



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
CURSO DE ZOOTECNIA

EURICO ARARIPE LIBERATO

FERRAMENTAS DA AGRICULTURA DE PRECISÃO PARA O MAPEAMENTO DA
PRODUÇÃO DE VOLUMOSOS

FORTALEZA

2016

EURICO ARARIPE LIBERATO

**FERRAMENTAS DA AGRICULTURA DE PRECISÃO PARA O
MAPEAMENTO DA PRODUÇÃO DE VOLUMOSOS**

Trabalho apresentado ao Curso de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Bacharel em Zootecnia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Socorro de Souza Carneiro

FORTALEZA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

L666f Liberato, Eurico Araripe.
 Ferramenta da agricultura de precisão para o mapeamento da produção de volumosos. / Eurico
Araripe Liberato. – 2016.
 28 f. il. color.

 Relatório (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias,
Departamento de Zootecnia, Curso de Zootecnia, Fortaleza, 2016.
 Orientação: Profa. Dra. Maria Socorro de Souza Carneiro
 Coorientação: Maria Elizimar F. Guerreiro

 1. Agricultura. 2. Processo decisório. 3. Zootecnia. I. Título.

CDD 636.08

EURICO ARARIPE LIBERATO

**FERRAMENTAS DA AGRICULTURA DE PRECISÃO PARA O
MAPEAMENTO DA PRODUÇÃO DE VOLUMOSOS**

Trabalho apresentado ao Curso de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Bacharel em Zootecnia.

Aprovada em: 27/01/2016.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a. Dr.^a. Maria Socorro de Souza Carneiro (Orientadora Pedagógica)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.^a Maria Elizimar F. Guerreiro (Conselheira)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Rafael Nogueira Furtado (Conselheiro)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

À Deus por me dar saúde para realizar esta etapa da minha vida.

Ao meus pais por me apoiar nesse momento único da minha graduação.

À Universidade Federal do Ceará pelo aporte teórico e físico para o aprendizado.

À todos os professores e colegas do curso de zootecnia da Universidade Federal do Ceará.

Ao setor de suinocultura e ao professor Euquério por acompanhar toda a minha graduação e as disponibilidades de bolsas.

Às professoras Maria Elizimar e Maria Socorro por me ajudarem na confecção do meu trabalho.

Ao dr. Rafael Nogueira pela participação na banca e pela correção do meu trabalho.

À minha namorada Raissa Lima por não me deixar desistir nos momentos difíceis.

Ao zootecnista e amigo Everardo Ellery pela sua tutoria.

À produtora Arlan Eltom Magic Films por disponibilizar o VANT para utilização neste projeto.

À fazenda Lagoa da Estrela por me receber de braços abertos.

RESUMO

As adversidades do dia a dia na produção de volumosos são inúmeras, desde a falta d'água, a utilização indiscriminada de agentes químicos e defensivos, até as preocupações com o meio ambiente. Neste sentido, a agricultura de precisão, se mostra como uma alternativa rápida, barata e eficiente, que reduz os riscos associados as condições de cultivo, possibilitando a gestão dos recursos naturais e apoiando a tomada de decisão do produtor. Este trabalho teve como objetivo utilizar ferramentas da agricultura de precisão para mapeamento das pastagens cultivadas da Fazenda Lagoa da Estrela em Caucaia- CE. Uma ferramenta pouco aplicada no Ceará, mas que possibilita ao produtor uma nova forma de ver a sua propriedade.

Palavras-chave: Agricultura de precisão, VANT na agricultura, tomada de decisão, mapeamento.

ABSTRACT

The adversities of everyday life in the production of bulky are numerous, from lack water, the indiscriminate use of chemical pesticides and agents, to concerns about the environment. In this sense, precision agriculture, shown as a quick alternative, cheap and efficient, which reduces the risks associated with the cultivation conditions, allowing the management of natural resources and supporting decision producer decision. This study aimed to use precision agriculture tools for mapping of cultivated pastures of Finance Star Lagoon in Caucaia-CE. A little tool applied in Ceará, but it allows the producer a new way to see your property.

Keywords: Precision Agriculture, UAV in agriculture, decision making, mapping.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	7
2.	CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DO ESTÁGIO	9
3.	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO	10
3.1	Criação e Reprodução dos Animais da Fazenda Lagoa da Estrela	10
3.2	Mapeamento da Propriedade	12
3.3	Equipamentos Utilizados na Coleta de Dados	12
3.3.1	Utilização do VANT na fazenda lagoa da estrela	14
3.4	Análise de Dados	14
4	CONCLUSÃO	19
	REFERÊNCIAS	20
	APÊNDICE A – Mapeamento das áreas de pastagens cultivadas	22

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país de dimensões continentais e clima privilegiado para o crescimento e desenvolvimento da agropecuária. Assim sendo, a formação e manutenção de boas pastagens assumem real importância, tornando-se a melhor opção para a alimentação do rebanho nacional, pois, além de ser o alimento mais barato, oferece a quantidade de nutrientes necessários para um bom desempenho do rebanho. As forragens desempenham papel de destaque na alimentação animal, podendo contribuir com até 100% da dieta do rebanho leiteiro.

O setor agrário assume papel fundamental na sociedade atual, mesmo não representando elevada parcela do PIB mundial (FAO, 2013). Esse setor enfrenta grandes desafios como o uso abusivo de produtos químicos, escassez de água, pragas e doenças, crescente rigor na qualidade e na legislação ambiental e o aquecimento global. Esses desafios impulsionaram o desenvolvimento de tecnologias de informação, a exemplo da agricultura de precisão, para auxiliar no processo de tomada de decisão para reduzir os riscos que atingem a produtividade e os custos operacionais. Om esse tecnologia mantem-se elevada eficiência devido ao monitoramento das variações espaciais e temporais das variáveis de interesse que, acrescida à maior exatidão da aplicação de tratamentos (AUBERT *et al.*, 2012), permite diminuir e otimizar a utilização de componentes potencialmente prejudiciais minimizando o seu impacto no meio ambiente (ZHANG e KOVACS, 2012). Da mesma forma que as máquinas entraram no campo a décadas atrás, as técnicas de agricultura de precisão (AP) estão cada dia mais disponíveis nas propriedades rurais (DONG *et al.*, 2013).

Existem relatos de que se trabalha com AP desde o início do século XX. Porém, a prática remonta aos anos 1980, quando na Europa foi gerado o primeiro mapa de produtividade e nos EUA fez-se a primeira adubação com doses variadas. Mas o que deu o passo determinante para a sua implementação foi o surgimento do Sistema de Posicionamento Global por Satélites (GPS), em torno de 1990. No Brasil, a AP ainda não está tão difundida. As primeiras importações de equipamentos para a sua prática tiveram início no ano de 1995, principalmente com colhedoras equipadas com sensores para monitorar a produtividade (BRASIL, 2013).

Nesta evolução tecnológica, o desenvolvimento agrícola relaciona-se agora com a disponibilidade de sensores, processadores, software, atuadores, máquinas, entre outras tecnologias, disponíveis no mercado (BERGER e HOVAV, 2013).

No acompanhamento das grandezas de interesse são utilizadas tecnologias como GNSS (*Global Navigation Satellite System*), GIS (*Geographic Information Systems*), sensores para monitoração de culturas, controle automático, computação móvel, processamento digital de imagem, telecomunicações, robótica, entre outras (EMMI *et al.*, 2013).

O conhecimento das variações espaciais e temporais de uma cultura necessita de elevado volume de dados. A utilização de satélites ou de veículos aéreos não tripulados (VANT/ UAV, *Unmanned Aerial Vehicle/ DRONE*) para monitorização remota de culturas tem sido aplicada para vastas áreas geográficas (HERWITZ *et al.*, 2004). De acordo com Medeiros (2007), os veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) são pequenas aeronaves, sem qualquer tipo de contato físico direto, capazes de executar diversas tarefas, tais como monitoramento, reconhecimento tático, vigilância e mapeamento entre outras.

As informações obtidas por estes mapas podem ser usadas com diferentes finalidades como por exemplo a inventariação da localização e do crescimento das plantas. O sucesso desta técnica baseia-se no fato de que alterações a nível de vigor, densidade, estado hídrico e produtividade da cultura podem ser inferidas nas imagens recolhidas (REMBOLD *et al.*, 2013; EERENS *et al.*, 2014).

De um modo sucinto, a agricultura de precisão consiste na aplicação de tecnologias de informação na agricultura para identificação de variações de parâmetros relevantes do terreno, das culturas, entre outros, e o posterior processamento desta informações para o apoio à tomada de decisão dos agricultores (PINHO; BOAVENTURA-CUNHA; MORAIS, 2015).

Este trabalho teve como objetivo utilizar ferramentas da agricultura de precisão para mapeamento das pastagens cultivadas da Fazenda Lagoa da Estrela em Caucaia, Ceará.

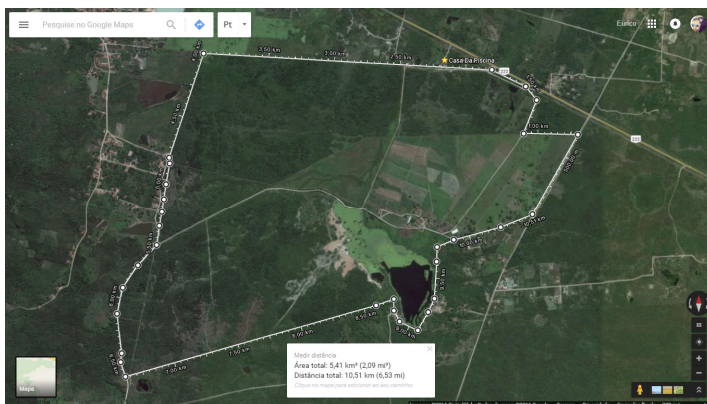
2 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTÁGIO

A Fazenda Lagoa da Estrela, localizada no município de Caucaia, Ceará tem 534 ha, sendo que somente 200 ha são utilizados, incluindo instalações, benfeitorias e uma área de 83,89 ha de pastagem cultivada (Figura 1).

A produção de leite iniciou-se há aproximadamente três anos, pois, a finalidade da propriedade era cria e recria. O rebanho da propriedade é composto por 900 animais da raça Girolando, sendo que deste total, 112 são vacas em lactação, 24 vacas em pré-parto, 56 bezerras em bezerreiro e os demais estão distribuídas entre vacas recém-paridas, vacas secas, novilhas, bezerras a partir dos 3 meses de idade e bois em engorda. A produção de leite atualmente é de 2000 L/dia em duas ordenhas diárias.

As culturas utilizadas para alimentação animal são: cana-de-açúcar, capim-elefante, capim-Tanzânia, capim-Mombaça.

Figura 1- Mapa da Fazenda Lagoa da Estrela



Fonte: Google Maps

O clima onde está localizada a propriedade é classificado como tropical quente sub-úmido e tropical quente semiárido brando, tendo pluviometria média de 1.492 mm, com chuvas concentradas entre os meses de janeiro a abril (IPECE, 2007). Durante o verão/outono, a interferência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) proporciona o início da estação chuvosa. São registradas temperaturas médias anuais situadas entre 25 e 27 °C (HOLANDA *et al.*, 2003).

A região apresenta diversos tipos de solos, predominando os tipos: solos Litólicos, Areias Quartzosas Marinhas, Vertissolos e Planossolos Solódicos (FREITAS, 2009).

Como verificado na análise de solo da área da cana-de-açúcar onde foi feito o estágio, o solo possui acidez média, tendo o seu pH próximo ao da faixa ideal para o cultivo que é 5,5 – 6,5 para a maioria das culturas. O solo possui as seguintes características químicas: pH 5,4; níveis de P, K e Na de 118, 81 e 0,25 mg/dm³, respectivamente, e níveis de Ca, Mg e Al de 1,00 ; 0,75 e 0,05 cmol/dm³, respectivamente, sendo recomendada adubação no plantio e adubação de manutenção.

3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO

O estágio foi realizado durante os meses de setembro e outubro de 2015, com um complemento durante o início do mês de janeiro de 2016 para realização das medições do terreno e sobrevoo da propriedade.

Nos dois primeiros meses pude ter uma noção geral do funcionamento da fazenda, bem como acompanhar as rotinas de manejos que eram realizados com a criação de vacas leiteiras.

3.1 Criação e reprodução dos animais da Fazenda Lagoa da Estrela

Na propriedade o sistema de criação é o semi-intensivo, onde os animais têm acesso a pastagem (Figura 2), forragem conservada (silagem) e suplementação de sal mineral.

Figura 2 – Rebanho Girolando no pasto de capim- elefante



Fonte: elaborada pelo autor

Na propriedade também é ofertado aos animais alimentação no cocho, com concentrado e resíduo de cervejaria, que a depender da fase do animal é ofertada em até 20% do consumo.

A forma de reprodução adotada é a inseminação artificial (Figura 3), o que diminui o custo com a manutenção de um ou mais animais na propriedade que não tem participação na produção. Vale salientar que todas as vacas são inseminadas com doses de sêmen de touros diferentes das existentes na sua árvore genealógica.

O controle zootécnico é realizado para que as bezerras não sejam inseminadas com a carga genética do seu pai ou do seu avô. As doses são adquiridas em uma empresa especializada e armazenadas em um tanque com nitrogênio líquido próximo a central de manejo.

Figura 3 – Prática de inseminação artificial



Fonte: elaborada pelo autor

Os bezerros ao nascer mamam o colostro e em seguida são separados das vacas e alimentados pelo tratador através da mamadeira (um balde com um bico que se assemelha ao teto da vaca), duas vezes ao dia.

Os bezerros, machos e fêmeas, recebem a alimentação na mamadeira até os 3 meses de idade quando são desmamados e separados machos para venda e fêmeas continuam no plantel.

3.2 Mapeamento da Propriedade

Durante o período do estágio além dos manejos diários de limpeza, aração e medicação de uma propriedade rural, foram mapeadas as áreas da propriedade onde são cultivados o capim-Tanzânia (*Panicum maximum*), capim-Mombaça (*Panicum maximum*), cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) e suas áreas calculadas através de planilhas do excel.

3.3 Equipamentos utilizados na coleta de dados

Os dados de tamanho das áreas de pastagem, suas formas e posicionamento foram coletados através do GPS GARMIN® 76s (Figura 4).

Figura 4 - GPS GARMIN® 76s



Fonte: elaborada pelo autor.

As imagens foram obtidas através de um VANT/DRONE (Figura 5), equipamento composto de um tetra-rotor (PHANTOM 2®) controlado por rádio frequência ou programado através do MISSION PLANNER®. Possui também GPS, uma câmera de alta definição, um FPV (first person view) que permite a visão em tempo real da perspectiva do VANT e um equipamento chamado GIMBAL que permite a estabilização da câmera. Recomenda-se ser utilizado em propriedades com até 200 ha, em virtude de sua autonomia de vôo.

Figura 5 – VANT/DRONE



Fonte: elaborada pelo autor

Realizei um treinamento de pilotagem do VANT na escola técnica CEPEP, onde fui capacitado para operar o equipamento na propriedade Lagoa da Estrela (Figura 6).

O vôo foi realizado a uma altura de 100 metros do terreno que é a maior altitude possível para o modelo tendo em vista a segurança do processo.

Figura 6 – Treinamento de pilotagem do VANT



Fonte: elaborado pelo autor

De acordo com Medeiros (2007), os Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) são pequenas aeronaves, sem qualquer tipo de contato físico direto, capazes de executar diversas tarefas, tais como monitoramento, reconhecimento tático, vigilância e mapeamento. O VANT tem tamanho compacto, de fácil operação, seguro e custo operacional relativamente baixo quando comparado a aeronaves tripuladas.

3.3.1 Utilização do VANT na Fazenda Lagoa da Estrela

As aplicações de um VANT são inúmeras desde um hobby até a inspeção de aero geradores de 100 metros de altura em um parque eólico. Na agricultura não seria diferente.

Na Fazenda Lagoa da Estrela o VANT foi utilizado no monitoramento aéreo do terreno, onde foi possível observar:

- a) Erros de plantio;
- b) Áreas de replantio;
- c) Áreas de degradação;
- d) Presença de plantas invasoras;
- e) Disparidade no desenvolvimento da plantação;
- f) Atividade do sistema de irrigação;
- g) Busca por animais perdidos na propriedade;
- h) Contagem de animais, possibilitando uma tomada de decisão mais rápida, objetiva e localização específica dentro da propriedade.

3.4 Análise dos dados

Foram realizadas medidas de cada região cultivada através da utilização do GPS e referenciado cada ponto para medição precisa da região (Figura 7). Foi constatado que havia 83,89 ha de pastagens cultivadas (Figura 8). As dimensões individuais de cada cultura estão mostradas na Figura 1A (Apêndice).

Figura 7 – Coleta das coordenadas



Fonte: elaborado pelo autor

O levantamento planimétrico foi realizado segundo as normas da NBR 13133/1994 através do GPS, onde as coordenadas obtidas foram processadas e calculadas através de planilhas topográficas no programa do pacote office Excel e AutoCad e posteriormente exportadas para o Google Earth. Esse equipamento tem a precisão de aproximadamente ± 3 metros.

As fotos foram tratadas através do Adobe Illustrator CS6, onde foi possível montar os mosaicos e fazer a transformação da imagem para o formato de espectro de luz (quantidade de reflexão de luz).

As imagens foram analisadas de forma qualitativa de acordo com a comparação dentro de uma mesma região.

Figura 8 – Mapa da região cultivada



Fonte: Google Maps

Foi utilizado um sistema de sobreposição de fotos (Figura 9) para criar um mosaico em alta definição da região que compreende o portal de entrada da fazenda, o centro de manejo, o bezerreiro e uma região da fazenda. Nele as fotos foram tiradas e com a utilização do GPS embarcado no VANT, as mesmas foram georreferenciadas para possibilitar a montagem final de um mosaico.

Através desta ferramenta pode-se ter um banco de dados com imagens atualizadas de uma visão geral da propriedade com resolução muito superior as obtidas por satélite e com uma periodicidade bem menor (dependendo do desejo do produtor). Com essa ferramenta analisou-se a evolução da propriedade e seus pontos críticos.

Figura 9 – Mosaico do centro de manejo, bezerreiro tropical e curral de engorda



Fonte: elaborado pelo autor

Vale salientar que as imagens obtidas através do VANT revelaram grande diferença no desenvolvimento das plantas de uma mesma cultura (Figura 10).

Figura 10 – Cana de açúcar (a esquerda), capim-elefante (a direita)



Fonte: elaborado pelo autor

Notou-se que cada retângulo é um piquete e praticamente em todos eles tem-se faixas de solo descobertas. Foi observado que havia regiões onde não foi preciso fazer nenhum tipo de tratamento na imagem para perceber problemas no desenvolvimento das

plantas, na distribuição, necessidade de adubação ou até mesmo de irrigação e drenagem do solo.

Na Figura 11 podemos observar duas linhas de irrigação (linhas em azul), onde a região em verde vivo na linha de baixo está em irrigação no momento da foto. No quadrado vermelho é uma provável falha devido a ineficiência do sistema de irrigação, ou uma região de baixa fertilidade sendo necessário a verificação destas possibilidades, coletando e analisando amostras de solo do local e fazendo uma vistoria no sistema de irrigação.

As figuras 12 e 13 demonstram a mesma área nas perspectivas aérea e terrestre respectivamente. Percebeu-se que há necessidade de replantio nas áreas amostradas.

Figura 11 – Linhas de irrigação



Fonte: elaborado pelo autor

Figura 12 – Vista aérea da área da propriedade



Fonte: elaborada pelo autor

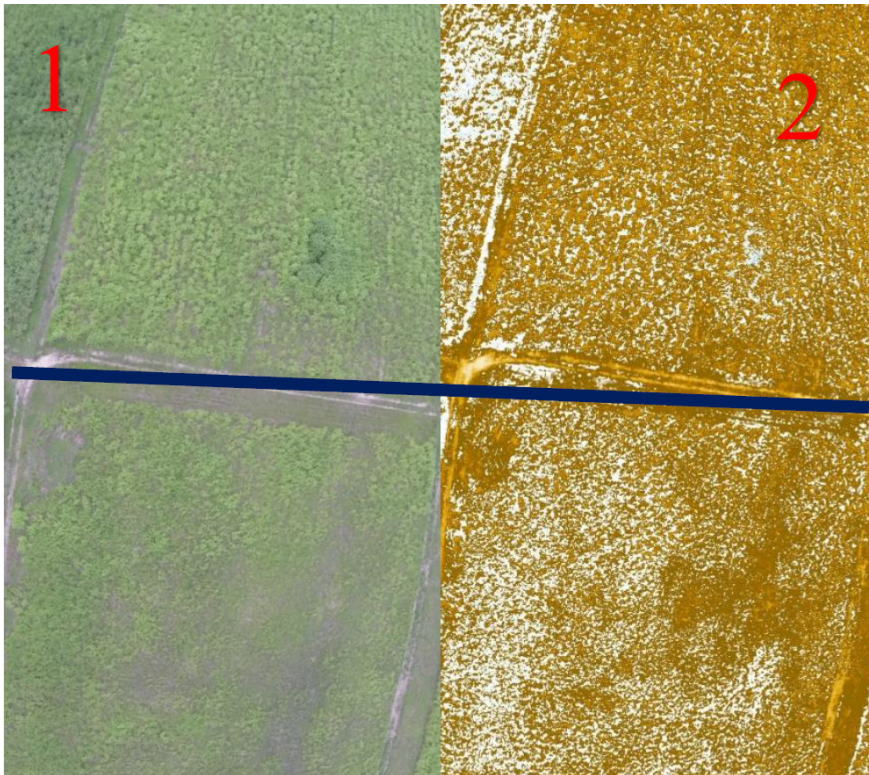
Figura 13 – Vista terrestre da área da propriedade



Fonte: elaborada pelo autor

Na figura 14 tem-se a mesma imagem antes e depois do tratamento. É nítida a diferença entre a região 1 e a região 2; quando tratada pode se perceber com mais clareza os pontos onde tem-se maior exposição do solo na região 2. A desconformidade do crescimento das plantas é vista na divisão entre área branca com maior índice de reflexão da luz e área marrom com menor índice de reflexão.

Figura 14 – Imagem antes (1) e depois (2) do tratamento



Fonte: elaborada pelo autor

4 CONCLUSÃO

A utilização do GPS na agricultura cearense já é possível, hoje até os celulares podem exercer essa função com uma precisão razoável. Muitos tratores já são vendidos com essa tecnologia embarcada, onde o operador está dentro da máquina somente para garantir que imprevistos não aconteçam.

No Brasil o VANT é bem conhecido. A EMBRAPA vem desenvolvendo pesquisas nesta área e disponibiliza alguns programas que ajudam o agricultor a utilizar de forma mais correta essas ferramentas.

No Ceará essa tecnologia é pouco aplicada ao campo, mas já está disponível através de empresas especializadas em mapeamento remoto, produtoras de vídeo e até mesmo com pessoas que utilizam a ferramenta somente para diversão e hobby.

O VANT é um equipamento de custo relativamente barato quando comparado com o seu benefício agregado. Possibilita ao produtor ter uma perspectiva da sua propriedade, levando a concentrar seus esforços em regiões específicas da propriedade e reduzindo o tempo de supervisão gasto no dia a dia. Esse investimento custa em média 5 mil reais, podendo ser compensados os custos de produção.

O estágio pôde me proporcionar vivências das práticas diárias de uma propriedade rural e experiências que me auxiliarão na vida profissional.

REFERÊNCIAS

- AUBERT, B.A.; SCHROEDER, A. E GRIMAUDO, J. - **IT as enabler of sustainable farming**: An empirical analysis of farmer's adoption decision of precision agriculture technology. *Decision support Systems*, vol. 54, n. 1, 2012 p. 510-520.
- BERGER, R. E HOVAV, A. - Using a Dairy Management Information System to Facilitate Precision Agriculture: The Case of the Afimilk ® System. *Information Systems Management*, vol. 30, n. 1, 2013 p. 21-34.
- BRASIL. **Agricultura de precisão – Boletim técnico**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo – Brasília : Mapa/ACS, 2013. 36 p. ISBN 978-85-99851-90-6
- DONG, X.; VURAN, M.C. E IRMAK, S. - **Autonomous precision agriculture through integration of wireless underground sensor networks with center pivot irrigation systems**. *Ad Hoc Networks*, vol. 11, n. 7, 2013 p. 1975-1987.
- EERENS, H.; HAESSEN, D.; REMBOLD, F.; URBANO, F.; TOTE, C. E BYDEKERKE, L. - **Image time series processing for agriculture monitoring**. *Environmental Modelling & Software*, vol. 53, 2014 p. 154-162.
- EMMI, L.; PAREDES-MADRID, L. E RIBEIRO, A. - **Fleets of robots for precision agriculture**: a simulation environment. *Industrial Robot: An International Journal*, vol. 40, n. 1, 2013 p. 41-58.
- FAO - **FAO Statistical Yearbook 2013** – World food and agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 289 p.
- FREITAS, L. C. B. **Qualidade das águas subterrâneas - Área no Município de Caucaia, Região Metropolitana de Fortaleza-Ceará**. Dissertação de Mestrado. 2009.
- HERWITZ, S. R.; JOHNSON, L. F.; DUNAGAN, S. E.; HIGGINS, R. G.; SULLIVAN, D. V.; ZHENG, J.; LOBITZ, B. M.; LEUNG, J. G.; GALLMEYER, B. A.; AOYAGI, M.; SLYE, R. E.; BRASS, J. A. **Imaging from an unmanned aerial vehicle**: agricultural surveillance and decision support. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 44, n. 1, p. 49-61, 2004.
- HOLANDA, J. L. R.; VASCONCELOS, S. M. S.; Maia, L. P. **Aspectos hidrogeológicos da região costeira do Município de Caucaia** – Ceará. *Revista de Geologia*, Vol. 16, nº 1, 7-18, 2003. Disponível em: www.revistadegeologia.ufc.br. Acesso em: 26 out. 2013.
- IPECE - **Tipos Climáticos**. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Caucaia>. Acesso em: 10 jan. 2016.

MEDEIROS, F. A. **Desenvolvimento de um veículo aéreo não tripulado para aplicação em agricultura de precisão.** 2007. 102 f. Dissertacao (Mestrado em Engenharia Agrícola)- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

PINHO, T; BOAVENTURA-CUNHA, J; MORAIS, R. **Tecnologias da eletrónica e da computação na recolha e integração de dados em agricultura de precisão.** Revista de Ciências Agrárias, v. 38, n. 3, p. 291-304, 2015.

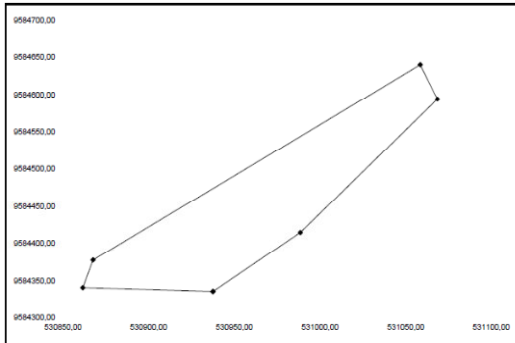
REMBOLD, F.; ATZBERGER, C.; SAVIN, I. E ROJAS, O. - **Using Low Resolution Satellite Imagery for Yield Prediction and Yield Anomaly Detection.** *Remote Sensing*, vol. 5, n. 4, 2013 p. 1704-1733.

ZHANG, C. E KOVACS, J.M (2012) - **The application of small unmanned aerial systems for precision agriculture: a review.** *Precision Agriculture*, vol. 13, n. 6, p. 693-712.

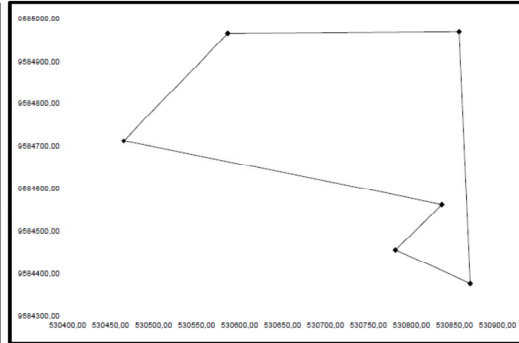
APÊNDICE A – Mapeamento das áreas de pastagens cultivadas

Capim-elefante (*Pennisetum purpureum*)

12,56 ha

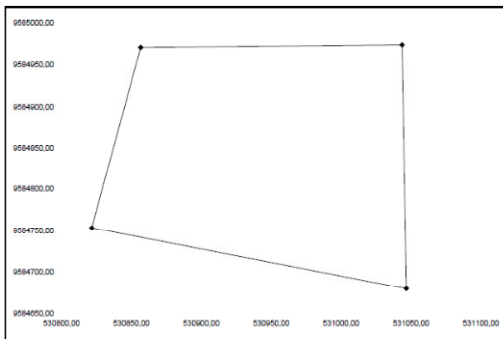


2,03 ha

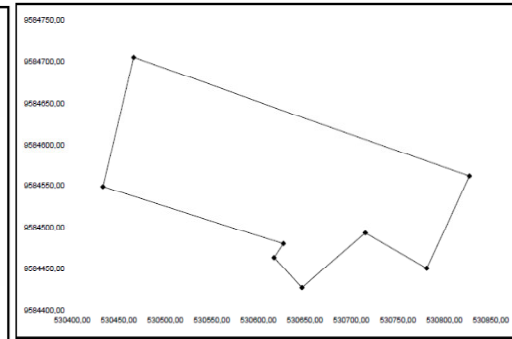


Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*)

5,32 ha

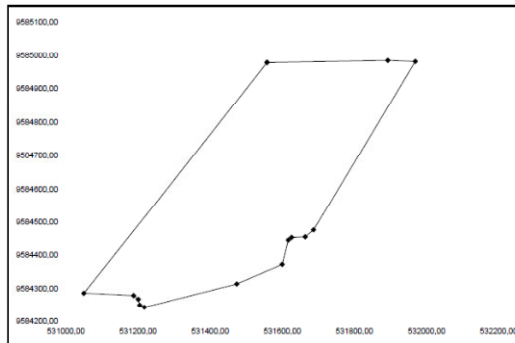


5,50 ha

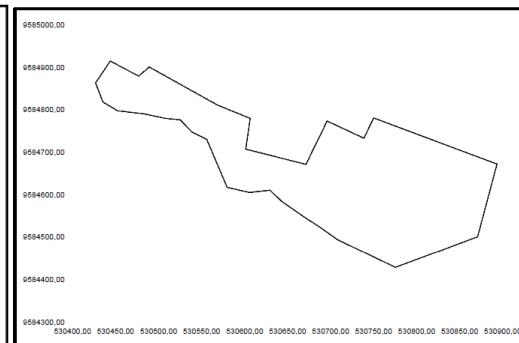


Capim-Tanzânia (*Panicum maximum*)

31,88 ha



7,64 ha



Capim-Mombaça (*Panicum maximum*)

18,95 ha

