

ESTIMATIVA DA ÁREA DE FLORESTAS PLANTADAS UTILIZANDO AMOSTRAGEM PONTUAL SISTEMÁTICA EM IMAGENS

REFOSCO, Julio Cesar¹; MARCOLIN, Moacir²; MORATELLI, Lucca Pazini³

RESUMO – (ESTIMATIVA DA ÁREA DE FLORESTAS PLANTADAS UTILIZANDO AMOSTRAGEM PONTUAL SISTEMÁTICA EM IMAGENS). O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial da amostragem pontual sistemática no levantamento de áreas de florestas plantadas. Foram avaliadas grades de pontos com distância de 5 km, 2 km e 1 Km. A cobertura e uso da terra na área de trabalho foi realizada por meio de amostragem pontual sistemática e interpretação destes locais sobre imagens de satélite *RapidEye*. Esta avaliação foi então comparada com o mapeamento da cobertura e cobertura e uso da terra realizada utilizando interpretação manual sobre as mesmas imagens. O melhor resultado foi obtido com a grade de 1,0 km.

Palavras chave: Reflorestamento; Sensoriamento remoto; Santa Catarina; *RapidEye*.

ABSTRACT – (ESTIMATING THE AREA OF PLANTED FORESTS USING SYSTEMATIC POINT SAMPLING ERM IMAGES) The objective of this work was to compare quantifications of land use/cover of planted forest, performed through manual interpretation in satellite images on point sampling. Grids with distance of 5, 2 and 1 km of distance were evaluated. Land cover and use in five municipalities of Santa Catarina were mapped /through systematic sampling point over images of the *RapidEye* for the year 2015 using manual interpretation and compared to the land use/cover mapping using manual interpretation over the same images. The best estimative was obtained with grid of 1 km.

Keywords: Planted forest; Remote sensing; Santa Catarina; *RapidEye*.

¹ Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Regional de Blumenau – FURB – Blumenau/SC – Brasil – refosco@furb.br.

² Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Regional de Blumenau – FURB – Blumenau/SC – Brasil – marcolin@furb.br.

³ Curso de graduação em Engenharia Florestal, Universidade Regional de Blumenau – FURB – Blumenau/SC – Brasil – lucca_pazini@outlook.com.

1. INTRODUÇÃO

Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas possibilitam a obtenção de produtos para levantamento de dados, arquivamento e análises que, por sua vez, são utilizadas para efetuar planejamentos com maior precisão e com economia de tempo (Koch, 2015).

Uma das fontes tradicionais de dados para a confecção de mapas de uso e cobertura da terra são as imagens orbitais de sensoriamento remoto (Landgrebe, 2003; Roughgarden et al., 1991; Lillesand; Kiefer, 1994). A extração de informações destas imagens para a geração de mapas de uso e cobertura da terra pode ser realizada por meio de procedimentos de interpretação visual ou por métodos de classificação automática de imagens.

Métodos de amostragens são utilizados amplamente em estatísticas nacionais e regionais, como por exemplo, condições sociais baseadas em entrevistas pessoais ou familiares, levantamentos demográficos, pesquisa de preços, estimativas de produção, dentre outros. Métodos baseados em amostragem através de um conjunto de pontos, por sua vez, são amplamente utilizados para avaliar a cobertura de copa em áreas urbanas (Richardson; Moskal, 2014), uso e

cobertura da terra (Sæbø, 1983; Beuchle et al., 2015), uso do solo urbano (Nowak; Greenfield, 2010; Valerio et al., 2015), e uso do solo urbano e rural (Jacobs et al., 2014).

Através de uma amostragem por pontos, em determinado espaço, é possível obter dados de cobertura e uso da terra através da estimativa de proporções. Para estatísticas de uso e cobertura do solo, a amostragem através de pontos espacializados foi aplicada no passado em países como Estados Unidos, Canadá, Inglaterra, França, Suécia, Suíça e Noruega. Estes métodos eram preferíveis pela rapidez na obtenção dos dados (Sæbø, 1983), bem como pelas vantagens da liberdade de acesso a dados e programas para grande diversidade de usuários e fins (Parmehr et al., 2016).

Quanto à distribuição dos pontos no espaço geográfico, existem basicamente duas formas de realizá-la: de forma aleatória ou de forma sistemática. A amostragem sistemática é realizada sobre uma malha de nós regularmente distribuídos com base em uma origem selecionada aleatoriamente. Esta condição se caracteriza pela regularidade, ou pela distribuição igualitária das unidades amostrais (coincidentes com os pontos) dentro da população a ser amostrada

(Yamamoto; Landim, 2013). A amostragem sistemática tem melhor performance em populações bidimensionais, como é o caso do uso e cobertura da terra (Dunn; Harrison, 1993).

Desta forma, como premissa, considera-se que a amostragem pontual se apresenta como uma ótima opção de levantamento de dados sobre imagens aéreas e orbitais com vistas a realizar quantificações de uso e cobertura do solo e ainda, a amostragem pontual sistemática se apresenta como vantajosa frente amostragem pontual aleatória pois possibilita realizar ainda mapeamentos de uso e cobertura do solo. Restam, porém, questões a serem esclarecidas, tais como a resolução mais adequada de grade para o mapeamento de uso e cobertura do solo.

Assim, este trabalho tem como questões centrais: 1) Através da amostragem pontual sistemática, qual o nível de precisão e a resolução da informação referente às florestas plantadas? 2) Existe diferença significativa entre amostragem pontual sistemática com diferentes resoluções?

Buscando, então, responder a estas questões, foi estabelecida a pesquisa, com o objetivo de avaliar o potencial da amostragem pontual sistemática, propondo-se a analisar a performance de grades de diferentes resoluções para

estimativa de cobertura e uso da terra por florestas plantadas, comparando com a quantidade de área medida através de mapeamento completo em cinco municípios do Estado de Santa Catarina.

2. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

A área de estudo abrangeu os municípios de Belmonte, Caçador, Maravilha, Palmeira e Rodeio, localizados em Santa Catarina. Belmonte está situado no extremo oeste de Santa Catarina, a 612 metros de altitude e tem área de 92,9 km². Maravilha está também no extremo oeste catarinense a uma altitude de 606 metros, tem 170,34 km². Palmeira está localizada no planalto sul catarinense a 886 metros de altitude, tem 289,09 km². Já Rodeio está no Vale do Itajaí, tem 129 km². Caçador, no Alto Vale do Rio do Peixe com 983,42 km² e 920 metros de altitude (IBGE, 2017) (Figura 1).

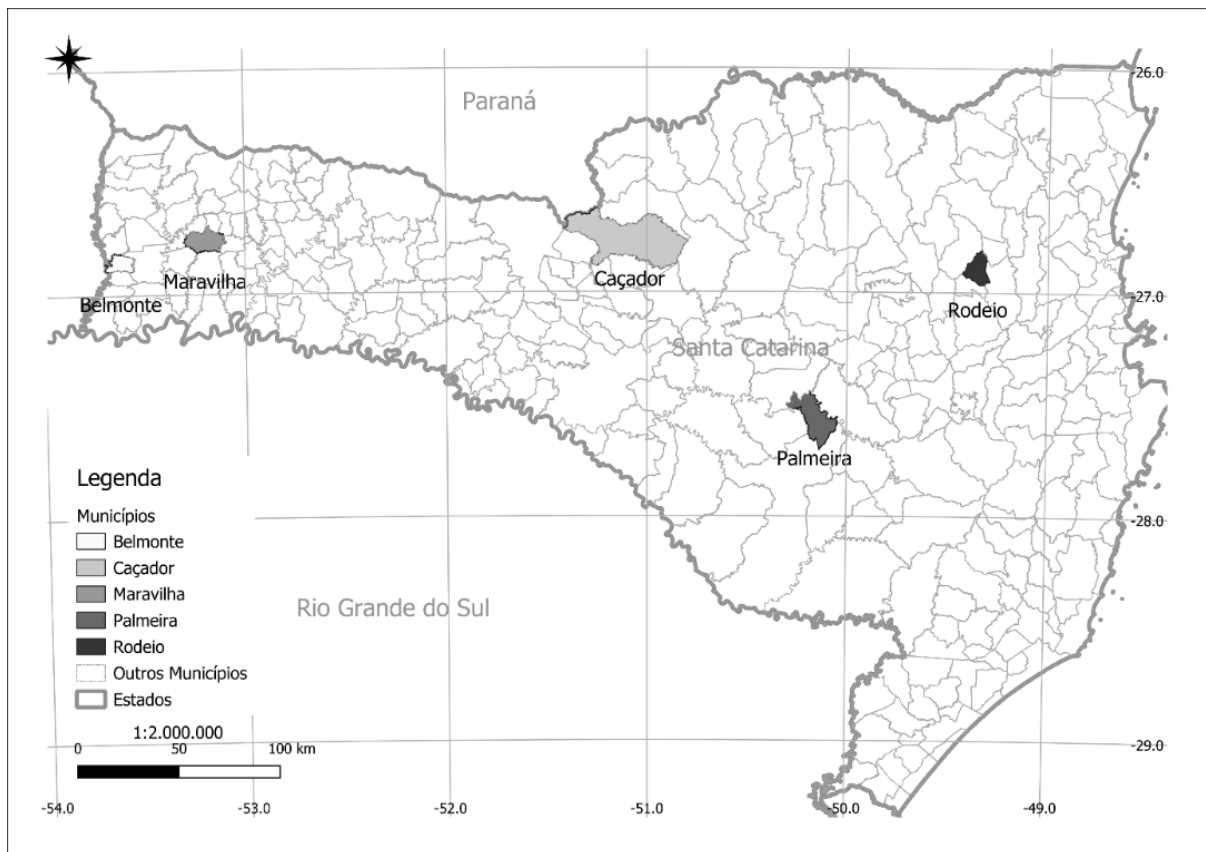
Foram utilizadas três grades sistemáticas de pontos obtidas junto ao Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina (IFFSC) que utiliza grades utilizadas no Inventário Florestal Nacional coordenado pelo Serviço Florestal Brasileiro, com diferentes distâncias entre

pontos: 5km, 2km e 1km, para cada município (Figura 2).

A grade do Inventário Florestal Nacional foi originalmente estabelecida com distância de 20 Km entre os pontos. A partir desta foram geradas as grades de maior densidade, para 5km, 2km e 1 km respectivamente. As distâncias entre os pontos sofrem ligeira redução em função

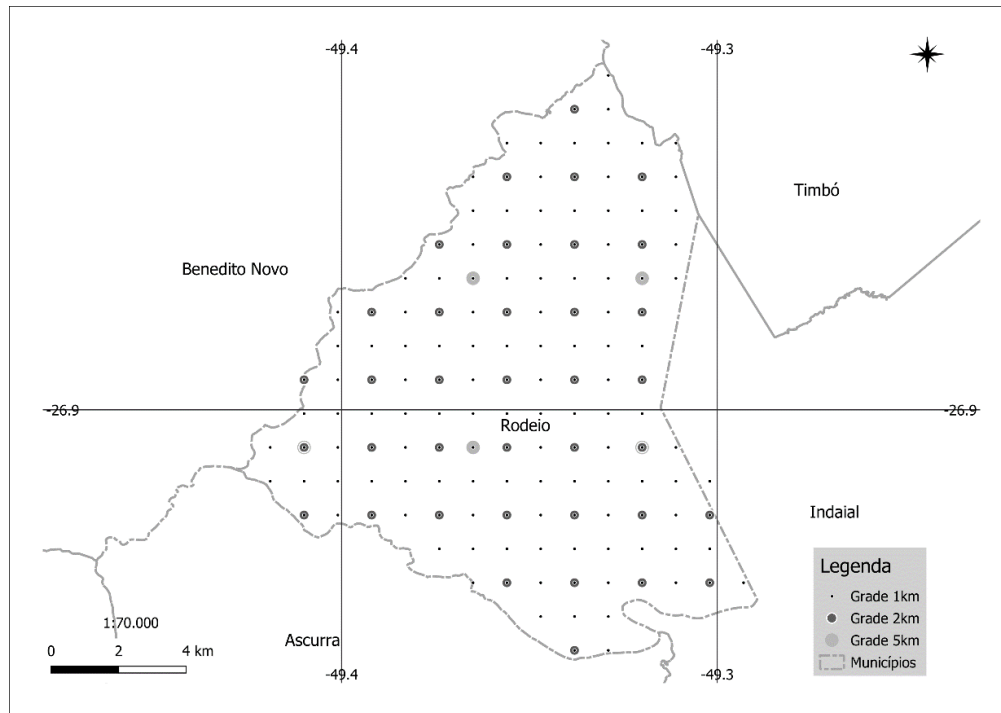
do sistema de projeção utilizado. Assim a grade de 1,0 km possui uma a distância aproximada de 895 metros na abscissa e 997,0 metros na ordenada, resultando em cerca de 0,8923 km² como área correspondente a cada ponto. A grade de 2,0 km representa 3,5693 km², e a grade de 5,0 km corresponde a cerca de 22,3079 km².

Figura 1 – Área de pesquisa



Fonte: Os Autores com base em dados do IBGE.

Figura 2 – Grades de pontos sistemáticos para o município de Rodeio



Fonte: Os Autores.

Em cada ponto de cada grade foi realizada interpretação visual sobre imagens de satélite provenientes do sistema *RapidEye* com datas de 2014 e 2015. O *RapidEye* é um sistema composto de 5 satélites lançados conjuntamente em 2008, que geram imagens multiespectrais coloridas com resolução espacial de 5m. Apresenta 5 bandas multiespectrais com sensibilidade de 440-510 nm (Azul), 520-590 nm (Verde), 630-690 nm (Vermelho), 690-730 nm (Red edge), 760-880 nm (Infravermelho próximo) (Planet Labs, 2016).

A interpretação por único intérprete reduzindo erros por vieses pessoais,

utilizou apenas duas classes: “Floresta plantada” e “Outras classes”. Para a classe “Floresta Plantada” observou-se áreas com plantios florestais dos gêneros *Pinus*, *Eucalyptus* e *Araucaria*, incluindo as áreas de reforma (áreas onde houve corte raso do plantio florestal e estão em fase de replantio). Para organização de mapas, imagens e interpretação foi utilizado o programa QGIS versão 3.12. Nas interpretações por ponto e por área foram utilizadas as bandas da região do visível e do infravermelho. Como escala de trabalho foi estabelecida a escala 1:8000.

Como forma de avaliar a acurácia da interpretação pontual, foram gerados mapas de florestas plantadas utilizando as

mesmas imagens do sistema *RapidEye*, por meio de interpretação visual manual. Esta interpretação utilizou também as mesmas classes e foi realizada pelo mesmo técnico que interpretação pontual como forma de evitar viés.

Os resultados obtidos do mapeamento e das estimativas geradas nos pontos das grades foram analisados por análise de variância e pelo teste de médias de Dunnett para avaliar as diferenças estatísticas entre os tratamentos. Assim, a área mapeada corresponde à testemunha, a grade de 2 km ao tratamento I; a grade de 1 km ao tratamento II e a grade de 5 km ao tratamento III.

Para avaliar a acuracidade do mapeamento de cobertura e uso da terra foi utilizada matriz de confusão realizada com base em um conjunto de 150 pontos aleatórios de análise para cada município mapeado. A análise destes pontos foi realizada com base na observação em

imagens de alta resolução. Com base na matriz de confusão foi possível aplicar o cálculo de Índice Kappa e da Acurácia Global (Congalton; Green, 2008).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados estão apresentados na Tabela 1. A acuracidade dos mapeamentos foi testada a partir do uso de 150 pontos para cada município, distribuídos de forma aleatória. Foram geradas matrizes de confusão para obter os valores dos Coeficientes de Kappa e Acurácia Global. Todos os mapeamentos apresentaram ótimos resultados expressos pelo índice Kappa, segundo escala sugerida por Landis; Koch (1977). Verifica-se que o município de Caçador e Rodeio apresentaram os melhores índices de Kappa (0,99 e 0,9431), enquanto o município de Palmeira apresentou o pior índice (0,8661).

Tabela 1 – Resultados obtidos com a interpretação visual e mapeamento manual

Municípios	Belmonte	Rodeio	Maravilha	Palmeira	Caçador
Área Município (km ²)	92,94	129,91	171,35	289,11	983,42
Floresta plantada (km ²)	5,51	10,82	6,24	74,52	248,92
Floresta Plantada (%)	5,93	8,33	3,64	25,78	25,31
Índice Kappa	0,93	0,94	0,90	0,87	0,98
Acurácia Global	0,97	0,97	0,95	0,93	0,99

Fonte: Os Autores.

A Figura 3 apresenta o mapeamento da classe Florestas Plantadas para o município de Rodeio sobre imagem *RapidEye*. Os resultados apresentados na Tabela 1 indicaram que a grade de pontos com resolução de 1km apresentou as melhores estimativas. Avaliando-se a área total do experimento, representada pela soma das áreas dos municípios apresentou uma diferença de -1,23% entre a área mapeada e estimada por amostragem pontual sistemática, o que indica uma ótima estimativa. Esta grade de pontos se mostrou eficiente para estimar florestas plantadas em unidades municipais.

Para a grade de pontos com resolução 2km, os resultados obtidos indicaram uma estimativa de +8,27%, da área de florestas plantadas em relação a área mapeada. Nesta grade, verificou-se que em um dos municípios analisados não foi identificado nenhum ponto com floresta plantada. A grade de 2km se mostrou ainda ineficiente considerando que com esta resolução, para unidades municipais de menor superfície, determinadas classes de cobertura da terra podem não ser amostradas devidamente como ocorreu com o município de Belmonte.

Os resultados para estimativa pontual sistemática para grades de 1km, 2km e 5km são apresentados na Tabela 2.

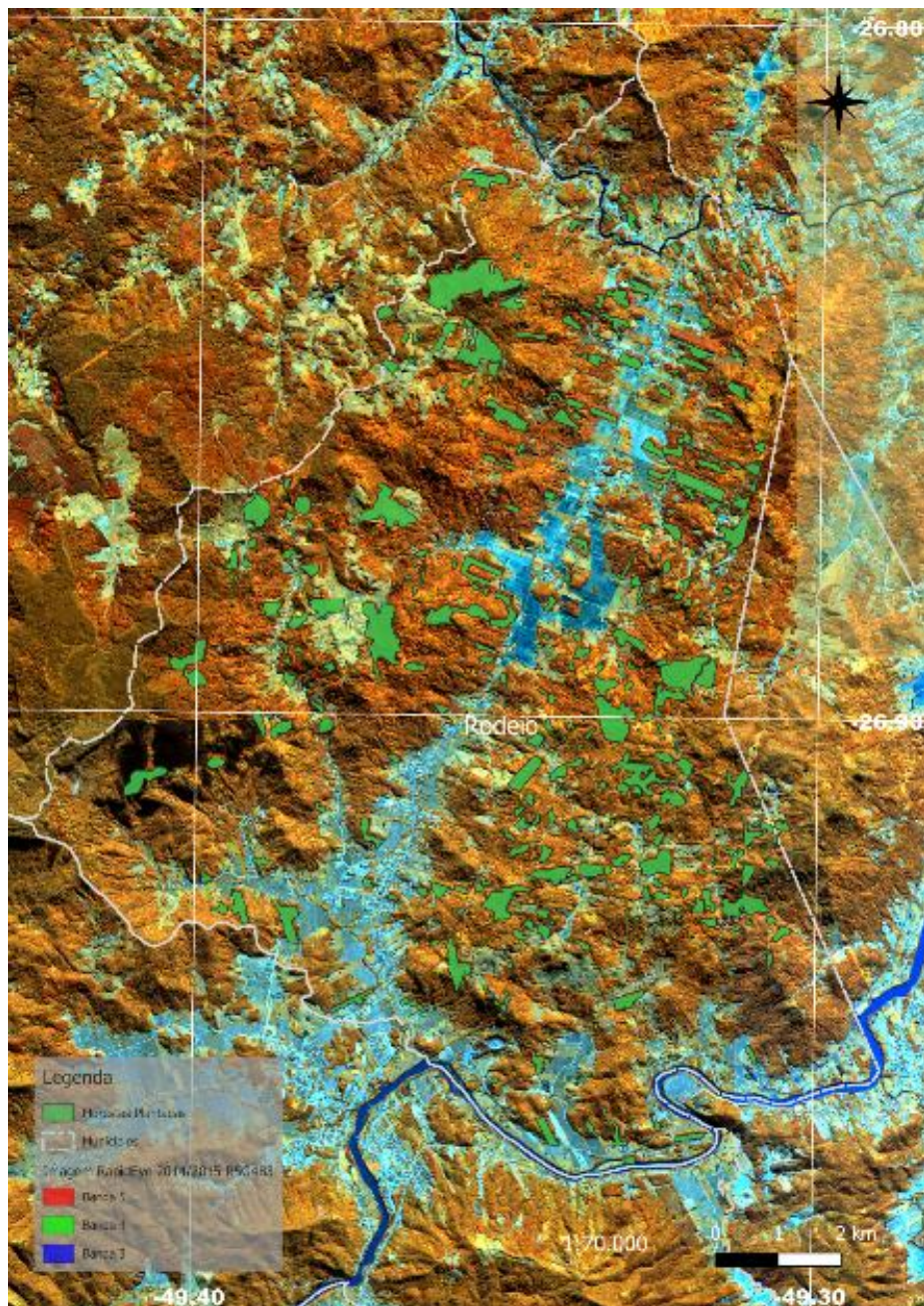
A análise da grade com 5km de resolução mostrou uma estimativa de

+12,78%, da área de florestas plantadas em relação a área mapeada. Ainda, observa-se que em 2 dos 5 municípios avaliados, não foram registrados pontos com florestas plantadas. Esta densidade de pontos de amostragem mostrou-se imprecisa para estimar a cobertura de solo com florestas plantadas nos municípios de superfície inferior a 170 km² e com área da classe de cobertura e uso da terra de interesse menor que 10% da área total. Contudo, para estimativas em áreas de micro e mesorregião e mesmo estaduais esta grade apresenta bons resultados.

As grades de 2km e 1km apresentaram qualidade compatível com a unidade município. Contudo, a grade de 2km ainda apresenta incapaz de estimar com qualidade a área de florestas plantadas na unidade municipal.

A análise dos resultados das grades, mostrou grande variação entre os diversos municípios, os quais apontam para uma relação entre a área do município, a porcentagem de florestas plantadas e a resolução da grade amostral sistemática. As grades de 2km e 1km apresentaram qualidade compatível para o conjunto de municípios. Contudo, a grade de 2km ainda apresentou incapacidade de estimar com qualidade a área de florestas plantadas na unidade municipal.

Figura 3 – Mapeamento de Floresta Plantada para o município de Rodeio



Fonte: Os Autores.

Tabela 2 – Resultados da estimativa pontual sistemática

Indicador	Belmonte	Rodeio	Maravilha	Palmeira	Caçador	Total
Área do município (km ²)	93,85	129,00	170,39	289,10	983,42	1.665,76
Florestas plantadas (km ²)	5,51	11,35	6,24	103,39	248,92	375,41
Floresta plantada (%)	5,87	8,80	3,66	35,76	25,31	79,41
Grade de 1 km						
Pontos totais	104	145	193	327	1101	1.870
Pontos Floresta Plantada	1	14	6	110	285	416
Área estimada (km ²)	0,89	12,49	5,35	98,15	254,31	371,20
Diferença absoluta (km ²)	-4,62	1,14	-0,89	-5,24	5,39	-4,21
Diferença relativa (%)	-83,81	10,06	-14,20	-5,07	2,16	-1,12
Grade de 2km						
Pontos totais	25	37	50	85	275	472
Pontos Floresta Plantada	0	5	2	35	72	114
Área estimada (km ²)	0,00	17,85	7,14	124,93	256,99	406,90
Diferença absoluta (km ²)	-5,51	6,50	0,90	21,54	8,07	31,49
Diferença relativa (%)	-100,00	57,24	14,40	20,83	3,24	8,39
Grade de 5km						
Pontos totais	4	5	8	15	47	79
Pontos Floresta Plantada	0	1	0	10	8	19
Área estimada (km ²)	0,00	22,31	0,00	223,08	178,46	423,85
Diferença absoluta (km ²)	-5,51	10,96	-6,24	119,69	-70,46	48,44
Diferença relativa (%)	-100,00	96,55	-100,00	115,76	-28,30	12,90

Fonte: Os Autores.

A Figura 4 apresenta os valores dos afastamentos entre os dados provenientes do mapeamento e aqueles provenientes da amostragem pontual sistemática, em porcentagem.

A utilização da grade de equidistância de 2km e 5km se mostrou inadequada para identificar áreas com

florestas plantadas em unidades municipais, especialmente aquelas com menores superfícies. No experimento realizado, em um dos municípios avaliados não foi encontrada amostra para a classe floresta plantada. Já a grade de 1km, com maior densidade proporcional, apresentou resultados mais precisos para os

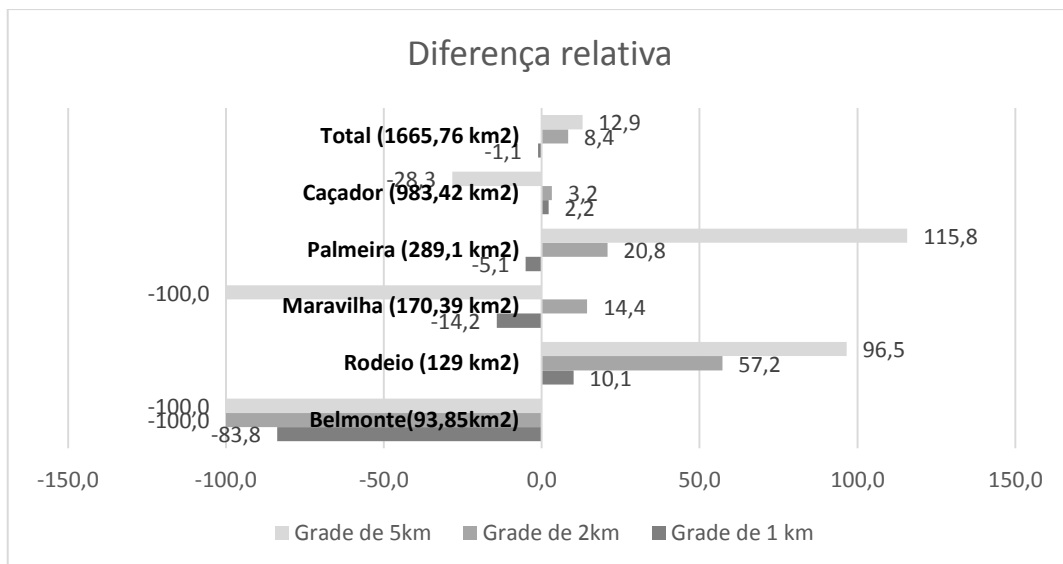
municípios com superfícies superiores a 150 km².

A grade de 2km se mostrou ainda ineficiente considerando que com esta resolução, para unidades municipais de menor superfície, determinadas classes de cobertura da terra podem não ser

amostradas devidamente como ocorreu com o município de Belmonte.

Ainda sobre este aspecto, o município de Rodeio apresentou o mesmo número de pontos amostrais para as grades de 2 e 1km. Isto demonstra que a grade de 2km se mostrou insuficiente do ponto de vista amostral.

Figura 4 – Representação da diferença relativa das áreas de florestas plantadas estimadas por município, por grades de 1, 2 e 5km



Fonte: Os Autores.

Em municípios de áreas maiores observou-se maior qualidade nos resultados tanto para a grade de 2km quanto para a grade de 1km de resolução. Para os municípios maiores, como Caçador e Palmeira os resultados da estimativa pela amostragem pontual sistemática se aproximam do mapeamento realizado utilizado como referência.

Os resultados permitiram verificar que os municípios possuem disparidade em superfície e em porcentagem de cobertura, resultando em variâncias heterogêneas. Ressalta-se que o número de apenas 5 municípios, considerado pequeno (apenas 5 repetições), não indicava realização de testes estatísticos de comparação entre os municípios. A análise da diferença de pares de valores, isto é, medidos e estimados,

não atende o princípio de uma amostra grande e com distribuição normal. Mesmo assim o teste foi realizado, não sendo encontradas evidências de diferenças nas médias serem diferentes para as grades de 1,0 e 2,0 km.

A área do município e a participação da classe florestas plantadas na área total são fatores que determinam o êxito da estimativa. Neste caso, maiores áreas e classes com maiores áreas serão mais bem estimadas por este método.

Em relação ao número de pontos utilizado na amostragem sistemática, considerando as grades de 2km e 1km, foram utilizados diferentes números de pontos para cada município em função da diferença na superfície de cada um, bem como devido à forma de seu território. A Tabela 3 apresenta uma comparação no número de pontos utilizado em cada município. Cardoso (2017) utilizou

amostragem pontual aleatória para estimar área de florestas plantadas no estado de Santa Catarina. Diferentes intensidades amostrais foram utilizadas para atingir erros padrão de estimativa menores que 2%. Esta intensidade variou de acordo com a área amostrada e conforme a participação da classe “reflorestamento” na população. Contudo, comparando-se com os resultados deste trabalho, em relação à diferença entre valores estimados e valores mapeados, percebe-se vantagem para o método sistemático que, com menor intensidade amostral, obteve melhores resultados. Na Tabela 3 observa-se, por exemplo, que para o município de Caçador foram utilizados 1101 pontos na grade sistemática de 1km de resolução obtendo-se um erro de 2,2% e para a amostragem aleatório foram utilizados 520 pontos para obter um erro de 6,4%.

Tabela 3 – Número de pontos amostrais sistemáticos para grades de 1 e 2km para cada município e comparação com pontos aleatórios

Município	Pontos grade		Pontos grade		Pontos aleatórios	
	1km	%	2km	%		%
Belmonte	104	-84,90	25	100,00	200	9,10
Rodeio	145	10,00	37	57,20	273	9,03
Maravilha	193	-14,20	50	14,40	200	9,75
Palmeira	326	-5,10	85	20,80	495	2,66
Caçador	1101	2,20	275	3,20	520	6,40

Fonte: Os Autores.

Isto está de acordo com o trabalho de Dunn; Harrison (1993) que identificaram vantagem do método sistemático em relação ao aleatório estando entre 78% e 33%, comparando a variância entre os dois métodos, sendo os maiores ganho relacionados a grades sistemáticas de melhor resolução.

Valerio et al. (2015) utilizaram um esquema de amostragem do tipo mosaico estratificado, que mistura formas sistemáticas e aleatórias. Neste esquema a área de estudo foi dividida em quadrados não superpostos sendo, a seguir, sorteado um ponto aleatório dentro de cada quadrado para realizar a amostragem. O processo resultou em 21.412 pontos para uma área de estudo de 5352km², o que representa uma intensidade amostral aproximada de 4 pontos por km² obtendo erro padrão de cobertura de 1,7%. Em comparação, neste estudo utilizou-se intensidades de 5, 2 e 1 ponto por km², obtendo-se erros relativos de -1,23%, 8,27% e 12,78% respectivamente. Em relação às vantagens do processo de amostragem, Valerio et al. (2015) aplicaram método de amostragem pontual sistemática e concluíram que o método baseado na análise sobre imagens Landsat, para uma área de 2.8 milhões de km², com grade de 10km, com intensidade amostral

de 243 pontos, possibilitou a avaliação de cobertura da terra e suas mudanças de forma consistente, com relativamente menos recursos e mais rápido se comparado ao método de mapeamento tradicional.

De forma geral é possível inferir que quanto menor for a área a ser caracterizada, mais fina deve ser a resolução da grade pontos amostrais sistemáticos e quanto menor for a participação da classe de uso/cobertura da terra a ser avaliada, também mais fina deve ser a resolução da grade de pontos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo deste artigo foi investigar o emprego de amostragem pontual aleatório como forma de estimar a superfície de florestas plantadas especificamente e cobertura e uso da terra em geral sobre imagens digitais da superfície terrestre.

A metodologia utilizou produtos digitais disponíveis que possibilitam percepção de florestas plantadas em função de características espaciais e espectrais com métodos de interpretação manual e pontual por amostragem.

Os resultados mostram as possibilidades de uso da amostragem pontual aleatória, sobretudo como processo

de levantamento de dados sobre florestas plantadas mais rápido apesar de focar em estimativas e não em medidas de superfícies cobertas por florestas plantadas. Também apresenta e discute as vantagens do processo pontual sistemático sobre o processo pontual aleatório.

Comparando-se o método de amostragem pontual sistemática com o método de amostragem pontual aleatória aplicados sobre imagens aéreas e orbitais, observa-se certa vantagem no sistemático que obtém estimativas mais confiáveis com menor número de pontos utilizados, desde que a resolução da grade esteja adequada ao tamanho total da área e à superfície da classe de interesse.

O método de amostragem pontual sistemática sobre imagens aéreas e orbitais se mostrou eficiente, rápido e de baixo custo quando comparado aos métodos clássicos de interpretação e mapeamento. Contudo, a grade selecionada para amostragem deve ser de tamanho adequado à área total amostrada.

Sugere-se avançar na pesquisa testando resoluções mais finas para áreas menores, bem como uma amostragem estratificada em função da área da classe de cobertura e uso da terra de interesse.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEUCHLE, R.; GRECCHI, R. C.; SHIMABUKURO, Y. E.; et al. Land cover changes in the Brazilian Cerrado and Caatinga biomes from 1990 to 2010 based on a systematic remote sensing sampling approach. **Applied Geography**, v. 58, p. 116–127, 2015. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0143622815000284>>.

CARDOSO, F. B. **Contribuições para o mapeamento das florestas plantadas de Santa Catarina**, 2017. Universidade Regional de Blumenau. Disponível em: <http://www.bc.furb.br/docs/DS/2017/362205_1_1.pdf>.

CONGALTON, R. G.; GREEN, K. **Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data**. CRC Press, 2008.
DUNN, R.; HARRISON, A. R. Two-Dimensional Systematic Sampling of Land Use. **Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics)**, v. 42, n. 4, p. 585–601, 1993. [Wiley, Royal Statistical Society]. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2986177>>.

IBGE, I. B. DE G. E. E. Cidades@. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat>>. Acesso em: 8/7/2020.

JACOBS, B.; MIKHAILOVICH, N.; DELANEY, C. **Benchmarking Australia's Urban Tree Canopy: An i-Tree assessment, Final Report**. Sydney: Institute for Sustainable Futures, UTS, 2014.

KOCH, B. Remote sensing supporting national forest assessments. In: *Fao (Org.); Knowledge reference for national forest assessments*. p.77–92, 2015. Roma: Fao.

LANDGREBE, D. A. **Signal theory methods in multispectral remote sensing**. xi ed. New Jersey: Wiley-Interscience, 2003.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. **Biometrics**, v. 33, n. 1, p. 159, 1977. JSTOR.

LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W. Remote sensing and image interpretation. 3rd edition. **Remote sensing and image interpretation. 3rd edition**, 1994. Wiley.

NOWAK, D. J.; GREENFIELD, E. J. Evaluating The National Land Cover Database Tree Canopy and Impervious Cover Estimates Across the Conterminous United States: A Comparison with Photo-Interpreted Estimates. **Environmental Management**, v. 46, n. 3, p. 378–390, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s00267-010-9536-9>>.

PARMEHR, E. G.; AMATI, M.; TAYLOR, E. J.; LIVESLEY, S. J. Estimation of urban tree canopy cover using random point sampling and remote sensing methods. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 20, p. 160–171, 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1618866716301558>>.

PLANET LABS. **RAPIDEYE™ IMAGERY PRODUCT SPECIFICATIONS**. Berlin, 2016.
RICHARDSON, J. J.; MOSKAL, L. M. Uncertainty in urban forest canopy assessment: Lessons from Seattle, WA, USA. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 13, n. 1, p. 152–157, 2014. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1618866713000800>>.

ROUGHGARDEN, J.; RUNNING, S. W.; MATSON, P. A. What Does Remote Sensing Do For Ecology? **Ecology**, v. 72, n. 6, p. 1918–1922, 1991. Disponível em: <<https://doi.org/10.2307/1941546>>.

SÆBØ, H. V. Land Use and Environmental Statistics Obtained by Point Sampling. **Statistisk Sentralbyrå**, p. 31, 1983. Disponível em:

<https://www.statistics.no/a/histstat/art/art_144.pdf>. Acesso em: 14/6/2020.

VALERIO, Q.; ANNA, B.; FRANCESCO, C.; et al. Monitoring land take by point sampling: Pace and dynamics of urban expansion in the Metropolitan City of Rome. **Landscape and Urban Planning**, v. 143, p. 126–133, 2015. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0169204615001371>>.

YAMAMOTO, J. K.; LANDIM, P. M. B. **Geoestatística: conceitos e aplicações**. 1º ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

SOARES, F. J.; PEREIRA, A. B. Alfabetização Ambiental como Indicador de Qualidade da Educação Ambiental-um Estudo Exploratório Feito em Estância Velha, RS, Brasil. **ACTA SCIENTIAE**, 6(1), 57-66. 2012.

SOUZA, E. R. **A Escola como Instituição Social: Revisitando a Função Social da Escola**. Dissertação (mestrado em educação) - Universidade Estadual de Londrina. Londrina. 2013.

TOZETTI, A.M.; MARTINS, M. Habitat use by the South-American rattlesnake (*Crotalus durissus*) in south-eastern Brazil. **Journal of Natural History**, 42(19-20):1435-1444. 2008.

TOZONI-REIS, M.F.C. Formação dos educadores ambientais e paradigmas em transição. **Revista Ciências e Educação**. Vol. 8, no. 1: p. 83-96, 2002.

UETANABARO, M.; GUIMARÃES, L.D.; BÉDA, A.F.; FILHO, P.L.; PRADO,

C.P.A.; BASTOS, R.P.; ÁVILA, R.W.
Anfíbios e répteis inventário da
herpetofauna no Complexo Aporé-Sucuriú.
In: PAGOTTO, T.C.S.; SOUZA, P.R.
(orgs.). **Biodiversidade do complexo
Aporé-Sucuriú subsídios à conservação
e ao manejo do Cerrado: área
prioritária 316**- Jauru. Campo Grande:
Ed. UFMS, Mato Grosso do Sul, pp. 105-
112. 2006.

UETZ, P.; HOŠEK, J. 2019. **The Reptile
Database**. 2019. Disponível em:
www.reptile-database.org. Acesso em: 08
de março de 2021.

VASCONCELOS, B. S. S. **Percepção dos
estudantes do Ensino Médio de Campina
Grande sobre os animais peçonhentos**.
Monografia – Universidade Estadual da
Paraíba. Campina Grande. 2014.
WELTON, R.E; LIEW, D; BRAITERG,
G. Incidence of fatal snake bite in
Australia: A coronial based retrospective
study (2000-2016). **Toxicon**, v. 131(2017),
11-15, 2017.