. **Desenvolvimento de um veículo aéreo não tripulado para aplicação em pulverização agrícola**. 2008. 70 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Rural)-Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D.; RODRIGUES, A. L.; WATZLAWICK, L. R. Processos de amostragem. In: SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D.; RODRIGUES, A. L.; WATZLAWICK, L. R. **Inventários florestais: planejamento e execução.** 3ª Edição. Multi-Graphic, 2014. P129-136.

TELÊMACO BORBA(cidade). **Plano Diretor de Desenvolvimento, Perfil Socioeconômico – Prefeitura de Telêmaco Borba (2005)**. Disponível em WWW.telemacoborba.pr.gov.br, acessado em janeiro de 2017.

VERGANI, A. R. **Sobrevivência De Brotação De Eucalipto E Delimitação Da Área De Talhões Pós-Colheita Utilizando Veículos Aéreos Não-Tripulados.** 2015. 17p. Monografia(Especialista em Gestão Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

ABA – Associação Brasileira de Aeromodelismo **– Estatuto da Confederação Brasileira de Aeromodelismo**. São Paulo. Disponível em <http;//www.aba-br.org.br. Acesso em 2005.

6 APÊNDICE

TABELA 9 - Valores completos para cada cenário, destacando em negrito os cenários que apresentaram melhores resultados conforme critério para validação, talhões C0B, D1B e C5A

Talhão	Cenários	Nº parcela	Processo	Área da parcela (m²)	Sobrevivência %		Diferença	Intensidade		Coeficiente	Erro Amostragem	
					Ortofoto	Censo	Censo x Ortofoto	%	n	Variação	absoluto	Relativo %
C0B	**10% área**	**32**	**Sistemático**	**400**	**97**	**96,8**	**0%**	**0,20%**	**1**	**3**	**1**	**1**
C0B	3% área	10	Sistemático	400	97,1	96,8	0%	0,20%	1	2,8	1,9	2
C0B	10% área	51	Sistemático	250	96,5	96,8	0%	0,60%	2	4,5	1,2	1,2
C0B	1 : 1 ha	13	Sistemático	250	97,3	96,8	1%	0,20%	1	2,4	1,4	1,4
C0B	7% área	36	Sistemático	250	97,4	96,8	1%	0,20%	2	3	1	1
C0B	5% área	16	Sistemático	400	97,7	96,8	1%	0,40%	2	3,2	1,7	1,7
C0B	3% área	15	Sistemático	250	97,9	96,8	1%	0,20%	1	2,8	1,5	1,5
C0B	5% área	25	Sistemático	250	98,4	96,8	2%	0,20%	1	2,5	1	1
D1B	10% da área	24	Sistemático	250	84,6	83,9	1%	5%	12	13,1	4,7	5,6
D1B	5% da área	12	Sistemático	250	84,8	83,9	1%	7,80%	18	15,8	8,5	10
D1B	2% da área	5	Sistemático	250	85,8	83,9	2%	4,40%	11	9,8	10,5	12,2
D1B	3% da área	5	Sistemático	400	85,9	83,9	2%	4,20%	7	9,8	10,5	12,2
D1B	10% da área	15	Sistemático	400	82,8	83,9	1%	3,40%	6	10,6	4,9	5,9
D1B	**7% da área**	**11**	**Sistemático**	**400**	**85,0**	**83,9**	**1%**	**1,40%**	**3**	**6,3**	**3,6**	**4,2**
C5A	**1 : 1 ha**	**11**	**Sistemático**	**400**	**88,1**	**88,4**	**0%**	**12,40%**	**4**	**19,9**	**11,8**	**13,4**
C5A	10% área	44	Sistemático	250	89,1	88,4	1%	8,80%	39	17,7	4,8	5,4

Talhão	Cenários	Nº parcela	Processo	Área da parcela (m²)	Sobrevivência %		Diferença	Intensidade		Coeficiente	Erro Amostragem	
					Ortofoto	Censo	Censo x Ortofoto	%	n	Variação	absoluto	Relativo %
C5A	10% área	28	Sistemático	400	89,5	88,4	1%	4,20%	12	12,3	4,3	4,8
C5A	7% área	19	Sistemático	400	89,9	88,4	2%	3,40%	10	10,8	4,7	5,2
C5A	1 : 1 ha	11	Sistemático	250	85,8	88,4	3%	19,20%	9	24,7	14,3	16,7
C5A	5% área	22	Sistemático	250	91,1	88,4	3%	4,20%	19	12	4,9	5,4
C5A	5% área	14	Sistemático	400	91,3	88,4	3%	5,60%	16	13,5	7,1	7,8
C5A	7% área	31	Sistemático	250	91,5	88,4	4%	3,20%	15	10,6	3,6	3,9
C5A	2% área	9	Sistemático	250	93,5	88,4	6%	2,80%	13	9,1	6,6	7,1
C5A	3% área	13	Sistemático	250	93,6	88,4	6%	5,80%	26	13,6	7,7	8,2