

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/303769573>

Utilização de VANT para o georreferenciamento de imóveis rurais

Chapter · April 2016

DOI: 10.13140/RG.2.1.4222.6803

CITATIONS

0

READS

1,678

7 authors, including:



Amilton Amorim

São Paulo State University

32 PUBLICATIONS 17 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Guilherme Gomes Pessoa

São Paulo State University

13 PUBLICATIONS 2 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Ian Ribeiro Lemes

São Paulo State University

2 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Juliane Mendonça Komazaki

São Paulo State University

2 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Development of a Low Cost Mobile Mapping System [View project](#)



Utilização de VANT para o georreferenciamento de imóveis rurais [View project](#)

Utilização de VANT para o georreferenciamento de imóveis rurais

Amilton Amorim
Guilherme Gomes Pessoa
Ian Ribeiro Lemes
Juliane Mendonça Komazaki
Lorena Canali Jorge
Maurício Galo
Paulo de Oliveira Camargo

Resumo

A implantação e manutenção de uma base cartográfica não é uma tarefa simples, principalmente se considerarmos grandes extensões territoriais, como por exemplo, o Brasil, cuja área corresponde a aproximadamente 15,7 vezes a área da França, 16,9 vezes a da Espanha e 92,5 a de Portugal. Ao se tratar do mapeamento urbano, a questão é também delicada, pois as cidades obedecem a um sistema dinâmico de crescimento, sofrendo alterações significativas em um período relativamente curto e os sistemas cadastrais necessitam de informações que permitam a representação em escala grande, o que aumenta a problemática da atualização, para alguns municípios, uma vez que a precisão e o custo estão intimamente relacionados com a escala. Os imóveis são, geralmente, descritos fisicamente a partir das coordenadas bidimensionais dos vértices da parcela. No Brasil, este procedimento é previsto pela Lei 10267/2001 para o cadastro de imóveis rurais, que visa à produção da representação gráfica da estrutura fundiária de uma região e minimização de problemas de sobreposição ou lacunas entre parcelas e, conseqüentemente, a redução dos conflitos fundiários. Além disso, uma área constantemente marginalizada, quando se trata de mapeamento e cadastramento urbano, é a chamada área de expansão urbana, geralmente formada por imóveis com uso predominantemente urbano, mas com características físicas rurais, uma vez que a grande maioria dos imóveis não foi objeto de parcelamento urbano e possuem limites definidos por polígonos irregulares. Este fato impossibilita que as operações de recadastramentos urbanos sejam extensivas a esses imóveis, a partir da mesma metodologia, necessitando geralmente de levantamentos por métodos topográficos convencionais, que muitas vezes podem inviabilizar as referidas operações, impactando negativamente na arrecadação de tributos referentes a esses imóveis. Com o objetivo de auxiliar esse processo, principalmente para as prefeituras de pequeno e médio porte, este trabalho mostra os primeiros resultados de mapeamentos, em área rural, elaborados a partir do uso de imagens obtidas por um pequeno VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado) integrado a receptores GNSS (Global Navigation Satellite System) de navegação. Embora sistemas desta natureza não sejam viáveis para grandes extensões, este trabalho mostra que, para áreas menores, pode-se obter redução de tempo e conseqüentemente dos custos dos trabalhos, atingindo os padrões de precisão estabelecidos pela legislação cartográfica vigente.

Palavras-chave: VANT; Cadastro Rural; Cadastro Territorial Multifinalitário.

1. Introdução

A evolução tecnológica tem sido muito intensa nas últimas décadas, principalmente graças aos desenvolvimentos nas áreas de Eletrônica e Informática. Uma das áreas diretamente beneficiadas como consequência dessa evolução é a área de mapeamento, na qual inúmeros sensores e plataformas são disponibilizados. Exemplo disso são os Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT), que têm sido muito utilizados tanto para recreação (*drones*) como para a realização de trabalhos profissionais.

Um aspecto crítico no uso desta tecnologia se relaciona à necessidade de aprimoramento na legislação, bem como no controle do uso dessa tecnologia, devido ao uso compartilhado do espaço aéreo. A Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) estabeleceram algumas regulamentações. No entanto, ressalta-se que existe a necessidade de especificar melhor as restrições e permissões, de acordo com os inúmeros modelos de equipamentos disponíveis no mercado, que possuem desde um alto nível de segurança e controle até um nível quase inexistente (BRASIL, 2012; BRASIL, 2015).

Esses equipamentos podem ser encontrados no mercado com diferentes configurações e características, desde muito pequenos (com poucos gramas de peso) até muito grandes (com toneladas), desenvolvidos para as mais diversas finalidades de aplicações. Entre estes extremos têm-se também aqueles adequados para a aquisição de imagens aéreas (fotografias e filmes).

Os equipamentos desenvolvidos para a tomada de imagens permitem aplicações em trabalhos que, até a pouco tempo, só era executado por empresas de Fotogrametria, com aeronave equipada com câmaras aéreas convencionais.

Com o avanço tecnológico e a redução no tamanho de sensores como câmaras fotográficas, sistema inercial e receptor GNSS foi possível embarcá-los em VANT's cada vez menores e mais leves. Aliados ainda ao desenvolvimento dos processos fotogramétricos, este tipo de plataforma pode ser considerada com uma alternativa para algumas aplicações.

Como acontece em todas as áreas, num primeiro momento, os equipamentos recém-desenvolvidos são oferecidos no mercado com valores elevados e, nem sempre, atrativos. No entanto, com o passar do tempo tendem a ficar mais acessíveis e atrativos, demonstrando viabilidade econômica para sua utilização em diversos tipos de aplicações.

Atualmente, os chamados *light drones* ou “micro VANT’s” possuem sistemas de controle que permitem sua utilização com muita segurança, além da possibilidade de embarque de sensores que permitem a execução de mapeamentos fotogramétricos com qualidade equiparada à Fotogrametria convencional.

Obviamente, um sistema para a obtenção de fotografias aéreas com câmara de pequeno formato, como é o caso de uma câmara embarcada em um micro VANT, não pode ser comparado com a Fotogrametria convencional em termos de produtividade, uma vez que há restrições para a utilização do mesmo em áreas urbanas e também pela limitação das pequenas áreas imageadas. Por outro lado, para algumas aplicações, em áreas de menor dimensão, onde a aquisição por meio de uma plataforma aerotransportada não é viável, essas plataformas podem ser consideradas como uma alternativa interessante.

De acordo com BRASIL (2013), as normas técnicas do Instituto de Colonização e Reforma Agrária - INCRA, não permitem a utilização de imagens para determinar as coordenadas dos vértices artificiais definidores de limites de propriedades rurais, para efeito da Lei 10267/2001, que são materializados por marcos ou por intersecção de cercas. Este foi um dos fatos que nos motivou à realização deste trabalho, cujos experimentos foram realizados em uma área rural do município de Presidente Prudente - SP, Brasil.

2. Objetivo

Avaliar a qualidade posicional das coordenadas dos vértices obtidos a partir de ortoimagens geradas pelo processamento de imagens adquiridas por uma plataforma VANT, e sua adequação à Lei 10267/2001, que dispõe sobre o georreferenciamento de imóveis rurais para fins de registro.

3. Fundamentação teórica

3.1. Posicionamento por satélite

O GNSS (*Global Navigation Satellite System*) é uma das tecnologias mais avançadas que existe atualmente para o posicionamento em um referencial global. Um dos principais componentes do GNSS é o GPS (*Global Positioning System*), desenvolvido pelo governo Norte-Americano, e o GLONASS (*Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema*), desenvolvido pela extinta URSS (União das Repúblicas

Socialistas Soviéticas) e hoje sendo de responsabilidade da República da Rússia. Outro componente do GNSS, que está sendo desenvolvido pela União Europeia, é o Galileo. Há também o sistema chinês *Beidou/Compass*, que se encontra em desenvolvimento. Outros componentes, além dos citados, que compõem o GNSS são os sistemas aumentados designados de SBAS (*Satellite Based Augmentation System*), tais como o Norte-Americano WASS (*Wide Area Augmentation System*), o europeu EGNOS (*European Geostationary Navigation Overlay Service*), entre outras iniciativas similares (SEEBER, 2003).

O GNSS, além de aplicação em levantamentos, vem sendo aplicado em georreferenciamento de imóveis para fins cadastrais e Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

A determinação da posição de um objeto ou feição a partir de levantamento com GNSS pode ser feita por diferentes métodos (MONICO, 2008): posicionamento absoluto ou por ponto, relativo e diferencial.

Neste trabalho, foi utilizado o Posicionamento Relativo Estático Rápido que consiste em instalar um receptor que serve como base, permanecendo fixo sobre um vértice ou estação de referência, coletando dados, enquanto outro receptor percorre os vértices/pontos de interesse, permanecendo estacionado e coletando dados por cerca de 5 a 20 minutos em cada vértice. Este método possui o mesmo princípio do posicionamento estático e a diferença principal é o período de ocupação da estação de interesse, que não ultrapassa 20 minutos (MONICO, 2008).

3.2. Georreferenciamento de imóveis rurais

No Brasil, até 2001, exigia-se um levantamento topográfico no sistema local, acompanhado de um memorial descritivo, para a realização do registro do direito de propriedade de uma parcela em um Cartório de Registro de Imóveis (BRASIL, 1973). Acompanhando este memorial devia-se também ter a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), emitida por um profissional qualificado e registrado no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA).

No entanto, a partir de agosto de 2001, com a promulgação da Lei 10267, passou-se a exigir o memorial descritivo, executado por um profissional habilitado, contendo as coordenadas dos vértices definidores dos limites dos imóveis rurais, georreferenciadas, ou seja, referenciadas ao Sistema Geodésico Brasileiro oficial, além de estabelecer padrões de precisão posicional definida pelas normas técnicas

estabelecidas pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) (BRASIL, 2001).

A 3ª edição da Norma Técnica para o Georreferenciamento de Imóveis Rurais alterou significativamente as normas anteriores, principalmente pela possibilidade de utilização de novos métodos de posicionamentos, cabendo destacar neste trabalho a possibilidade de utilização de imagens aéreas e orbitais.

De acordo com a Norma Técnica para o Georreferenciamento de Imóveis Rurais, considera-se vértice de limite entre imóveis rurais como sendo *“o ponto onde a linha limítrofe do imóvel rural muda de direção ou onde existe intersecção desta linha com qualquer outra linha limítrofe de imóvel contíguo”*. Deste modo, os segmentos de reta definidos pelos referidos vértices descrevem os títulos de domínio e são classificados como Limites Artificiais (LA) e Limites Naturais (LN), de acordo com o BRASIL (2013).

Deve-se ressaltar que, apesar da possibilidade da legislação permitir o uso de técnicas de Sensoriamento Remoto e Fotogrametria, restringem-se as mesmas à determinação das coordenadas dos vértices chamados “virtuais”, ou seja, cujo posicionamento é realizado de forma indireta, portanto não ocupado diretamente *in loco*. Sendo assim, não é aceitável, pelas referidas normas técnicas, que os vértices artificiais caracterizados por intersecção de cercas ou por marcos de concreto tenham suas coordenadas determinadas nas imagens.

Este estudo de caso foi realizado com o propósito de verificar a possibilidade de se determinar as coordenadas de vértices artificiais e a intersecção de cercas, a partir de produtos cartográficos gerados com imagens obtidas por VANT.

3.3. Utilização de VANT para mapeamentos

Com a disseminação da utilização dos VANT's nos últimos anos, principalmente com o propósito de aquisição de imagens, esses equipamentos vêm fazendo com que a Fotogrametria ocupe um espaço no mercado que, por vários motivos, sempre foi restrito aos levantamentos terrestres.

O mapeamento de uma pequena área, seja por objetivos específicos como o levantamento para o monitoramento de um processo erosivo ou mesmo o mapeamento de uma pequena cidade ou ainda uma parcela rural específica, historicamente tem sido executado por meio de levantamentos diretos, ou seja, por meio de Topografia.

Recentemente, quando se mencionava a possibilidade de se mapear uma pequena porção da superfície terrestre, por meio de Fotogrametria, os custos inviabilizavam o processo. Atualmente, pequenas empresas visualizam a possibilidade de investir nos VANT's como instrumento para aquisição de imagens aéreas que possibilitam o mapeamento fotogramétrico, não apenas com o atrativo do custo viável, mas também pela possibilidade de se executar mapeamentos que atendam a necessidade tanto em termos de qualidade geométrica quanto semântica.

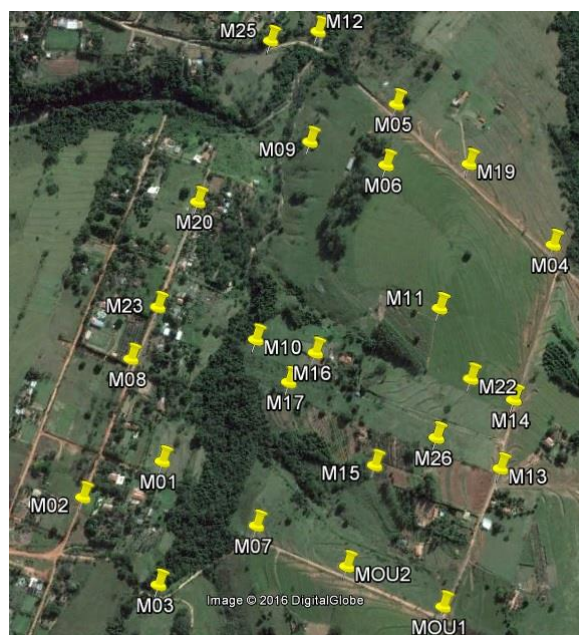
A principal motivação para o desenvolvimento deste trabalho foi, justamente, a possibilidade de avaliar o atendimento das normas técnicas estabelecidas para o georreferenciamento de imóveis rurais no Brasil, utilizando um VANT para a aquisição das imagens, bem como pelo uso do processamento fotogramétrico para a produção dos documentos cartográficos. Dentre os documentos gerados têm-se as ortofotos, que serão úteis para a medição dos vértices das parcelas.

4. Desenvolvimento

4.1. Implantação da área teste

A área teste (Figura 1) localiza-se na área rural, ao nordeste da cidade de Presidente Prudente - SP. Esta área foi selecionada por estar fora da rota de aeronaves tripuladas, o que facilita a obtenção de autorizações junto ao Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), por ser de fácil acesso, além de permitir a execução de voos com diferentes alturas.

Figura 1 – Localização da rede de referência na área teste.



Os pontos artificiais implantados na área, 26 no total, constituem-se de marcos de concreto pré-fabricados, na forma tronco-piramidal, com 60 cm de altura, 10 cm no topo e 20 cm na base, devidamente identificados com chapas de alumínio, como mostram as Figuras 2 e 3.

Figura 2 – Chapa de identificação dos marcos da área teste

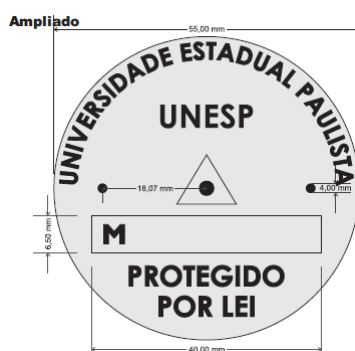


Figura 3 – Marco (M13) implantado e sinalizado



4.2. Levantamento de campo

Para a determinação das coordenadas dos pontos implantados, que podem ser usados tanto como pontos de controle quanto pontos de verificação, foi realizado um levantamento relativo estático utilizando como referência três estações base da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos sistemas GNSS (RBMC) (ILHA, ROSA e PRMA). O método de posicionamento utilizado foi o relativo estático rápido, em função do comprimento das linhas de base a uma das estações da RBMC, a estação PPTE, situada a aproximadamente 6 km da área teste.

Na Tabela 1 é apresentado o resultado do processamento dos dados GNSS dos pontos coletados em campo. Estes pontos podem ser utilizados tanto como pontos de controle utilizados para geração da ortofoto, quanto para o controle de qualidade.

Tabela 1 – Coordenadas UTM / Fuso 22 / dos pontos de controle e verificação, no referencial SIRGAS 2000, utilizados nos dois experimentos realizados.

Pontos	E (m)	N (m)
Referência	464207,175	7552314,767
M01	463852,074	7552064,942
M02	463672,767	7551984,014
M03	463843,758	7551780,589
M08	463780,407	7552300,913
M10	464068,524	7552345,803
M11	464494,110	7552416,627
M12	464216,286	7553076,741
M13	464629,157	7552050,562
M14	464662,132	7552206,247
M15	464343,408	7552056,034
M17	464145,178	7552246,234
M20	463932,500	7552666,428
M22	464564,627	7552254,327
M23	463841,112	7552420,694
M26	464484,314	7552120,790

4.3. Voo fotogramétrico

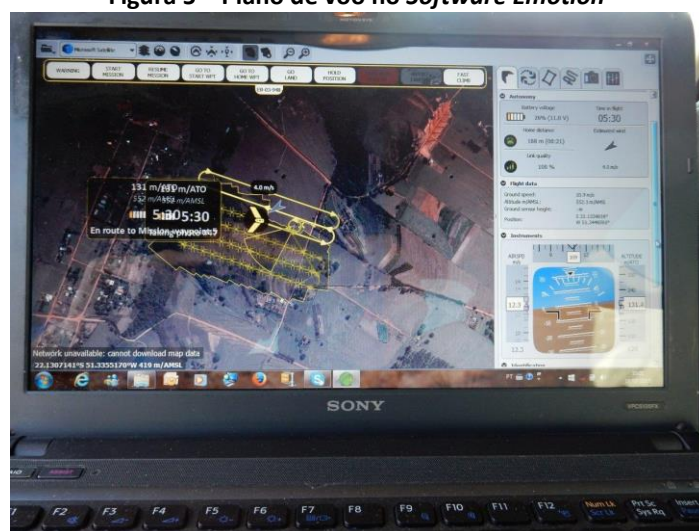
O voo fotogramétrico foi executado com o VANT eBee (Figura 4), que é um equipamento de asa fixa com antena e receptor GNSS, Sistema Inercial, tubo *Pitot*, bateria e Câmera fotográfica RGB de 16 MP.

Figura 4 – VANT utilizado no voo (modelo eBee - SenseFly)



Os planos de voos, bem como a execução dos mesmos (Figura 5), foram elaborados com o auxílio do *software Emotion2*, da Sensefly, sendo as alturas de voos fixadas em 130 e 260 metros, o que possibilitou a aquisição das imagens com pixels de 4 e 8 cm de resolução espacial (GSD – *Ground Sample Distance*), respectivamente.

Figura 5 – Plano de voo no *Software Emotion*



4.4. Resultados

A partir do processamento das imagens com o *software Postflight Terra 3D*, da empresa Pix4D, foi feita a geração de modelos de superfície e ortofotos, visando a posterior realização de algumas análises. As ortofotos foram geradas com GSD de 4 cm (5 pontos de controle e 7 de verificação) e 8 cm (7 pontos de controle e 14 de verificação).

Nas Tabelas 2 e 3 são apresentadas as discrepâncias (erro) entre as coordenadas medidas nas ortofotos geradas e respectivos pontos de verificação, bem como o erro planimétrico, além da média e desvio padrão .

Tabela 2 – Erro posicional dos pontos de verificação (GSD de 4 cm)

Pontos de verificação	ΔE (m)	ΔN (m)	Δ Planimetria (m)
M10	-0,097	-0,036	0,103
M11	-0,022	-0,074	0,077
M13	0,080	-0,051	0,095
M15	0,058	-0,065	0,087
M17	0,040	-0,024	0,047
M22	-0,065	0,019	0,068
M23	-0,081	0,047	0,094
Média	-0,012	-0,026	0,082
Desvio Padrão	0,072	0,045	0,019

Tabela 3 – Erro posicional dos pontos de verificação (GSD de 8 cm)

Pontos de verificação	ΔE (m)	ΔN (m)	Δ Planimetria (m)
M01	-0,054	-0,043	0,069
M03	-0,008	-0,012	0,014
M07	0,069	-0,044	0,082
M08	-0,007	-0,024	0,025
M10	-0,021	0,032	0,038
M11	-0,113	-0,015	0,114
M12	0,047	-0,058	0,075
M13	-0,032	0,134	0,138
M14	0,034	0,261	0,263
M15	0,014	0,139	0,140
M17	-0,054	0,052	0,075
M20	0,002	-0,030	0,030
M22	0,016	0,158	0,159
MOU2	0,001	0,008	0,008
Média	-0,003	0,044	0,088
Desvio padrão	0,048	0,094	0,070

Com base nos resultados apresentados nas Tabelas 2 e 3, percebe-se que a maior discrepância encontrada foi na direção N do marco M14 (0,261 m), em consequência disso um maior erro planimétrico foi encontrado nesse mesmo marco, que foi de 0,263 m.

Observa-se que os resultados atendem às exigências do INCRA, que prescreve que as coordenadas de vértices materializados (tipo “M” ou definidos por intersecção de cercas, possuam erro posicional inferior a 0,500 m

5. Conclusões

Como pode ser observado, a partir dos resultados apresentados nas Tabelas 2 e 3, tanto a ortofoto gerada com GSD de 4 cm, quanto a ortofoto gerada com GSD de 8 cm são produtos cartográficos que poderiam, caso fosse permitido pelas normas do INCRA, serem utilizados para a obtenção das coordenadas definidoras dos limites dos imóveis rurais.

Recomenda-se que, tanto para os vértices do tipo “M” (marcos) como para os vértices definidos por intersecção de cercas, devem-se executar voos sinalizados, como executado neste trabalho, uma vez que contribui tanto para a identificação quanto para a pontaria, no momento da medição das coordenadas.

Recomenda-se ainda, para trabalhos futuros, estender as análises para voos mais altos, portanto com GSD maior, visando melhorar a relação custo-benefício, uma vez que se consegue elaborar ortofotos de áreas maiores em uma mesma operação.

Referências Bibliográficas

Amorim, A. ; Camargo, P. de O. ; Miyashita, P. M. (2010) Avaliação do potencial das imagens Quickbird ortorretificadas para o mapeamento das propriedades localizadas na área de expansão e vazios urbanos. Boletim de Ciências Geodésicas. v. 16, nº 3, p.456-474. Brasil.

ANAC - Agência Nacional de Aviação Civil. (2012) Instrução Suplementar no. 21-002. Revisão A. Emissão de Certificado de Autorização de Voo Experimental para Veículos Aéreos Não Tripulados - VANT's. SAR/GTPN. Brasil.

Brasil. (1973) Lei nº 6015 de 31 de Dezembro de 1973. Brasília – DF.

Brasil. (2001) Lei nº 10267 de 28 de Agosto de 2001. Brasília – DF.

Brasil. (2012) Instrução Suplementar - IS - Nº 21-002 - Revisão A. Portaria nº 2.031/SAR, de 4 de outubro de 2012, Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC. Brasília. 2012.

Brasil. (2013) Norma Técnica para o Georreferenciamento de Imóveis Rurais. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA. 3ª edição. Brasília – DF.

Brasil. (2015) ICA 100-40 – DECEA – Departamento de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro. Portaria 415, de 09 de Novembro de 2015.

Monico, J. F. G. (2008) Posicionamento pelo GNSS: Descrição, Fundamentos e Aplicações. 2.ed. São Paulo: Editora UNESP. 476p.

Seeber, G. (2003) Satellite geodesy: foundations, methods and applications. Berlin: Walter de Gruyter. 356p.

Vergara, O. R. (2002) Atualização cartográfica integrando técnicas de sensoriamento remoto, processamento de Imagens e Sistemas de informação geográfica. X Simpósio Latino Americano de Percepción Remota, La Paz. Bolívia. Anais em CD-ROM.

Agradecimentos

À FAPESP, pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa (Processo nº 2014/01841-7) e à participação do Iº Seminário Internacional UAV, Lisboa - Portugal.

Autores

Amilton Amorim
Universidade Estadual Paulista – UNESP.
amorim@fct.unesp.br

Guilherme Gomes Pessoa
Universidade Estadual Paulista – UNESP.
guilhermegpessoa@hotmail.com

Ian Ribeiro Lemes
Universidade Estadual Paulista – UNESP.
ianlemes@hotmail.com

Juliane Mendonça Komazaki
Universidade Estadual Paulista – UNESP.
Ju_komazaki@yahoo.com.br

Lorena Canali Jorge
Universidade Estadual Paulista – UNESP.
canali.lorena@gmail.com

Maurício Galo
Universidade Estadual Paulista – UNESP.
galo@fct.unesp.br

Paulo de Oliveira Camargo
Universidade Estadual Paulista – UNESP.
paulo@fct.unesp.br