



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO UNIDADE ACADÊMICA
DE GARANHUNS**

CURSO DE AGRONOMIA

**TOPOGRAFIA PARA AGRICULTURA DE PRECISÃO NO MANEJO DA CANA-
DE-AÇÚCAR COM VARIADOS SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO**

MICAEL COSTA DOS SANTOS

Garanhuns - Pernambuco

Janeiro de 2019.

MICHAEL COSTA DOS SANTOS

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO: TOPOGRAFIA
PARA AGRICULTURA DE PRECISÃO EM SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO NO
MANEJO DA CANA-DE-AÇÚCAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Garanhuns, como parte das exigências do Curso de Graduação em Agronomia para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador:

Anderson Santos da Silva

Garanhuns – Pernambuco

Janeiro de 2019.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Ariano Suassuna, Garanhuns-PE, Brasil

S237t Santos, Micael Costa dos
Topografia para agricultura de precisão em sistemas
de irrigação no manejo da cana-de-açúcar / Micael Costa
dos Santos. – 2019.
61 f. : il.

Orientador: Anderson Santos da Silva
Trabalho de ESO (Estágio Supervisionado Obrigatório:
Curso de Agronomia) – Universidade Federal Rural de
Pernambuco, Departamento de Agronomia, Garanhuns,
BR -PE, 2019.

Inclui referências

1. Topografia 2. Levantamentos topográficos
3. Geoprocessamento 4. Agronomia I. Silva, Anderson
Santos da, orient. II. Título

CDD 526.9

MICAEL COSTA DOS SANTOS

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO: TOPOGRAFIA
PARA AGRICULTURA DE PRECISÃO EM SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO NO
MANEJO DA CANA-DE-AÇÚCAR**

Relatório aprovado em 29 de janeiro de 2019.

Prof. Dr. Anderson Santos da Silva

Orientador

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Anthony Wellington Almeida Gomes

Examinador

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. M.e. Hudson Cavalcante da Silva

Examinador

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Universidade Federal Rural de Pernambuco

IDENTIFICAÇÃO

Nome do Aluno: Micael Costa dos Santos

Curso: Agronomia

Matricula: 200665164

Tipo de Estágio: Supervisionado Obrigatório

Área de Conhecimento: Agronomia

Empresa/ Instituição: Agroindústrias do Vale do São Francisco – AGROVALE S.A.

Departamento: Divisão de Agronomia – DIVAG

Setor: Topografia

Supervisor: Luan de Jesus Rosa

Função: Coordenador da Topografia

Orientador: Prof. Dr. Anderson Santos da Silva

Período de Realização: 19 de setembro de 2018 a 12 de novembro de 2018

Carga Horaria Total: 210 horas.

AGRADECIMENTOS

Eu agradeço, primeiramente, a Deus, por ter me presenteado com a vida, e por seu amor e cuidado comigo que me levaram a conhecê-Lo. Sem Ele eu não chegaria a lugar algum, muito menos a graduação.

A meus pais, Sr. José Amauri, meu pai, e Sra. Marly Costa, minha mãe, pessoas que construíram meu caráter e valores, e me amam incondicionalmente desde o início.

Agradeço a meus irmãos Samith Costa e Jezreel Asbel, por serem presentes amigos, sempre dispostos a me apoiar e fortalecer.

A minha noiva Camila Sthefanie, pelos conselhos, paciência e amor, que acredita em mim e me faz uma pessoa melhor todos os dias.

Ao meu orientador e amigo, Dr. Anderson Santos, que investiu em mim e promoveu meu desenvolvimento profissional e carreira qual desejo seguir.

Aos meus amigos e companheiros de curso, Vanessa Cristina e John Aleffy, meus irmãos, presentes nas horas alegres e também nas difíceis.

Aos meus pastores Abimael Albuquerque e Giovana França, que sempre foram meu suporte e me ensinam a verdade, me conduzindo a confiar em Deus e trabalhar duro todos os dias.

Aos meus amigos Teógenes Flávio, Janayna Silva e Thainá Flávia, família que me acolheu e proveu além de minhas necessidades, me projetando a construir um futuro diferente das minhas expectativas limitadas pela tristeza e dificuldade, e ter um coração cheio do amor de Deus.

Ao meu supervisor e amigo, Luan Rosa, que me recebeu em seu local de trabalho e se mostrou prestativo além do requisitado, empenhando-se em me atribuir qualidades de um profissional destacado. Juntamente com sr. José Neto e Cheilo Silva meus líderes, e toda equipe da topografia que me agregaram valiosa experiência em campo e escritório.

Sou grato a todos que de maneira direta ou indireta contribuíram para minha formação e construção profissional, Deus abençoe a todos!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	8
RESUMO.....	10
ABSTRACT	11
1. INTRODUÇÃO.....	12
2. EMPRESA EM ESTUDO	13
2.1. Agro Indústrias do Vale do São Francisco – AGROVALE S.A.....	13
2.2. Setor da Topografia.....	13
3. OBJETIVOS.....	14
3.1 Geral	14
3.2 Específico.....	14
4. JUSTIFICATIVA.....	15
5. REFERENCIAL TEÓRICO	16
5.1 Cana-de-açúcar	16
5.2 Sistemas de Irrigação da Cana	17
5.3 Topografia	18
5.3.1 Equipamentos	20
5.3.2 Softwares	26
5.4 Máquinas.....	29
6. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	36
6.1. Vistoria em Campo.....	36
6.2. Elaboração de Mapas	38
6.3. Locação de Projetos.....	43
6.4. Levantamento Planialtimétrico	45
6.5. Micronivelamento	46
6.6. Shapes para Solinftec	47
6.7. Elaboração de Projetos de casa de bomba.....	48
6.8. Levantamento de Perfil e Construção de Dreno	50
6.9. Reuniões com Chefes de Setor – Estratégias.....	52
6.10. Automação do Sulcamento	53
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Nível de Luneta. Fonte: JÚNIOR, et. al., 2014.	20
Figura 2. Régua estadimétrica.....	21
Figura 3. Estação total.....	22
Figura 4. Prisma, bastão e tripé.....	22
Figura 5. Representação da rede de satélites para GPS em orbita	23
Figura 6. Satélite utilizado para navegação GPS..	23
Figura 7. Serviço de pós-processamento de dados PPP	25
Figura 8. Receptor Móvel Trimble R8s, bastão de suporte e coletora.....	25
Figura 9. Receptor GPS RTK Trimble R8s, base e rover	26
Figura 10. Trator John Deere modelo 6145J.....	30
Figura 11. Trator modelo 6145J da John Deere munido do implemento sulcador. ..	30
Figura 12. Implemento Sulcador Adubador simples, para irrigação convencional. ..	31
Figura 13. Trator de esteira (Bulldozer) Caterpillar D6	31
Figura 14. Escavadeira Caterpillar modelo 320D 2L	33
Figura 15. Escavadeira Komatsu PC200.....	33
Figura 16. Concha tradicional com laterais retas.....	33
Figura 17. Concha trapezoidal de dimensão 1m por 1m	33
Figura 18. Caminhão caçamba Volksvagem modelo Constellation	34
Figura 19. Motoniveladora Caterpillar modelo 140k	35
Figura 20. Motoniveladora John Deere 670G.....	35
Figura 21. Vistoria em operação localiza máquina parada com problemas mecânicos.	37
Figura 22. Vistoria em obra de aterro para construção de canal.	37
Figura 23. Vistoria em operação de instalação de tubulação de irrigação localiza escavação incoerente com o percurso projetado, inviabilizando instalação do sistema.	38
Figura 24. Planta operacional do campo Belize para utilização pelo setor de Irrigação.	39
Figura 25. Impressão de mapa para utilização na Mecanização, campo Nicarágua.	40
Figura 26. Imagem em computador do mapa topográfico do campo Alagoinhas e sua área de expansão.....	42

Figura 27. Mapa do campo Petrolina em papel milimetrado, demonstrando curvas de nível, limites do campo e principais estradas de acesso.....	42
Figura 28 Planta impressa de Lote com cotas a cada 10m e curvas de nível digitalizadas para auxiliar Micronivelamento.	43
Figura 29. Locação com GPS RTK Trimble e piquete bandeira manifestando marcação do ponto.....	44
Figura 30. Print da tela no software AgroCAD demonstrando codificação de lote. ..	48
Figura 31. Requisição de elaboração de projeto para construção da Estação de Bombeamento 29, constando todos os campos codificados e o cronograma geral. .	49
Figura 32. Abertura de dreno após marcação de piquetes de percurso e piquetes guia, com as cordas de auxílio limitando profundidade de escavação pelo operador da escavadeira.	51
Figura 33. Planta de Perfil Longitudinal do Campo Ouro Preto.	52
Figura 34. Painel do piloto automático John Deere GS3 demonstrando configuração em pré-operação.	54
Figura 35. Linhas de sulco importadas e projetadas pelo Piloto GS3 no painel.	54
Figura 36. Painel do piloto GS3 demonstrando Setup.....	56
Figura 37. Painel para criação de Setup no computador.....	56

RESUMO

A Topografia é o setor responsável por levantar as informações necessárias para dimensionamento, análise e tomada de decisão nas elaborações dos projetos nos mais variados métodos de irrigação. Além disso, após as decisões tomadas e estratégias traçadas, ela também se responsabiliza por locar em campo as dimensões e posições dos componentes que manifestam fisicamente o projeto gráfico feito em escritório. Nessas operações muitos setores estão envolvidos, como o setor de Máquinas, de Irrigação, de Plantio e o Controle de Qualidade. O serviço é sempre interdependente, ligado a topografia nas diversas etapas do processo de andamento da obra, desde o levantamento planialtimétrico inicial ao plantio e revisão das locações realizadas no período chamado cana planta, onde houve plantio e implantação do sistema de irrigação, checando se condiz com o esperado. Para elaboração dos projetos de implantação de novos campos, renovações de plantio e alterações nos campos de cana-de-açúcar da empresa AGROVALE S.A., o setor da Topografia é indispensável, assegurando a precisão e qualidade nos serviços, norteando o trabalho dos outros setores e conferindo resultados na etapa final. Tal setor dispõe de tecnologia suficiente para através de profissionais capacitados e equipamentos precisos promover o sucesso das operações de planejamento e condução de obras. Utilizando de GPS RTK Trimble, Estações Totais Topcon, GPS Garmin e Softwares de computador, como Topograph, AutoCAD e AgroCAD. Os projetos foram desenvolvidos manejando as ferramentas e equipe de campo, quais foram supervisionados pelo coordenador do setor que participava de ambas situações, planejamento em escritório e execução em campo. Visando tornar ainda mais preciso e menos oneroso, foi implantado pelo setor um sistema de automação de máquinas na operação de sulcamento, onde através de softwares e equipamentos GPS, a operação efetua-se coordenando a máquina nas linhas de sulco automaticamente, percorrendo os limites e posições de projeto.

Palavras-chave: Levantamento, GPS, Software e Automação.

ABSTRACT

Topography is the sector responsible for gathering the necessary information for design, analysis and decision making in the elaboration of the projects in the most varied irrigation methods. In addition, after the decisions taken and strategies outlined by the sector heads, the topography is also responsible for placing in the field the dimensions and positions of the components that physically manifest the graphic design done in the office. In these operations many sectors are involved, such as Machinery, Irrigation, Planting and Quality Control, the service is always interdependent linked to topography in the various stages of the work progress process. Since the initial planialtimetric survey to the planting and review of the leases carried out in the period called cane plant, recently implanted the irrigation system and observing if it matches with the expected. In order to prepare the projects for the implementation of new fields, plant renewals and changes in the sugarcane fields of the company, the Topography sector is indispensable, ensuring the accuracy and quality of services, guiding the work of other sectors and giving results in the final stage. The industry has sufficient technology to enable qualified professionals and equipment to promote the success of operations planning and conducting works. Using Trimble RTK GPS, Topcon Total Stations, Garmin GPS and Computer Software such as Topograph, AutoCAD and AgroCAD, the projects were developed by managing the tools and field staff, which were supervised by the sector coordinator who participated in both situations, planning and execution in the field. In order to make it even more precise and less costly, a system of automation of machines was implanted in the grooving operation, where, through software and GPS equipment, the operation is performed by coordinating the machine in the furrow lines automatically, guiding its positions and design limits.

Keywords: Survey , GPS, Software and Automation.

1. INTRODUÇÃO

A topografia é a ciência que estuda o relevo e as características de posicionamento e dimensões, para isso, possui ferramentas que possibilitam a análise precisa do terreno, proporcionando qualidade ao planejamento e execução das modificações necessárias, inclusive no âmbito agrícola. Para a agricultura este segmento de estudo se mostra muito importante para o preparo do solo e, por conseguinte, melhor condução de cultura, através de operações de análise e correção de nível, locação precisa dos sistemas de irrigação e infraestrutura necessária, se torna fator decisivo para exploração do potencial da cultura conduzida em questão, evitando problemas como alagamento, erosão, perda de área pela presença de pedras e dificuldade de acesso.

Esse trabalho descreve o estágio supervisionado que foi desenvolvido na empresa AGROVALE S.A., no município de Juazeiro-BA, no período de 19 de setembro a 12 de novembro de 2018. A área de atuação dentro da empresa foi no setor de Topografia, na Divisão de Agronomia – DIVAG, setor responsável por planejar e conduzir os projetos de implantação de campos, renovações de plantios, revisão de projeto implantado e acompanhamento de operações de outros setores na fase de locação de projeto. As principais atividades desenvolvidas foram: elaboração de projetos, catalogação de mapas de campos para automação da mecanização, análise e levantamentos planialtimétricos de campos para implantação de sistema de irrigação e plantio da cana-de-açúcar, cultura principal da empresa de produção de açúcar, álcool e bioenergia.

2. EMPRESA EM ESTUDO

2.1 Agro Indústrias do Vale do São Francisco – AGROVALE S.A.

A empresa AGROVALE está situada na região rural do município de Juazeiro no estado da Bahia, sertão nordestino, região onde a média pluviométrica é de 400 milímetros anuais, distribuídas irregularmente, com incidência nos meses de novembro a abril. Foi fundada em 1972, teve sua primeira safra em 1980, e utiliza da água do Rio São Francisco para sua irrigação e abastecimento, sendo aproximadamente, 70 km de extensão de canais de irrigação, que coletam a água do rio e conduzem ao longo de toda empresa.

Possui área total de aproximadamente 32 mil hectares, sendo 17 mil plantados com a cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum sp.*), irrigados utilizando predominantemente os sistemas de irrigação: sulco tradicional, gotejo, pivô central e linear. Conta com 4.800 funcionários e como produto final produz açúcar cristal, álcool e energia elétrica.

2.2 Setor da Topografia

O estágio foi desenvolvido entre os meses de setembro e novembro de 2018, no setor da Topografia, subdivisão do departamento de Agronomia - DIVAG, sob gerência do Eng. agrônomo sr. Argemiro Chaves e superintendente geral Eng. agrônomo sr. Mávio Lúcio. Tal setor é coordenado pelo Eng. agrimensor Luan Rosa, sob seu comando os líderes agrícolas Cheilo Silva, José Neto, Raphael Vieira e Diego Dantas. O trabalho se divide em equipe de campo e escritório, sendo Cheilo Silva o regente do escritório e os demais de campo.

Além disto, contamos com equipamentos topográficos, tais como Estações Totais Topcon, GPS Garmin e RTK Trimble e níveis de luneta, também possui computadores desktop e notebook para parte de projeto gráfico no escritório, e instrumentos como trenas, réguas estadimétricas, tripés, mapas planialtimétricos com curvas de nível e limites de campo desenhados em papel e outros itens de apoio

3. OBJETIVOS

3.1 Geral

Este trabalho teve como objetivo demonstrar a utilização das ferramentas da topografia na Agricultura de Precisão, utilizadas para desenvolver operações de planejamento, implantação e vistoria de projetos de irrigação e plantio da cana-de-açúcar (*Saccharum sp.*) na empresa Agrovale S.A.

3.2 Específico

O objetivo específico deste escrito é:

- Descrever as atividades realizadas durante o estágio realizado no setor da topografia;
- Explanar as etapas e informações observadas para tomada de decisão nas operações;
- Demonstrar planejamento e locação de projetos, contextualizando com a Agricultura de Precisão e sua tecnologia envolvida no desenvolvimento das operações da empresa.

4. JUSTIFICATIVA

A topografia é uma ciência com vasta aplicabilidade nas mais variadas áreas da engenharia, possui ferramentas de alta qualidade e precisão para o estudo e modificação dos solos trazendo à agricultura tecnologia suficiente para o manejo planejado e preciso dos solos agrícolas, incrementando, devido a isso, a sua produtividade. Servindo de base para outras atividades como irrigação e plantio, a topografia se oferece como excelente ferramenta para sistematização de terras e obtenção de informações precisas e em curto espaço de tempo para o melhor planejamento.

Sendo assim, a utilização dos recursos topográficos se apresentou imprescindível para obtenção de resultados precisos, uso eficiente do tempo para manifestação das atividades e operações no cronograma geral de atuação da empresa. Do contrário, não seria desempenhado a implantação dos sistemas de irrigação com alta precisão, menor custo e prazo.

5. REFERENCIAL TEÓRICO

5.1 Cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é uma gramínea pertencente ao gênero *Saccharum*, de clima tropical úmido e originária da Índia (IPEAN, 1973). O Brasil é o maior produtor dessa espécie no mundo, produzindo 758 milhões de toneladas no ano de 2017, por isso, a cana-de-açúcar se demonstra de grande relevância na economia nacional (FAO, 2017). A produção dessa cultura no país objetiva a obtenção de vários subprodutos como: açúcar cristal - principalmente, álcool, melado e bagaço, o qual pode ter inúmeras utilizações na indústria, como polpa, celulose e fármacos. (UFRGS, 2017)

A produção de cana-de-açúcar é encontrada em todo território nacional, abrangendo quase todos os estados, com exceção de Amapá, Acre, Roraima e Santa Catarina. Porém, a maior concentração de usinas produtoras dessa espécie se localiza na região sudoeste, nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso do Sul, e na região litorânea do Nordeste, em Sergipe, Alagoas, Pernambuco e Paraíba (CGEE, 2007).

A cana é uma espécie perene, vegetando de 4 a 6 anos, algumas variedades até mais, e para sua colheita, obtenção de açúcar e maior produtividade, pode ser produzida com dois sistemas de produção, o sistema de ano e meio, mais comum por apresentar maior produtividade, e o sistema de ano. A cana de ano e meio, como o nome já diz, leva 18 meses para ser colhida após plantada. Já a cana de ano leva apenas 12 meses.

A cana-de-açúcar no sistema de ano e meio é plantada entre os meses de janeiro e março. Nos primeiros três meses, a planta inicia seu desenvolvimento e, com a chegada da seca e do inverno, o crescimento passa a ser muito lento durante cinco meses (abril a agosto), vegetando nos sete meses posteriores (setembro a abril), para, então, amadurecer nos meses seguintes, até completar 16 a 18 meses. Este período (janeiro a março) é considerado ideal para o plantio da cana-de-açúcar, pois apresenta boas condições de temperatura e umidade, garantindo o desenvolvimento das gemas. Essa condição possibilita a brotação rápida, reduzindo

a incidência de doenças nos toletes.

No sistema de ano a cultura pode ser plantada no período de outubro a novembro, atentando para as características negativas, como menor produtividade que a cana de 18 meses, uma vez que a cana de ano tem apenas sete ou oito meses de crescimento efetivo, e positivas, o retorno econômico anterior aos 18 meses e possibilidade de manejo conjunto com a cana de ano e meio abrindo lacunas para melhor gerenciamento de mão-de-obra e utilização de máquinas, pois oportuniza a colheita de 6 em 6 meses. (EMBRAPA, 2008)

O preparo de solo é geralmente feito de maneira tradicional, com gradagem e sulcamento, visando estabelecer condição para irrigação. Somente em solos pesados se indica subsolagem. O preparo de solo é fase fundamental para correta implantação da cultura, interferindo diretamente na produtividade desta (TORMENTA, et. al. 2004).

O espaçamento é decisivo para o desenvolvimento da planta e se aplica ajustado ao sistema de irrigação, no modo superficial 1,5m entre linhas, e no gotejo 1,1m entre linhas (GALVANI, et. al. 1997).

A colheita pode ser mecanizada ou manual, a depender das condições de declividade, obstáculos e viabilidade de acesso para as máquinas. Apesar da colheita mecanizada ser mais eficiente se mostrando mais barata (30 a 40% em relação a manual, (SHIKIDA, et. al. 2007) ainda assim se faz uso da colheita manual, pois esta se apresenta mais adaptável a condições de declividade superior a 12% ou campos com dificuldade de executar a operação, como em áreas com alta incidência de cordões de pedras. Pelo mesmo motivo também ocorre a utilização da colheita semi-mecanizada, para esta colheita o corte é feito manualmente, porém máquinas recolhem a cana cortada e carregam as caçambas para remoção do local até o armazenamento (BRAUBECK, 2006).

5.2 Sistemas de Irrigação da Cana

A irrigação é a técnica de oferecer água artificialmente seguindo as necessidades da planta em cada estágio de seu desenvolvimento. É uma prática milenar realizada com o objetivo de alcançar maior produtividade e rentabilidade no desenvolvimento das culturas (EMBRAPA, 2008).

Existem várias formas de irrigação para esta cultura, dentre eles, os métodos convencionais, irrigação superficial em sulcos, aspersão, pivô central, pivô linear e gotejo. O mais eficiente uso da água é o método de irrigação por gotejo, onde a água é conduzida em fitas liberando pequenas quantidades de água pontualmente na região radicular da planta (LEAL, 2012).

A cana de açúcar possui porte alto, de em média 3m, o que inviabiliza sistemas de irrigação como micro aspersores, para um melhor aproveitamento da distribuição da água e menor deriva o ideal é a utilização do sistema de gotejo, onde a irrigação ocorre apenas na região radicular da planta e de maneira subterrânea, evitando completamente a deriva e se mostrando mais eficiente (SOUZA; MATSURA, 2004). Apesar destas características positivas, o sistema também se apresenta mais oneroso por demandar infraestrutura especializada que possibilite filtragem ideal da água para evitar entupimentos em seus micro emissores (COELHO, 2007).

Apesar deste sistema ser o mais eficiente atualmente, a empresa em estudo dispõe de métodos mais antigos de irrigação em campos ainda responsivos em alta produtividade, cujos quais não é viável a renovação e substituição do sistema de irrigação pelo alto custo da operação. Estes sistemas são: sistema de irrigação superficial, consiste em conduzir a água por canais até os lotes onde inundam os sulcos de irrigação e se sistematizam por turnos, abrindo a passagem da água para os lotes com enxadas; também ocorre o sistema de pivô, central e linear, onde a irrigação é feita de forma suspensa sobre a cultura, utilizando de aspersores presos a uma barra que se movimenta de forma circular (Pivô central) ou retilínea (Pivô Linear) (EMBRAPA, 2011).

5.3 Topografia

A topografia na agricultura tem um papel fundamental, pois o correto manejo das áreas agrícolas possibilita as maiores produções e maior facilidade de colheita e operações na condução da cultura. Pois da topografia do terreno dependem as relações de água no solo, conservação do solo, acessibilidade e controle da erosão (MOORE, et. al. 1991).

A Topografia é dividida em dois ramos: Topologia e Topometria. A Topologia

é definida por Véras Júnior (2003) como a parte da Topografia que se compreende estudar as formas exteriores da superfície da Terra e as leis que regem o seu modelado. Já a Topometria é um ramo da Topografia que tem como objetivo as medições de elementos característicos de uma determinada área. Esse ramo divide-se em: Planimetria, Altimetria e Planialtimetria. A planimetria se refere ao estudo de distâncias e coordenadas planas, desconsiderando a elevação dos objetos. A altimetria o contrário desta, em coordenadas apenas de elevação. A Planialtimetria é a parte da Topografia que estuda o terreno levando em consideração as dimensões e coordenadas planimétricas e altimétricas. Sendo assim é descrito o relevo do terreno em questão, estudando-se suas distâncias horizontais e verticais, ângulos horizontais e verticais, localização geográfica e posição (orientação) (JÚNIOR, et. al. 2014).

Dentre as atividades exercidas pelos profissionais da topografia existem operações apenas para levantamento e estudo de dados, operações para interferência ou modificação do relevo, e operações para fiscalizar ou conferir o realizado, se condiz com o planejado. As operações para levantamento de dados são os levantamentos planialtimétricos, estes podem ser executados com equipamentos para análise visual e anotação em caderneta, como nível de luneta ou teodolito eletrônico, ou equipamentos capazes de armazenar as informações observadas para através de uma caderneta de campo virtual serem passadas posteriormente para processamento em computador. Como por exemplo estações Totais ou GPS de navegação ou GPS RTK. (VEIGA, et. Al. 2012)

As operações de intervenção ou modificação do terreno objetivam implantar objetos, como edificações, ou corrigir o relevo, por exemplo na operação de Micronivelamento, o profissional utiliza de nível de luneta para anotar as cotas ao longo da área em estudo, observadas as irregularidades é ordenado para o operador da máquina responsável por cortar ou aterrar (Motoniveladora) onde se deve efetuar o corte e qual sua dimensão. Outro exemplo de operação de modificação é a Locação, onde são marcadas em campo (com piquetes de madeira, tinta ou semelhantes) as coordenadas de onde deve sofrer algum tipo de alteração, como escavação, perfuração, construção ou atividade semelhante (ANTUNES, 1995).

5.3.1 Equipamentos

Os equipamentos topográficos são objetos utilizados para coletar informações de distâncias, ângulos e elevações, definindo coordenadas e possibilitando maior precisão que apenas o olho humano ou medidas grosseiras com objetos desgraduados. Estes objetos possuem longa história de existência e percorrem junto a evolução da humanidade, com adventos de invenções e o crescimento da tecnologia obtêm-se o que é utilizado hoje nos levantamentos e atividades no ramo da topografia (BRITO, et. al. 2005).

Buscando maior rigor na precisão e acurácia dos trabalhos realizados utilizando técnicas de Topografia, faz-se necessário a verificação, retificação e calibração de todo o instrumento utilizado na coleta e no processamento dos dados (PAESE, 2012).

- **Nível de Luneta**

Este equipamento possui uma luneta em seu eixo central e em sua base uma graduação que acompanha seu movimento circular no sentido lateral, esta apresenta seu ângulo de deslocamento em relação a uma referência inicial. Com ajustes devidos a modernidade, este equipamento é capaz de efetuar leituras em grandes distâncias, a depender do fabricante do equipamento. É utilizado para coletar leituras de ângulos horizontais e distâncias, utilizando cálculos após leituras da régua estadimétrica posicionada no ponto alvo de estudo (VEIGA, 2012).



Figura 1. Nível de Luneta. Fonte: JÚNIOR, et. al., 2014.



Figura 2. Régua estadiométrica. Fonte: Loja de equipamentos topográficos construdeia.com.

- **Estação Total**

Este equipamento é um bloco composto pela soma de outros equipamentos, o teodolito eletrônico, o distanciômetro eletrônico e um computador de bordo. Neste equipamento é possível a obtenção de ângulos, distâncias e coordenadas usados para representar graficamente uma área do terreno, sem a necessidade de anotações, pois todos os dados são gravados no seu interior e podem ser descarregados em um computador de mesa, através de um software, podendo ser trabalhados com auxílio de outros softwares (JÚNIOR, 2014).

A partir de medições de ângulos e distâncias em campo, uma estação total permite obter distância reduzida ao horizonte (distância horizontal), desnível entre os pontos (ponto “a” equipamento, ponto “b” refletor, ou entre pontos posicionados com o “refletor”) e coordenadas dos pontos ocupados pelo refletor, a partir de uma orientação prévia. Além disso pode-se observar as condições do ambiente como temperatura e pressão atmosférica.

Este equipamento trabalha em conjunto com o acessório tripé, para suporte, e refletor, por nome Prisma, este posicionado em um bastão, reflete o feixe de luz emitido pelo distanciômetro de volta para o mesmo, possibilitando os cálculos de ângulo, distância e coordenada pelo processador do equipamento (VEIGA, 2012).



Figura 3. Estação total. Fonte: VEIGA, 2012.



Figura 4. Prisma, bastão e tripé. Fonte: Loja de equipamentos topográficos www.geotrackconsultoria.com.br.

- GPS de Navegação

O GPS (Global Position System - Sistema de Posicionamento Global), também chamado NAVSTAR-GPS (NAVigation Satellite with Time And Ranging), é um sistema de radionavegação desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos - DoD (Department of Defense), com o intuito de ser o principal sistema de navegação das forças armadas americanas. Ele resultou da fusão de dois programas financiados pelo governo norte-americano para desenvolver um sistema de navegação de abrangência global: Timation e System 621B, sob responsabilidade da Marinha e da Força Aérea. Por motivo da alta acurácia proporcionada pelo sistema e do grande desenvolvimento da tecnologia envolvida nos receptores GPS, uma grande comunidade usuária emergiu dos mais variados segmentos da comunidade civil (navegação, posicionamento geodésico, agricultura, controle de frotas etc).

A concepção do sistema GPS permite que um usuário, em qualquer local da superfície terrestre, ou próximo a ela, tenha à sua disposição, no mínimo, quatro satélites para serem rastreados, esse número de satélites permite que se realize um posicionamento em tempo real. Além disso, o GPS pode ser utilizado sob quaisquer condições climáticas, tendo precisão de 5 a 10m, utilizando frequências L1 e L2.

O princípio básico de navegação pelo GPS consiste na medida de distâncias entre o usuário e quatro satélites. Conhecendo as coordenadas dos satélites num sistema de referência apropriado, é possível calcular as coordenadas da antena do usuário no mesmo sistema de referência dos satélites. (MONICO, 2000)

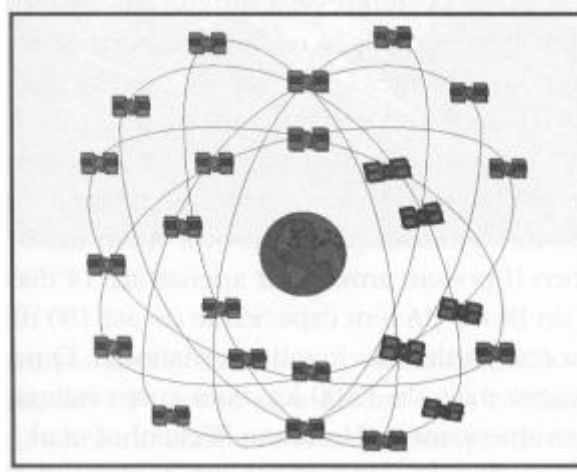


Figura 5. Representação da rede de satélites para GPS em órbita. Fonte: MONICO, 2000.

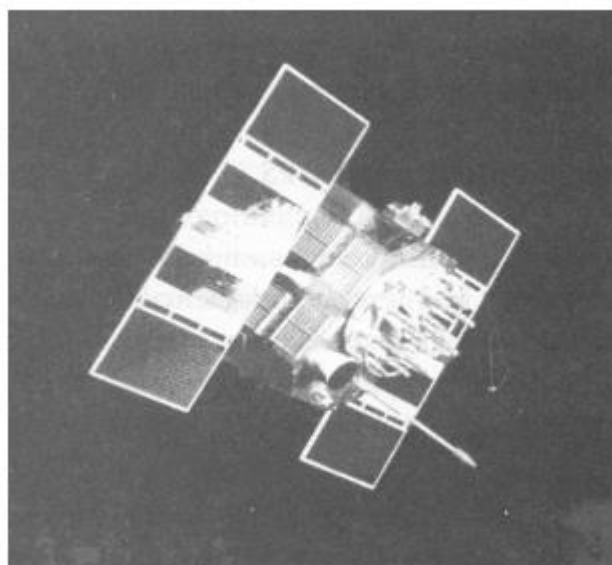


Figura 6. Satélite utilizado para navegação GPS. Fonte: MONICO, 2000.

- **GPS RTK**

No GPS de Posicionamento Cinemático em Tempo Real (RTK) são utilizados dois receptores coletando dados continuamente. Um dos receptores é denominado estação de referência (base) e fica posicionado sobre um ponto de coordenadas conhecidas. O outro receptor (receptor móvel), localizado nas proximidades, coleta dados nos pontos de interesse do usuário para determinação da posição em tempo real (BARBOSA, et. al. 2010). Segundo Monico (2008) e Seeber (2003) a tecnologia RTK é baseada nas características de transmissão em tempo real dos dados de fase da onda portadora e pseudodistância da estação base para estação móvel, correções das observáveis; resolução das ambiguidades (número inteiro de ciclos entre as antenas do satélite e do receptor no instante da primeira observação) para linha de base entre a estação base e o móvel com solução quase instantânea e determinação confiável do vetor da linha de base em tempo real.

No entanto, no posicionamento RTK, os erros envolvidos no processo (ionosfera, troposfera e órbita dos satélites), são proporcionais ao comprimento da linha de base, o que restringe a distância entre a estação de referência e o usuário a poucos quilômetros, limitando a isso a distância entre a base e o receptor móvel. Apesar dessa limitação, a precisão obtida com a utilização desse equipamento é de milímetros (BARBOSA, 2010).

Porém para obtenção deste alto grau de precisão é preciso utilizar pós processamento de dados, visando corrigir a coordenada do receptor base, atingindo todas as coordenadas colhidas com o receptor móvel. Para isto é utilizado o serviço de Posicionamento por Ponto Preciso (PPP) através do IBGE. No posicionamento com GPS, o termo Posicionamento por Ponto Preciso normalmente refere-se à obtenção da posição de uma estação utilizando as observáveis fase da onda portadora coletadas por receptores de duas frequências e em conjunto com os produtos do IGS (International GNSS Service).

O sistema está disponível online no site do IBGE e apenas necessita de informações como o arquivo bruto de registro das ondas no receptor gps, em formato RINEX, informação da altura da antena no momento da coleta, o tipo de antena (fabricante e modelo) e o modo de processamento, se estático ou cinemático. Através dessa operação, obtêm-se um arquivo com as coordenadas da base corrigidas e com precisão de milímetros (IBGE, 2009).

Selecione o Modo de Processamento: Estático Cinemático

Selecione um arquivo RINEX: Só serão aceitos arquivos no formato .05o a .19o, .050 a .190, .obs, .zip, .tar, .tgz, .gz, .rmx, .crx, .7z

Nenhum arquivo selecionado

Os valores selecionados abaixo serão adotados para todos os RINEX que estejam comprimidos em um único arquivo:

Tipo de Antena:

Altura da antena (m):

A altura da antena somente será alterada se esta caixa estiver marcada.

E-mail válido do usuário. (não pode conter espaços ou tabs!):

Concordo que os resultados dos processamentos poderão ser utilizados pelo IBGE para a avaliação de produtos e informações cartográficas e geodésicas, bem como para a avaliação do próprio serviço IBGE-PPP

Nota: O processamento iniciará após a transferência do arquivo, o que pode demorar alguns minutos. Caso o resultado não comece a aparecer em 2 horas, por favor reprocesse.

Figura 7. Serviço de pós-processamento de dados PPP. Fonte: IBGE, 2019.



Figura 8. Receptor Móvel Trimble R8s, bastão de suporte para elevar a antena a 2m (a esquerda), e coletora para navegação (a direita).



Figura 9. Receptor GPS RTK Trimble R8s, base e rover. Fonte: trimble.com.

5.3.2 Softwares

Para processamento dos dados coletados por intermédio dos equipamentos topográficos já mencionados, é necessário a utilização de ferramentas de computador capazes de importar e manipular os dados brutos e informações de coordenadas gerados pelos equipamentos.

Até a década de 70, a difícil tarefa de se analisar dados, representados através de desenhos feitos manualmente, era recorrente no cotidiano de milhares de pesquisadores, cujos interesses eram agregar e armazenar diversas informações e documentos relacionados a um arranjo geográfico que possibilitasse a maior integração com o desenvolvimento de projetos de engenharia. Tais operações tornavam-se fatigantes pelo fato de haver complicações durante o cruzamento de dados, devido a constantes atualizações dos desenhos e, deste modo, resultando em um trabalho dispendioso e com maior gasto de tempo.

No decorrer da segunda metade do século XX, ocorreram grandes avanços nas áreas de computação e sistemas de informação, as quais colaboraram para a representação de elementos geográficos no meio computacional, criando-se assim as expressões Geographic Information System (GIS) ou Sistema de Informações Geográficas (SIG) e Computer Aided Design (CAD) ou Desenho Assistido por Computador. (KAWAY, 2017)

A partir dessas ferramentas de computador é possível desenhar, processar dados e analisar de maneira muito rápida, gerando resultados precisos. Na empresa em estudo durante o estágio desenvolvido foram utilizados os softwares: AutoCAD

Map, AutoCAD Civil 3d, Topograph e QGis, além da ferramenta integrada ao Civil 3d, AgroCAD.

- **AutoCAD Map**

O software AutoCAD é um programa desenvolvido e comercializado pela Autodesk, Inc. desde 1982 e vem sendo amplamente utilizado pelos profissionais de engenharia para criar e manipular projetos e desenhos arquitetônicos de forma prática e eficiente, otimizando o aumento da sua produtividade e reduzindo drasticamente as chances de erros. Este software disponibiliza ferramentas de desenho de vetores sobre imagem de satélite, com a possibilidade de obter trabalhos georrefenciados. Este software possui aptidão para importação de coordenadas em campo, após processadas e nomeadas com identificação e descrição pelo software Topograph. (SILVA, 2017)

Neste software são desenhadas as plantas operacionais utilizadas para execução de obras e planejamento.

- **Topograph**

Segundo MENEZES, et. al. (2014), o Sistema topoGRAPH foi desenvolvido pela empresa Char*Pointer, em 1998, porém recentemente a Bentley adquiriu a Char*Pointer, tendo o topoGRAPH migrado para a plataforma CAD do MicroStation. Suas funções são destinadas às diversas áreas da engenharia que se utiliza de uma base topográfica no desenvolvimento de projetos, como por exemplo, agricultura, edificações e estradas. Seu sistema é independente de outros softwares e permite comunicação direta e importação de dados de vários modelos de estações totais e GPS de navegação. É composto de três pacotes que podem ser adquiridos separadamente de acordo com a necessidade do usuário:

Módulo Topografia:

- Cálculos: Para cálculos de topografia e UTM;
- Fundiário: Para cálculos de parcelamento e elaboração de memoriais descritivos;
- Desenhos: Para visualização e edição de plantas e perfis;
- Curvas de Nível: Para interpolação automática de curvas de nível.
-

Módulo Volumes:

- Perfis: Para geração de seções transversais e cálculos de volumes;
- MDT 3D: Para modelagem digital de terreno.

Módulo Projeto:

- Seções-Tipo: Para obras de terraplanagem, taludes, pistas, meio-fio, canteiro central e pontos obrigatórios;
- Vias: Curvas horizontais e verticais, superelevação, superlargura e cálculo de estaqueamento.

Na agricultura o software se mostra extremamente útil e prático, pois possibilita através da interpolação dos dados de coordenada uma visualização gráfica do terreno estudado, onde pode ser gerado, em qualquer seção da malha de coordenadas, um perfil descritivo das cotas e relevo, podendo-se calcular as medidas necessárias para correção do relevo em volume de corte e aterro (SOUZA; et. al. 2017).

- **AutoCAD Civil 3D**

Este software também é produzido pela empresa Auto Desk, e possui muitas similaridades com o AutoCAD Map, inclusive também dispões de imagens de satélite e é capaz de utilizar ferramentas de Geoprocessamento. Porém, diferente do AutoCAD convencional, o Civil 3D é capaz de gerar Modelos Digitais de Elevação (MDE) e Modelos Digitais do Terreno (MDT) (MACEDO, 2018) utilizados para representação em 3D da superfície levantada pelos equipamentos GPS RTK ou Estação Total.

Porém este software não possui, como o TopoGRAPH, portabilidade para receber os dados diretamente dos sistemas dos equipamentos, porém uma vez descarregados os dados no computador e gerados arquivos de texto ou .csv (Planilha do Microsoft Excel), este software possui inúmeras ferramentas para manipulação dos dados, oferecendo a possibilidade de manuseá-los com alta precisão. Da mesma forma permite a criação de curvas de nível, superfícies 3D, perfis rápidos de qualquer seção do terreno, cálculos de volume, área e qualquer forma de mensurar a área de estudo (ROCHA, 2018).

Utilizando deste software como plataforma de operação, a empresa em estudo (AGROVALE S. A.) adquiriu a ferramenta AgroCAD, para manipulação dos

dados dos levantamentos com ferramentas mais voltadas as atividades agrícolas. Utilizando das capacidades do software Civil 3D, a ferramenta AgroCAD (painel dentro do Civil 3D) é capaz de calcular volumes, curso d'água, dividir lotes, catalogar e registrar campos, calcular operações de preparo de solo, condução de cultura e colheita, assim como de mensurar seus custos. Essa ferramenta possui painel integrado da John Deere, onde é possível elaborar o projeto operacional no Civil 3D, e a partir do desenho georreferenciado (com coordenadas reais em sistema global de referência) exportar em formato legível pelo sistema de GPS da máquina John Deere responsável pela operação.

Sendo assim, o software AgroCAD é capaz, por exemplo, de estabelecer rota para sulcamento, ou subsolagem, e exportar essa rota para um pendrive, onde é importado no GPS do trator responsável e este a partir de posicionado em campo é conduzido automaticamente pelo GPS, nas linhas projetadas pelo AgroCAD.

5.4 Máquinas

Máquinas agrícolas são quaisquer máquinas utilizadas nas atividades de preparo de solo, condução de cultura ou colheita, ou seja, utilizadas com finalidade agrícola. De acordo com Pasqual e Pedrozo (2007), o setor se destacou no Brasil a partir da Segunda Guerra Mundial, com crescimento importante até meados da década de 1970.

A política de substituição de importações e internalização da produção, promovida pelo governo federal no final da década de 1960 e início da década de 1970, impulsionou a produção de tratores de rodas no período conhecido como “milagre brasileiro”. (GARCIA, 2008)

Na empresa em estudo, as máquinas utilizadas para as operações relacionadas a topografia, ou seja, de preparo de solo e modificações para obras de construções, foram: Trator para operação de Sulcamento, Trator de esteira, Escavadeira, Caçamba e Motoniveladora.

- Trator John Deere para Sulcamento

A operação de sulcamento possuía três máquinas disponíveis para operação, todas do modelo 6145J. Essa máquina dispõe de motor 6.8L, 6 cilindros e 145cv,

câmbio com 16 velocidades e Transmissão PowerQuad 16x16, onde permite a troca de marchas sem acionar a embreagem e sem interrupção da transmissão de potência para as rodas. Possui o sistema AutoTrac para piloto automático Green Star 3 (GS3) e GPS RTK John Deere integrado a carroceria. A cabine é fechada e oferece sistema de ar-condicionado para sua refrigeração. (Fonte: John Deere) Os implementos utilizados para a operação do sulcamento foram adubador e sulcador simples e adubador sulcador duplo, com instalação de fita de gotejamento.



Figura 10. Trator John Deere modelo 6145J. Fonte: John Deere.



Figura 11. Trator modelo 6145J da John Deere munido do implemento sulcador duplo, com adubação e instalação automática das mangueiras de gotejo.



Figura 12. Implemento Sulcador Adubador simples, para irrigação convencional.

- **Trator de esteira (Bulldozer)**

Esta máquina é utilizada para remoção de solo e objetos pesados, como pedras e árvores. Modelo D6 da Caterpillar, tracionado com esteira, potência de 149.0kW (202cv) e lâmina capaz de mover até 20 ton. Possui cabine fechada e refrigerada. (Fonte: Caterpillar)



Figura 13. Trator de esteira (Bulldozer) Caterpillar D6. Fonte: Caterpillar.

- Escavadeira

Utilizada para escavação de inúmeras obras, valetas para instalação de tubulação, adutora, abertura de drenos, construção de canais e edificações, também em circunstâncias de alto esforço e dificuldade, como solos densos ou rochosos, as escavadeiras utilizadas durante o período de estágio foram Caterpillar do modelo 320D 2L. Com potência de 109 kW (146cv) e capacidade de suspensão máxima de 22,3 ton, profundidade máxima de alcance 5,7m, possui ampla capacidade de operações. Sua limitação é em relação ao transporte, com velocidade máxima de 5,4 km/h, a utilização da máquina precisa ser sempre apontada dentro do cronograma (Fonte: Caterpillar). O outro modelo utilizado pela empresa é a escavadeira Komatsu PC 200, com 138cv, 21 ton de capacidade de suspensão e 6m de profundidade máxima alcançada pela concha (Fonte: Komatsu).

Dispondo de vários tipos e formas de concha, esta máquina opera em várias atividades. No caso de drenos, a empresa dispõe de várias medidas de concha trapezoidal ideais para a escavação com talude (inclinação na parede da valeta cavada) na proporção necessária. Quando o talude é 1:1, é utilizado a concha de 1m por 1m. Quando 1:0,75 utiliza-se a concha de 1m por 75 cm. (Figura 17). Nas operações de escavação onde não se utiliza talude, como para implantação de tubulações, utiliza-se a concha tradicional, com laterais retas (Figura 16). (Fonte: Caterpillar)



Figura 14. Escavadeira Caterpillar modelo 320D 2L. Fonte: Cartepillar.



Figura 15. Escavadeira Komatsu PC200. Fonte: Komatsu.



Figura 16. Concha tradicional com laterais retas. Fonte: Caterpillar.



Figura 17. Concha trapezoidal de dimensão 1m por 1m.

Caminhões Caçambas

O uso destes caminhões é para transporte de material para dentro ou fora das áreas em obras, a empresa possui centenas de máquinas deste tipo, além das alugadas por contrato em serviço terceirizado. As marcas e modelos dessa máquina

são variados, tendo como principais os modelos Volkswagen Constellation, tração 6x4, veículos pesados com capacidade de carga de 30 ton. Motores 6.8L e 277cv de potência, se demonstram ágeis e úteis para a finalidade desejada. (Fonte: Volkswagen)



Figura 18. Caminhão caçamba Volkswagen modelo Constellation, tração 6x4. Fonte: Volkswagen.

- **Motoniveladora**

A empresa dispunha de contratos de locação de máquinas com empresas terceirizando o serviço de algumas operações para executar todas dentro do cronograma de operações, servindo de suporte ao número limitado de máquinas da AGROVALE. Essas máquinas foram utilizadas nas operações de Micronivelamento, correção de estradas, marcação de limites de lotes e posições para escavação. Possuem uma lâmina no eixo dianteiro da máquina, capaz de efetuar cortes de até 3cm de profundidade, onde para maiores remoções efetua-se quantas passadas forem necessárias. Os modelos utilizados foram: John Deere 670G, com motor 6.8L e potência de 230cv, e força de tração da lâmina de 15 ton (Fonte: John Deere); e Caterpillar 140k, com motor 7.2L, potência de 155 kW (210cv) e capacidade da lâmina de remoção 13,79 ton (Fonte: Caterpillar).



Figura 19. Motoniveladora Caterpillar modelo 140k. Fonte: Caterpillar.



Figura 20. Motoniveladora John Deere 670G. Fonte: Própria.

6. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

6.1 Vistoria em Campo

Essa atividade foi realizada com a condução do coordenador Luan e o líder José Neto, e consistiu em visitar os campos nos quais já foram finalizadas as operações de locação de projeto, sulcamento e implantação do sistema de irrigação, ou seja, áreas liberadas para plantio. Para evitar que ainda existam problemas não resolvidos como porções de terra desniveladas, nos quais tendem a ocorrer alagamentos, ou regiões com forte declividade acima do esperado, onde oportuniza erosão. O sistema de irrigação é acionado e observa-se o curso da água, quando houve regiões de alagamento ou desnível irregular, o setor da irrigação foi responsável por comunicar a topografia que efetuou tal vistoria com fim de tomar a decisão mais precisa para solução do problema. Se necessário mover máquinas novamente para o local afim de abrir drenos, ou apenas anular plantio em determinados sulcos utilizando-os como drenos, a análise da situação pelo líder responsável demonstrou nos vários campos soluções condizentes com o custo e tempo disponível para efetuar operação de correção. Na pior das hipóteses, devido a impossibilidade de resolução a tempo do problema, este foi ignorado até que haja renovação do campo.

Ao chegar em campo os líderes acompanhavam o percurso da água nos sulcos averiguando regiões de alague, quando encontradas, a região foi marcada com pincel no mapa e estudado a situação levando em conta as possibilidades visualizadas a olho nu ou esboçadas no mapa do campo. Ao tomar a decisão foi anotado junto a marca no mapa a solução para aquela região, com a finalidade de repassar para o escritório tais decisões tomadas em campo para serem registradas e se preciso repassadas à equipe para execução da operação de correção.

Também é observado a situação do campo quanto a presença de cordões de pedras e as soluções possíveis para o transito e ocorrência das operações frente a estes obstáculos.

A vistoria também ocorre para observar as atividades das equipes em todas operações, a exemplo, no Micronivelamento, para checar dificuldades como máquinas que quebraram na operação e solicitar manutenção, assim como se a

operação está seguindo os limites do campo e repassar qualquer ajuste no cronograma de preparo de solo. Ou nas equipes de remoção de pedras, dinamitação (atividade que consiste em reduzir rochas utilizando de explosões com dinamite) e escavação, para garantir que as operações estejam ocorrendo no devido lugar projetado e dentro do cronograma. Para esta atividade não foram utilizados equipamento de alta precisão, apenas observação do comportamento da água no terreno e medições com trena para determinar desvios em dreno para local de deságue mais próximo, como drenos principais dos campos ou regiões de baixada fora do campo quais comportavam vazão da irrigação, como matas ou riachos.

Autorizados a efetuar esta operação foram apenas os líderes citados, com o objetivo de restringir a tomada de decisão para os mais informados a respeito dos custos e situações atuais de cronograma e planejamento.



Figura 21. Vistoria em operação localiza máquina parada com problemas mecânicos.



Figura 22. Vistoria em obra de aterro para construção de canal.



Figura 23. Vistoria em operação de instalação de tubulação de irrigação localiza escavação incoerente com o percurso projetado, inviabilizando instalação do sistema.

6.2. Elaboração de Mapas

Essa atividade foi desenvolvida em escritório, supervisionada pelo coordenador, utilizando do software AutoCAD e AutoCAD Civil 3D para plantas gráficas e desenhos gerais na representação dos campos ou seções em estudo. Esse trabalho foi executado como apoio para todos os setores, servindo de norte, limites, dimensionamentos, posicionamentos e ilustração de determinadas atividades dentro das operações, como turno de irrigação ou sequência de colheita. Impressos em papel A4, A3 ou A1, segundo a quantidade de informações necessárias e melhor visualização das tais. A atividade foi realizada em conjunto com o líder Cheilo Silva e o coordenador, seguindo a demanda dos outros líderes dos setores no DIVAG.

6.2.1 Mapas para Irrigação

Para o serviço de planejamento da irrigação, são requisitados mapas pelo gerente da irrigação o Eng. agrônomo Gabriel, e estes devem representar os condutos fechados e abertos de determinadas localidades da empresa, assim como suas dimensões, ruas e estradas de acesso, área de cada lote, seu turno de irrigação, áreas não irrigáveis e o campo a ser representado assim como sentido de escoamento da água e sugestão de sentido de sulco, afim de nortear a equipe de

campo na instalação dos materiais. Tais mapas foram elaborados cotidianamente, sempre que surgiam alterações nos projetos de irrigação.

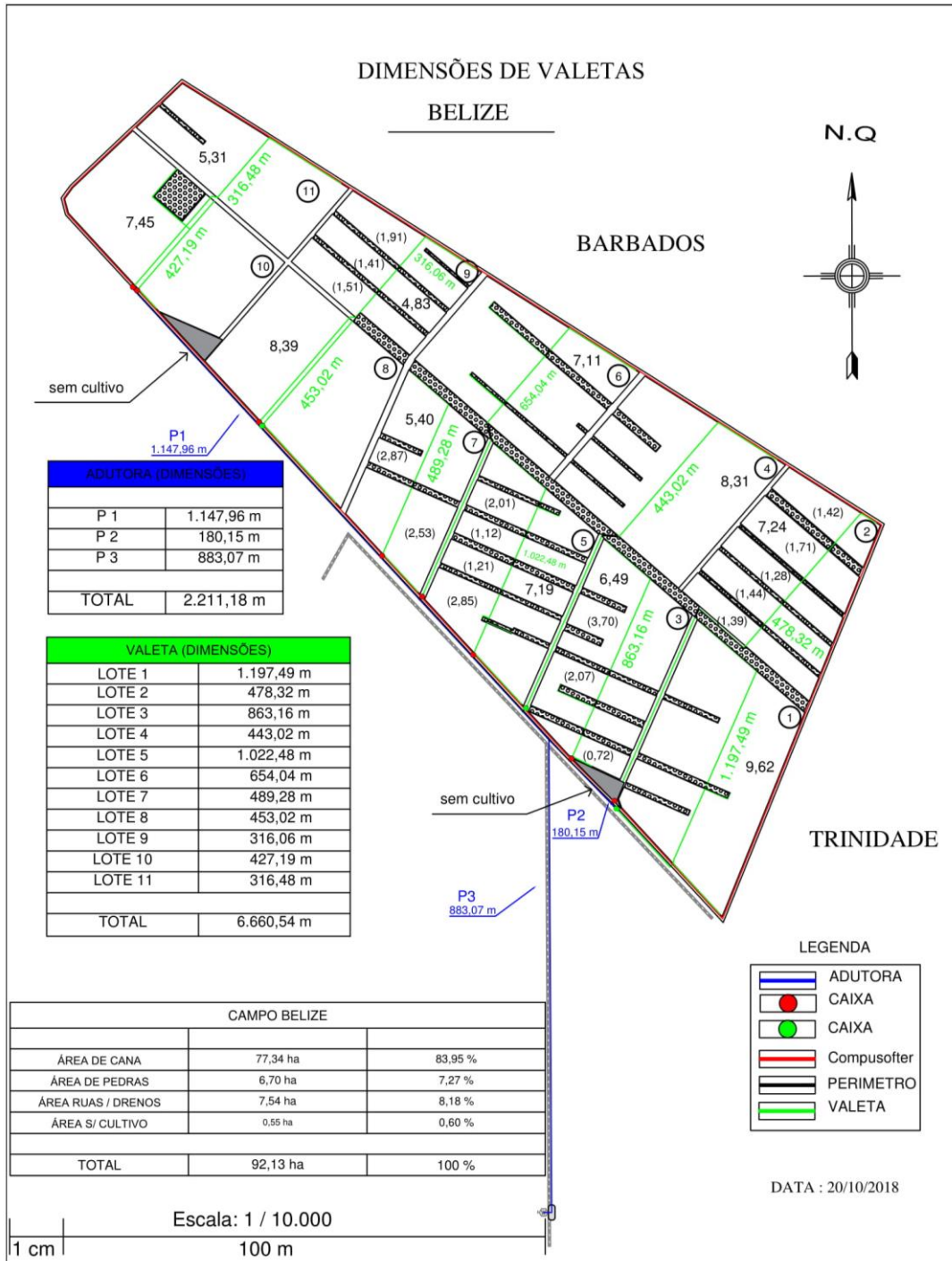


Figura 24. Planta operacional do campo Belize para utilização pelo setor de Irrigação.

6.2.2. Mapas para Plantio

Requisitados pelo coordenador do setor de plantio, eng. Agrônomo Paulo, os

mapas devem representar a área a ser plantada, estradas de acesso e dados como área dos lotes, área total do campo, área sem cultivo e turno de irrigação.

Essas plantas estão presentes em todas operações do plantio e acompanhamento do desenvolvimento da cultura por este setor e foram elaborados de acordo com o cronograma de plantio, seguindo as estratégias da liderança da empresa.

6.2.3 Mapas para Mecanização

Estes mapas contêm informações de áreas dos lotes, área total do campo, estradas de acesso e principais ramais de irrigação, assim como áreas não plantáveis como regiões de pedras, reservas naturais, regiões salinizadas ou de forte declividade impedindo tráfego mecanizado. Foram elaborados cotidianamente servindo de guia para todas operações de remoção de pedras, ampliação de lotes, remoção de reservas naturais, preparo de solo e obras de construção civil. Estes mapas foram requeridos pelo coordenador do setor de máquinas Sr. Mário, técnico agrícola.

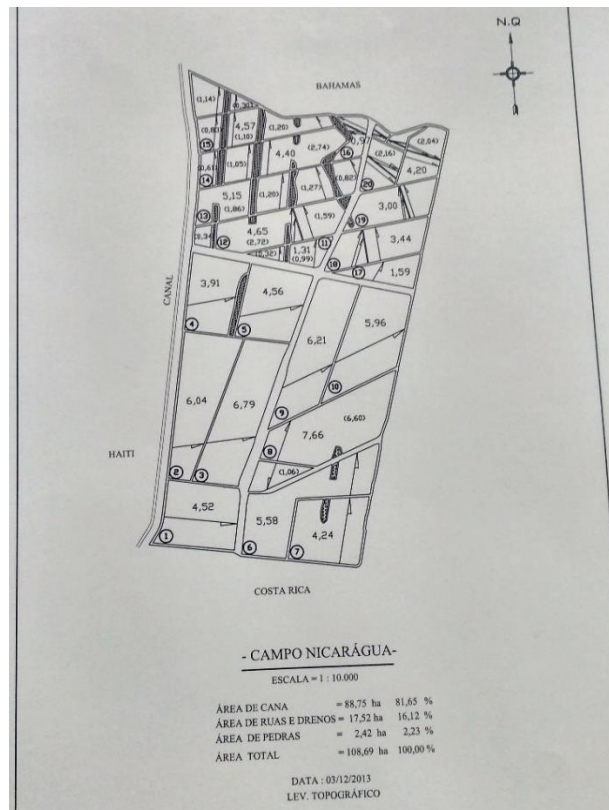


Figura 25. Impressão de mapa para utilização na Mecanização, campo Nicarágua.

6.2.4 Mapas para topografia

Os mapas para topografia seguem as necessidades de cada atividade, levantamento, planejamento, locações e revisões. São atualizados constantemente a medida que cada novo levantamento é efetuado, e em conjunto com a evolução das operações em curso. Os mapas básicos para levantamento apresentam os limites dos campos, lotes, estradas de acesso, área de lotes e regiões sem cultivo, servem apenas para nortear os levantamentos iniciais quais serão mais precisos e corrigirão as plantas básicas feitas grosseiramente com gps Garmin ou estação total.

Os mapas para planejamento reúnem diversos levantamentos e imagens de satélite, visam demonstrar graficamente o relevo em curvas de nível (com intervalo de 50cm em áreas declivosas, e em planas 10cm), assim como os limites dos campos, lotes, estradas principais e ruas entre lotes, cursos d'água naturais e artificiais, área de cana plantada, áreas sem cultivo, pedras, reservas ambientais, fazendas vizinhas, turnos de irrigação e afins.

Nestes mapas são discutidas as possibilidades de implantação de campos, renovações, alterações necessárias nos projetos de irrigação, plantio e colheita, assim como análise do terreno para execução de obras de locação ou construção civil.

Os mapas de locação são seções dos mapas de planejamento que se limitam apenas a região onde se conduz a obra, nestes estão os pontos projetados graficamente para serem locados em campo, demarcando ruas, limites, posição de sulco e de mangueiras, assim como tubulações para o projeto de irrigação, como adutoras e ramais.

As plantas para revisão seguem o levantamento após a locação do projeto, nestas pode ser comparado a situação atual com o projeto inicial, anotadas as dificuldades e alterações volta-se a campo para efetuar as correções. A elaboração desses mapas segue a demanda do coordenador da Topografia e dos chefes de setor da empresa.

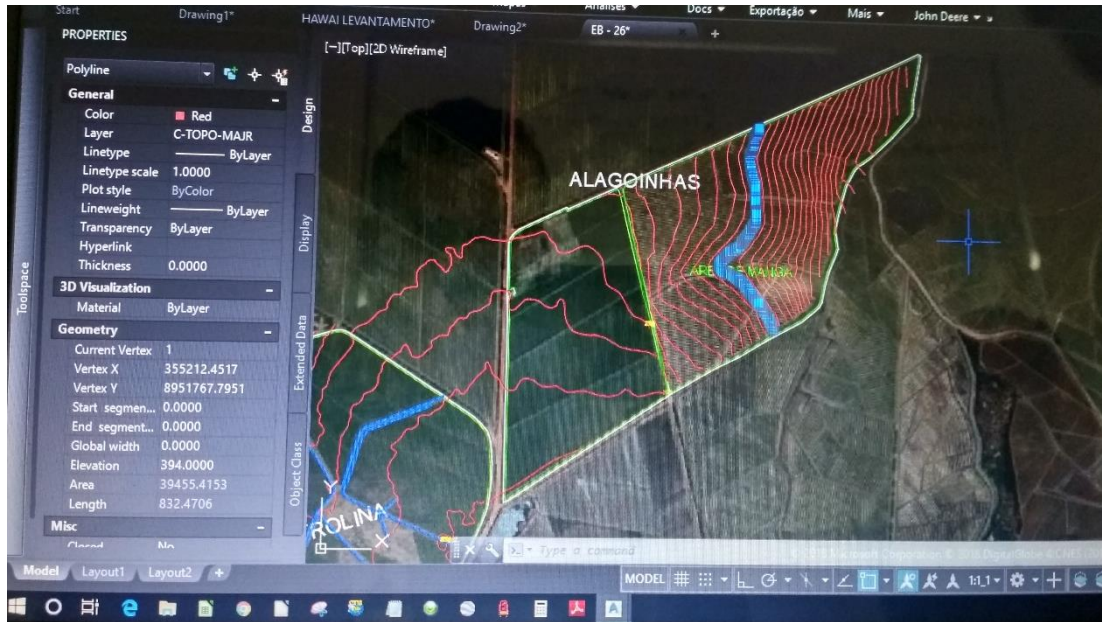


Figura 26. Imagem em computador do mapa topográfico do campo Alagoinhas e sua área de expansão.

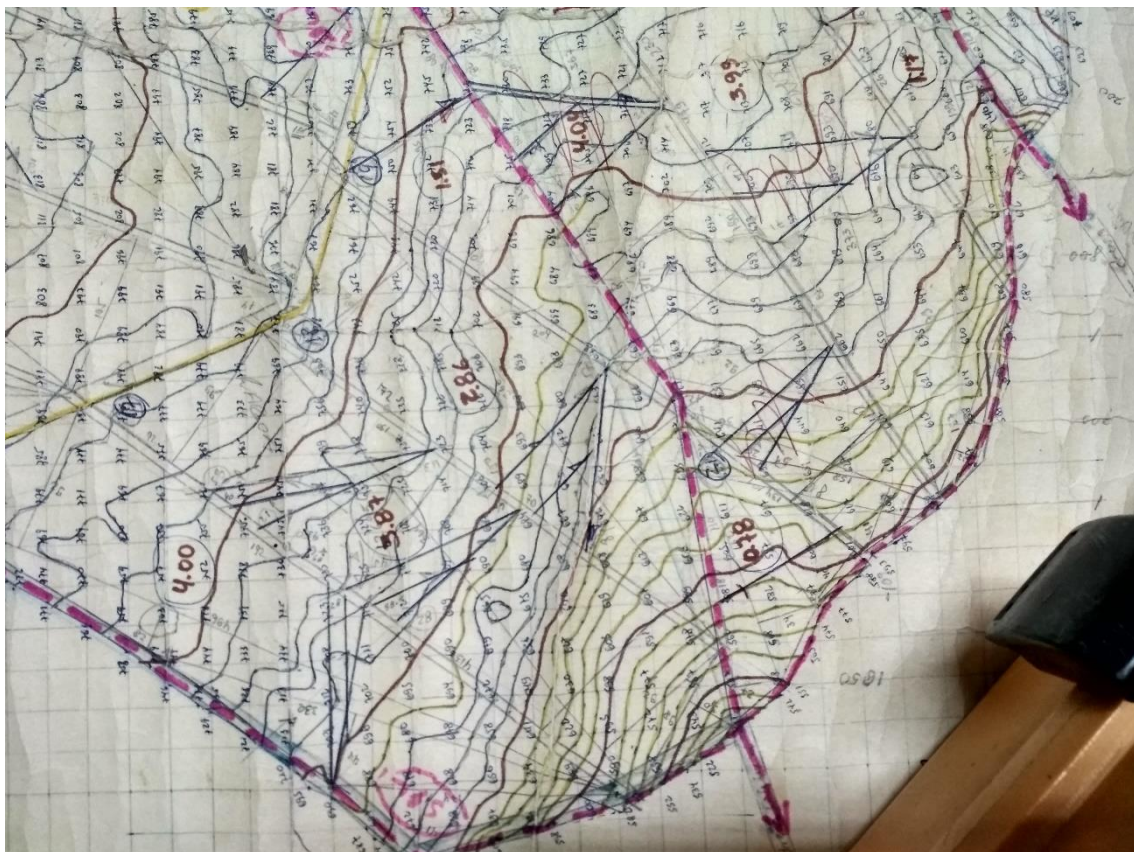


Figura 27. Mapa do campo Petrolina em papel milimetrado, demonstrando curvas de nível, limites do campo e principais estradas de acesso.

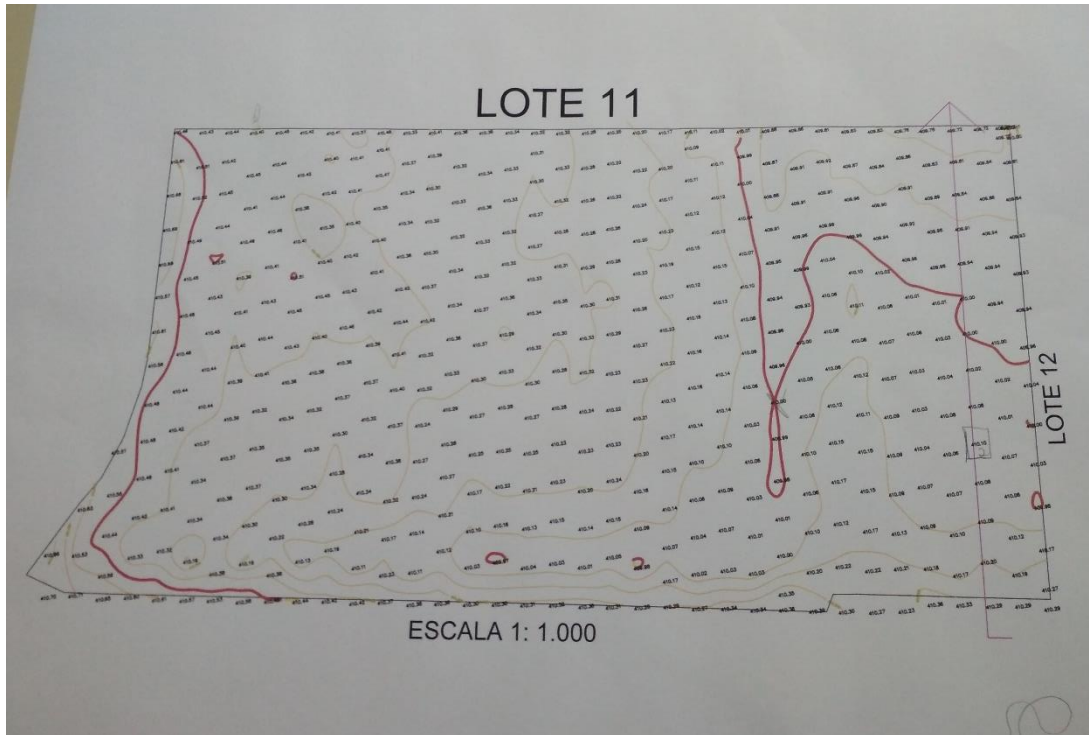


Figura 28. Planta impressa de Lote com cotas a cada 10m e curvas de nível digitalizadas para auxiliar Micronivelamento.

6.3 Localização de Projetos

Existem diversos tipos de projetos que perpassam o setor da topografia, todos são idealizados pela chefia da empresa em reuniões de líderes para tomada de estratégias, após a decisão conjunta cada setor fica responsável por estudar e desenvolver sua parte do projeto, após cada setor, Irrigação, Colheita, Plantio, Mecanização e Topografia colherem e reunirem as informações necessárias o projeto é desenhado.

Os projetos desenvolvidos em conjunto com o coordenador foram: renovação de campo para replantio da cana-de-açúcar, ampliação de campo, implantação de novos campos e novos roteiros de irrigação e seus devidos canais e casas de bombeamento da água. Após o desenho dos projetos e decidido em cada setor onde será localizado cada membro a planta é repassada para a topografia, que é responsável por ir a campo locar aquelas informações para que sejam manifestas as posições gráficas de projeto. Sendo assim utilizando o software de desenho AutoCAD para gerar coordenadas de cada membro a ser locado inicia-se o projeto pelas coordenadas limites do campo, ou seja, ruas e posições das tubulações. Em

seguida essas coordenadas são passadas para o GPS RTK através de um cabo USB ou pen drive e este aparelho após instalado sua base em campo é capaz de localizar aquelas coordenadas para que seja marcado com piquetes de madeira e bandeiras de plástico para identificação pelos operadores das máquinas responsáveis por cavar ou nivelar a região, de acordo com o que vai ser posicionado na região, tubo ou rua.

Após os limites traçados em campo são feitas as locações de posição de sulco e caixas de válvula para o controle do sistema de irrigação, e após escavação a locação da posição das mangueiras “chicote” que saem da tubulação ramal e conectam as mangueiras de gotejo.

Todo esse processo é feito com GPS RTK e revisado em campo com trenas para evitar erros de locação com o uso do software. O GPS RTK Trimble utilizado foi o modelo R8S, com uma antena no modo base e duas no modo Rover, manejados por dois funcionários para agilizar o processo.

Esta atividade foi realizada em conjunto com os topógrafos responsáveis e supervisionada pelo coordenador do setor.



Figura 29. Locação com GPS RTK Trimble e piquete bandeira manifestando marcação do ponto.

6.4 Levantamento Planialtimétrico

O objetivo deste levantamento é reunir informações que servem de base para todas outras operações. Neste levantamento obtém-se as coordenadas de limite dos lotes, ruas e estradas, áreas não cultiváveis e uma descrição do relevo local. Para ser efetuada essa operação necessita de equipamentos capazes de coletar pontos e transformá-los em coordenadas para ser processadas em computador, por tanto, foi utilizado Estação Total e GPS RTK.

Nos casos de levantamento rápido ou quando a equipe do RTK estava executando outra operação a equipe da Estação total foi requisitada. O ideal é utilizar o equipamento RTK pois este registra a coordenada em âmbito global, por nome coordenada georreferenciada, pois a estação total apenas coleta pontos sem georreferenciamento, sendo assim, estes pontos coletados tiveram de ser referenciados utilizando pontos base ou coordenadas próximas já catalogadas.

Inicialmente, com a estação total, o levantamento é feito posicionando o equipamento num ponto onde pode-se visualizar o máximo de pontos a serem coletados sem que seja necessário reposicionar a estação novamente, este tipo de levantamento é chamado Irradiação. Após a estação montada e calibrada no ponto, um funcionário leva o bastão com prisma para cada ponto a ser coletado, ponto de limite, descrição de algo ou relevo. Após a coleta total de pontos o equipamento é levado para o escritório onde é feito o descarregamento destes dados no computador através do software Topograph, onde é salvo e feito o Layout para melhor visualização do levantamento. Posteriormente os pontos são agregados ao projeto em execução para entrarem no layout total do projeto.

Para o levantamento com RTK, inicialmente é posicionado o tripé com a antena a ser usada como base em um marco ou novo ponto base, e configurado a antena para registrar o novo levantamento, em seguida as antenas do modo Rover (Figura 8) são configuradas e inicia-se a coleta de pontos apenas conduzindo o bastão e antena até o local a ser coletado o ponto e na coletora executar o comando de salvar ponto. No fim da coleta de pontos as coletoras e antenas são levadas para o escritório para descarregamento dos dados no computador via cabo USB. Após o descarregamento, os dados podem ser visualizados no software da Trimble ou AutoCAD diretamente, onde são feitos o layout e a visualização dos pontos em

imagem de satélite. Estes dados representam com precisão a realidade do local levantado, e servem como parâmetro de planejamento e estudo do local em questão.

6.5 Micronivelamento

O Micronivelamento é uma operação básica para o preparo de solo em toda implantação da cultura da cana e em todos métodos de irrigação utilizados na empresa. É de suma importância para que os lotes apresentem caimento contínuo e organizado, facilitando assim a saída da água do lote para o sistema de drenagem, evitando alagamentos e consequente perda de produtividade nessas regiões, pois a cana-de-açúcar é sensível ao alagamento prejudicando seu desenvolvimento em todas as fases de seu crescimento. Esse trabalho ocorre após a subsolagem (em algumas regiões necessárias) ou gradagem pesada e gradagem leve, para reduzir os torrões e promover homogeneidade no solo. Esta operação foi realizada em conjunto com a equipe de topógrafos responsáveis máquinas do tipo Motoniveladora e seus devidos operadores e assistentes.

A operação consiste em marcar com bandeiras as regiões que devem ser cortadas ou aterradas utilizando a motoniveladora. Para isto, é utilizado o nível de luneta e a régua estadimétricas. Um operador do nível posiciona o equipamento no centro da área do lote a ser preparado então outros dois funcionários portando as régua estadimétricas se posicionam numa margem do lote, dez passos de distância um do outro, quando o operador do nível faz a leitura da cota de um ponto o outro funcionário se posiciona a dez passos novamente do anterior, em linha reta, e assim por diante, até que se tenha percorrido toda área do lote.

Cada faixa levantada é anotada pelo operador do nível (Figura 1) todas as cotas em uma caderneta de campo. Observadas as cotas é marcado com bandeiras as regiões de corte, e passada a diretriz para o auxiliar do operador da motoniveladora, em quantas vezes o operador deve passar a lâmina de corte, sendo o corte máximo desta de 3cm, repete-se a passada desta para obter cortes mais profundos, o material removido pela lâmina serve de aterro para as regiões que necessitam do tal. O trabalho é concluído quando todos os lotes do cronograma do dia foram finalizados e liberados para posterior fase do preparo de solo, nova gradagem e em seguida o sulcamento.

6.6 Shapes para Solinftec

A Solinftec é uma empresa contratada pela Agrovale que oferece os serviços de telemetria e rastreamento da frota da empresa. Para que possa localizar em tempo real e fiscalizar o serviço dos operadores, essa empresa precisa de mapas georreferenciados para usar como base, todos no formato shapefile (.shp). O setor da topografia como mantém e faz gestão dos mapas da empresa também é responsável por produzir esses arquivos para dar suporte ao serviço da Solinftec. Sendo assim o escritório da topografia recebeu a incumbência de produzir mapas em shapefile dos 296 campos de cana-de-açúcar da Agrovale. Esta atividade foi desenvolvida em conjunto com o coordenador da topografia e o líder agrícola Cheilo Silva.

Para produzir os mapas georreferenciados foram utilizados os softwares AutoCAD, para desenho do layout dos mapas, AgroCAD, painel de ferramentas do AutoCAD Civil 3D com ferramentas para catalogação e ferramentas agrícolas gerais, entre elas, transformar vetores em arquivos shapefile, e o programa de banco de dados e georreferenciamento QGis 2.18. No AutoCAD foi desenhado os limites dos campos, utilizando de levantamentos topográficos com estação total, gps RTK ou de dados coletados pelo GPS dos Tratores John Deere. A partir desses desenhos no Civil 3D utilizando do AgroCAD foram catalogados codificando fazendas, zonas e números de lotes (códigos fornecidos pela empresa).

Então foram convertidos os vetores (linhas desenhadas no AutoCAD) para shapefile e armazenados em banco de dados no QGis, conferidas as informações de códigos de cada lote e campo, em seguida enviados por e-mail para a empresa Solinftec.

Não foi possível concluir os 296 campos a serem catalogados e entregues, porém, seguindo diretriz da gerência, em ordem de cronograma da colheita foi possível entregar a tempo de servir a essas operações todo o acompanhamento em tempo real.

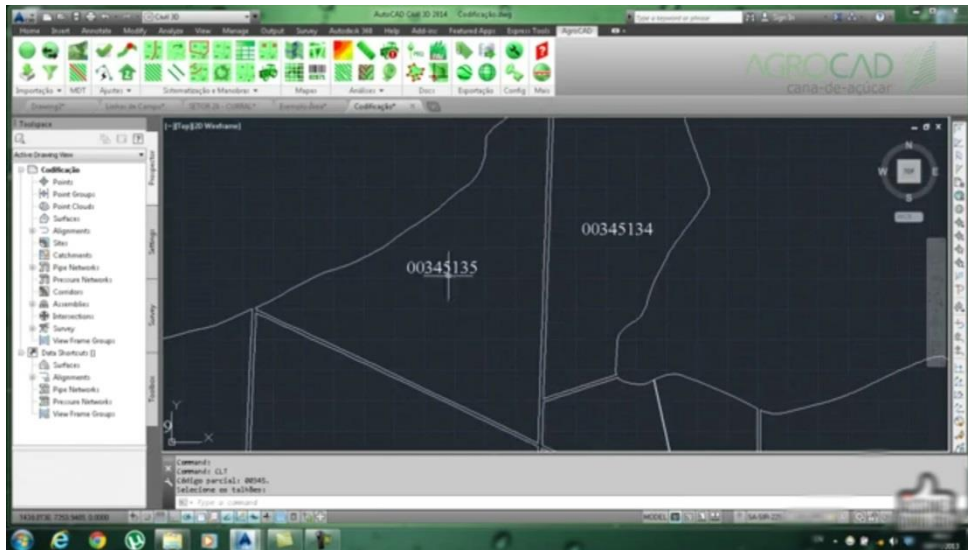


Figura 30. Print da tela no software AgrocAD demonstrando codificação de lote.

6.7 Elaboração de Projetos de casa de bomba

A medida que os campos antigos são renovados, ou novos campos são implantados, o sistema de irrigação superficial dá lugar ao de irrigação por gotejo. A empresa observou que este segundo método é mais eficiente, alcançando maiores produtividades com menor demanda hídrica. Porém, diferente do método de irrigação superficial, o gotejo necessita de mais infraestrutura para seu funcionamento. É fundamental a presença de estações de bombeamento para filtragem e condução da água através dos tubos, ao longo de vastos campos e desníveis, o que demanda complexo estudo e planejamento.

A topografia é o setor responsável por colher as informações necessárias e gerar um estudo de caso para cada projeto de implantação de estação de bombeamento. Desde sua melhor localização e por onde serão encaminhadas as tubulações da adutora que abastecerá a estação, assim como seus ramais e tubos para a irrigação, sempre em parceria com o setor de Irrigação e sua liderança.

Feito os levantamentos planialtimétricos é gerado um mapa com todos os campos envolvidos no projeto que a estação de bombeamento contemplará em seu funcionamento. Neste mapa constam as informações de relevo (curvas de nível), limites dos campos, estradas, ruas, drenos, canais, regiões sem cultivo e possíveis áreas a serem anexadas aos campos e incorporadas no projeto.

Para elaboração do mapa é utilizado informações de relevo também oriundas

de registros de operações de preparo de solo, em tratores munidos de GPS. Observada a presença dessas informações não é necessária a requisição de levantamentos planialtimétricos, pois os dados do GPS são precisos e manejáveis de igual forma ao levantamento (FIGURA 31 – dados de GPS presentes assinalados com “C”, faltando, assinalados em caneta amarela).

Feito o mapa, este é levado para uma reunião com todos os responsáveis pelo projeto, coordenadores da irrigação, máquinas e topografia e gerentes da irrigação e divisão de Agronomia, assim como o superintendente geral para as tomadas de decisão e análise conjunta das informações reunidas.

A partir das decisões tomadas, de onde será a estação de bombeamento, onde serão instalados os tubos da adutora e quais as alterações nos campos, a topografia é requerida para fazer nova planta, representando agora os novos campos e posições alteradas para o projeto que entrará em vigor. Esta planta servirá de guia para a locação dos tubos, alterações de estradas, drenos, canais, pedras e posições de sulco.

Com a planta geral pronta, iniciam as atividades de implantação do projeto, cálculos da vazão e pressão necessárias para irrigar o número pretendido de campos e então ocorre construção da casa de bomba pelo setor de construção civil. Essa atividade foi desenvolvida em conjunto com os coordenadores de setor e gerentes responsáveis pelos projetos da empresa.



Figura 31. Requisição de elaboração de projeto para construção da Estação de Bombeamento 29, constando todos os campos codificados e o cronograma geral.

6.8 Levantamento de Perfil e Construção de Dreno

Os perfis são representações gráficas em duas dimensões do relevo de uma seção levantada. A partir desta descrição gráfica pode-se estudar a direção do curso d'água, se é possível a saída de água apenas por gravidade ou é necessária a intervenção e modificação do terreno, assim como estudar melhores possibilidades para sistemas de drenagem e locação de tubulações.

Para obtenção destes dados é necessário o levantamento em campo, que pode ser feito de diversas maneiras a depender da necessidade e objetivo do levantamento. Pode ocorrer utilizando nível de luneta, apenas para marcação em campo e anotação na caderneta, para um estudo e solução rápida de locação de drenos ou correções rápidas de obras em geral. Ou pode ocorrer utilizando equipamento mais preciso e capaz de coletar coordenadas (estação total ou gps RTK) e levar para o escritório onde serão processadas num software e em seguida gerado o layout do perfil, demonstrando distâncias entre pontos, cotas e uma linha guia que representa o modelo gráfico do relevo real.

Essas plantas de perfil são requeridas pelo setor de Irrigação ou da própria topografia, sempre que na fase de planejamento ou correções de obras em andamento visto que foi encontrado obstáculos interrompendo o curso planejado, como rochas subterrâneas não identificadas previamente.

Para abertura de drenos, após estudo da área é feito levantamentos de perfil utilizando nível de luneta, traçada a rota onde pretende-se abrir o dreno são anotadas as cotas na caderneta de campo. Após estudo dos dados, confirmada e liberada a operação, o percurso do dreno é piqueteado com distância de dez passos (aproximadamente 10m). Em seguida, levando em consideração a proporção do dreno (sua vazão e profundidade necessária calculada pelo setor de Irrigação) é feito a marcação das linhas de escavação com piquetes auxiliares, demonstrando a largura de corte (utilizando cordas ligando os piquetes auxiliares) a ser executada pela escavadeira com determinada dimensão de concha trapezoidal, seguindo a necessidade do talude, quando mais profundo, utiliza-se talude 1:1. (Figura 17).

Para escavação é utilizado escavadora hidráulica, com concha trapezoidal ideal, seguindo de um funcionário assistente, que conduz a operação aferindo a precisão e posição das cordas. As cordas e os piquetes auxiliares são posicionados de forma que a largura escavada seja proporcional a profundidade esperada. Por

exemplo, em uma região com cota N onde é necessário efetuar escavação de 2m, se o talude determinado for 1:1, os piquetes auxiliares se posicionam a 1m de distância do piquete central que demonstra o percurso. Sendo assim, somadas as distâncias dos piquetes auxiliares, obtêm-se a largura de 2m, onde quando escavado alcançará 2m de profundidade, pois em talude 1:1, a largura é igual a profundidade escavada.

Esta atividade foi desempenhada em conjunto com o coordenador da topografia, gerente da irrigação Eng. Gabriel, líderes e a equipe de campo da topografia.



Figura 32. Abertura de dreno após marcação de piquetes de percurso e piquetes guia, com as cordas de auxílio limitando profundidade de escavação pelo operador da escavadeira.

PERFIL LONGIDUDINAL BOMBA 1 - CAMPO OURO PRETO

ESCALA: H-1:2.000

V-1:100

DATA: 20/11/2014

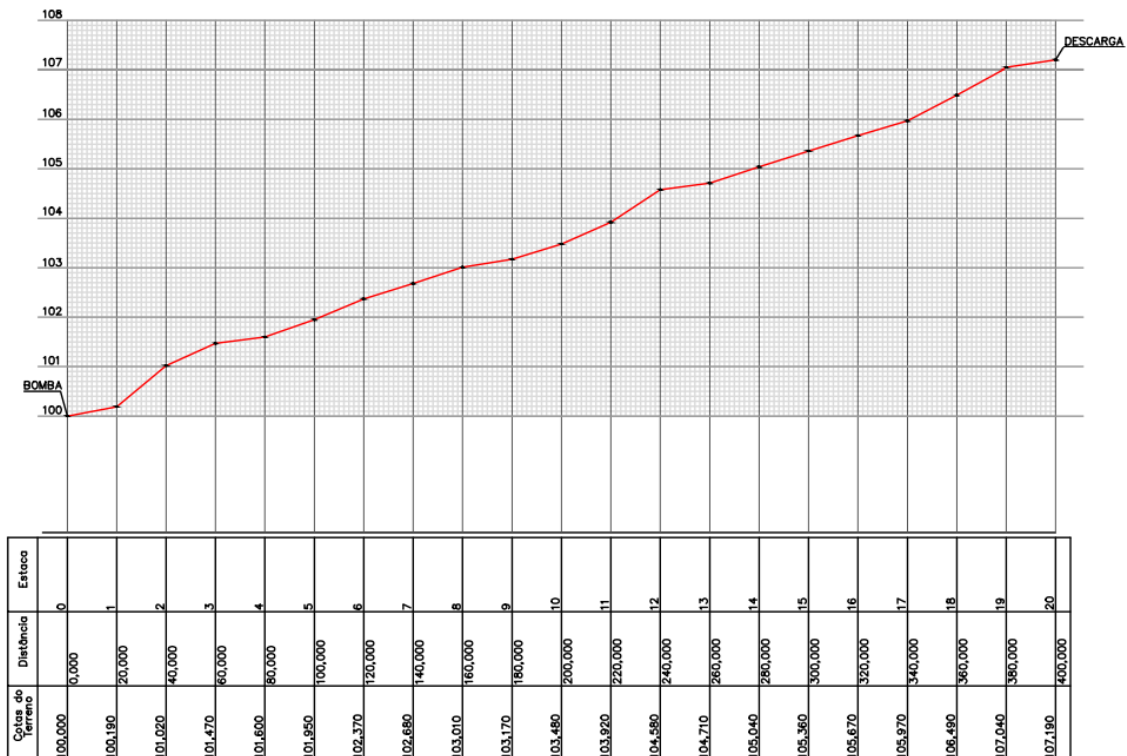


Figura 33. Planta de Perfil Longitudinal do Campo Ouro Preto.

6.9 Reuniões com Chefes de Setor – Estratégias

Essa atividade ocorre visando melhor execução das atividades programadas e uma completa análise de cada situação, com base no ponto de vista de cada setor, pelos conhecimentos específicos das operações e suas necessidades por parte de cada chefe de setor, as reuniões de liderança da empresa têm o objetivo de manter a equipe em plena cumplicidade e integração, funcionando para o melhor de todos os setores na visão exposta por cada chefe.

Os temas abordados nessas reuniões são de caráter coletivo e do interesse de cada um dos envolvidos. Sejam estes, modificações nas operações, como apresentação de dados que comprovam baixa rentabilidade em um campo ou comparação com anos anteriores e suas práticas, assim como exposição de novas tecnologias possíveis de serem implantadas na empresa, reunindo seus pontos

negativos e positivos para análise conjunta e decisão coletiva, sancionado pelo superintendente geral a atividade passa a ser protocolada e autorizada para uso na empresa. Como ocorreu nas compras dos GPS RTK Trimble R8s e Drone Phantom 4 Pro, apresentados pelo coordenador da topografia, com seus valores e resposta esperada em rentabilidade do serviço, comparando com o que era utilizado, apenas GPS Garmin e Estação Total.

Para cada projeto, modificação ou intervenção em operação na empresa, em larga escala, desde que cabível a tomada de decisão dos superiores, é convocada uma reunião como citada anteriormente, para que sejam tomadas as decisões e criado o cronograma de atividades da empresa, este também baseado no conhecimento específico de cada chefe, informando a previsão de duração de cada atividade salvo interferência de força maior, como acidentes ou mudança climática.

6.10 Automação do Sulcamento

A operação do sulcamento ocorre após o preparo de solo pela topografia no Micronivelamento e setor de mecanização com as gradagens pesadas, subsolagem e gradagens leves. Esta possibilita que seja instalado o sistema de irrigação e em seguida o plantio da cana-de-açúcar. Porém, para que esta ocorra com sucesso e precisão, a topografia é responsável por demarcar em campo, antes da operação, os limites internos (tubulações subterrâneas onde os tratores não devem sulcar para evitar danos aos tubos) e externos dos lotes, assim como as ruas e regiões que não deve ocorrer sulcamento. Esta operação era feita marcando-se os pontos de limites com piquetes de madeira, e riscado no terreno com a lâmina de uma motoniveladora ligando os piquetes para que seja visível as regiões limites.

Então o operador do trator com o implemento sulcador posicionava seu trator em um canto do lote, seguia até o fim das ruas marcando em seu gps o limite do lote, e então seguia uma rua aparentemente reta, marcando a rota em seu GPS de bordo, utilizava aquela reta como base e por fim extrapolava-se para dentro do lote linhas que repetem a reta de referência, configurando a distância entre retas com o espaçamento da cultura e tipo de implemento usado, para sistema de irrigação por gotejo e implemento sulcador duplo, espaçamento 4,40m, e para irrigação superficial 3,0m.

Porém com a obtenção dos softwares AgroCAD, Civil 3D e utilizando do programa APEX da John Deere de descarregamento de dados do GPS, foi possível desenvolver os projetos no CAD e levá-los para o GPS do trator coordenar a operação utilizando seu piloto automático, o GreenStar 3 (GS3), o qual foi configurado segundo as características de cada trator e implemento, demonstrando grande precisão na execução automática da operação, necessitando apenas que o operador executasse as manobras de cabeceira e escolhesse a linha de entrada novamente no lote. (Figura 35)

Para configurar o piloto automático nas máquinas foi necessário criar um “setup” (painel de configurações) para cada uma das três disponíveis para operação, as máquinas 153 011, 012 e 016, modelos 6145J da John Deere, munidos de GPS RTK e piloto GS3.



Figura 34. Painel do piloto automático John Deere GS3 demonstrando configuração em pré-operação.



Figura 35. Linhas de sulco importadas e projetadas pelo Piloto GS3 no painel.

Para criação do Setup foi utilizado o software Apex e dados de espaçamentos obtidos nas três máquinas da operação. Estes espaçamentos específicos servem para configurar o deslocamento do GPS em relação aos eixos do trator, informando a posição específica do gps e aumentando assim sua precisão de operação. (Figura 36)

Após configurado os setups, estes foram colocados em arquivos .gs3 capazes de ser identificados pelos pilotos dos tratores, e em seguida salvos em pendrive. Para criação do desenho do projeto foi-se utilizado levantamentos de GPS RTK para estabelecer os limites quais serão projetados no campo, em seguida ligados esses pontos com vetores do AutoCAD Civil 3D são produzidos layouts dos lotes e regiões limites demonstrados graficamente (Figura 30), e então são exportados em formato .gs3 pela ferramenta AgroCAD com interface John Deere, para tornar os vetores capazes de ser lidos pelo piloto do trator (Figura 35). Feito isso, esses arquivos são salvos no pendrive juntamente dos arquivos Setups e então levados para os tratores.

No trator, primeiramente, liga-se o painel do piloto, em seguida é colocado o pendrive para exportação dos dados já coletados pelo gps, este procedimento é necessário antes da importação dos projetos, pois, o piloto não é capaz de armazenar novas informações sem sobrescrever e deletar as informações anteriores á importação.

Sendo assim, descarrega-se todos dados no modo de exportação e em seguida efetua-se a importação dos dados do projeto no pendrive (Figura 34). Após importação dos dados do projeto o operador seleciona a operação, o tipo de implemento, se para sulco simples ou gotejo, em seguida o lote onde será desenvolvida e ativando o modo de guia do GPS em Curvas Adaptáveis (oriundas de projeto e não obtidas em campo) o painel já demonstra as linhas e limites do lote em questão, ao posicionar o trator sobre uma linha e pressionar o botão de iniciar piloto automático o piloto coordena o trator sobre a linha até o limite posterior, sendo apenas necessário que o operador levante o implemento ao atingir o limite externo do lote, pois esses modelos de tratores John Deere não estavam munidos do sistema de levantamento e abaixamento do implemento de maneira automática.

Para conferir se a operação foi feita com sucesso e precisão, o líder da operação o técnico agrícola Antônio, leva uma régua de madeira juntamente com uma trena, então mede o espaço entre os sulcos e a profundidade dos tais,

conferindo se bate com o projetado com o sistema de irrigação em questão. Foi observado que utilizando o piloto automático do trator e os projetos desenhados em escritório obtivemos margem de erro de 3mm por espaçamento entre sulcos, o que demonstra alta precisão.

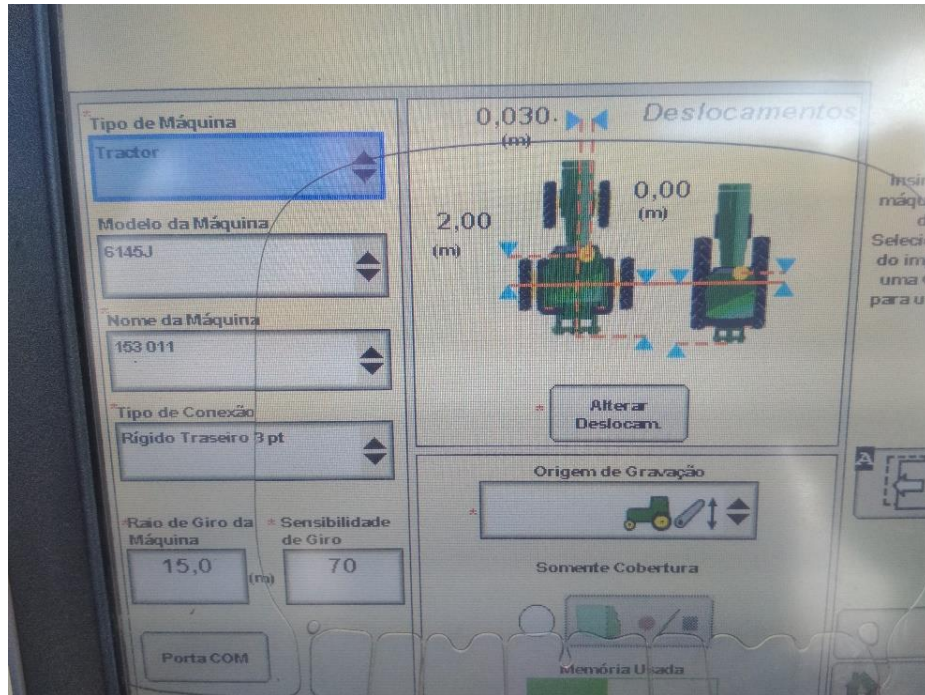


Figura 36. Painel do piloto GS3 demonstrando Setup configurado para máquina 153 011.

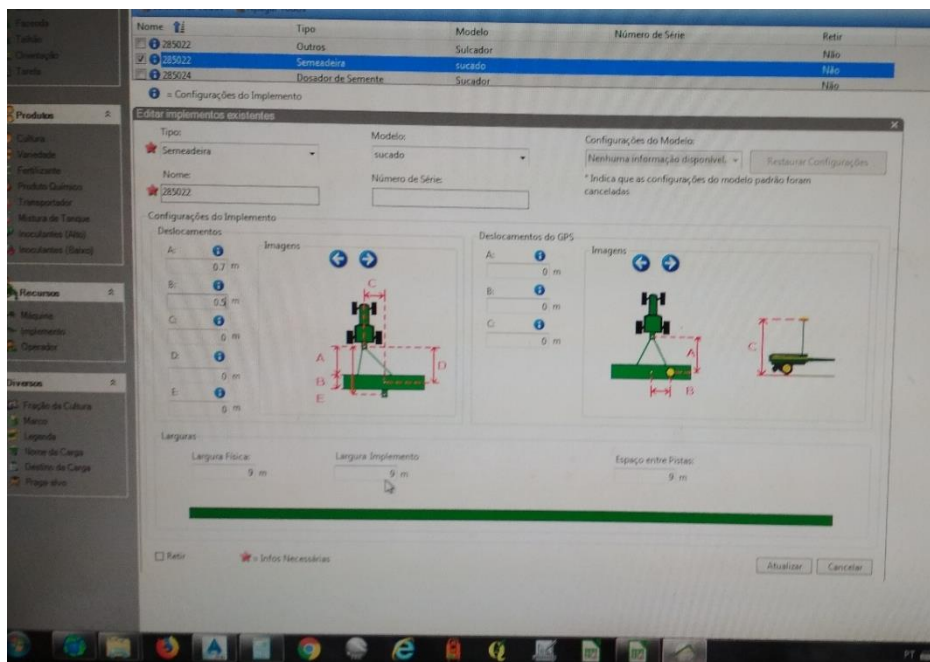


Figura 37. Painel para criação de Setup no computador, programa Apex (John Deere), demonstrando lacunas para configurações do implemento.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em atividades agrícolas onde se tem capital para investimento, alta qualidade e volume de produção, a topografia se mostra fundamental para a base dos processos de preparo de solo, plantio, desenvolvimento e colheita da cultura. Esta ciência dispõe de métodos e tecnologia para organizar e potencializar o uso da terra, prevenindo problemas de má conservação do solo, aumentando a precisão e qualidade das operações tradicionalmente executadas e proporcionando análise completa e concisa das situações em campo, resultando em melhores planejamentos e tomadas de decisão.

Equipes de profissionais qualificados e capacitados na topografia são capazes de otimizar soluções de problemáticas em campo rapidamente, utilizando de equipamentos de alta tecnologia e precisão, encontrados obstáculos ou incoerências na execução de operações, estes profissionais dispõe de conhecimentos técnicos que reduzem dias de operações à apenas horas, demonstrando a eficiência e resposta prática ao investimento para seu funcionamento, que não apenas responde ao valor investido mas, supera em economia de tempo, dinheiro e material humano.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, C. **Levantamentos topográficos**. Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa. Lisboa, 1995. Disponível em: <http://webpages.fc.ul.pt/~cmantunes/topog/TOPOGRAFIA_FCUL.pdf> Acesso em 12/01/2019.

BARBOSA, E. M.; MONICO, J. F. G.; ALVES, D. B. M.; OLIVEIRA, L. C. **Integridade no Posicionamento Rtk e Rtk em Rede**. Boletim Ciências Geodésicas. Artigos, Curitiba, v. 16, no 4, p.589-605, out-dez, 2010.

BRAUNBECK, O. A.; OLIVEIRA, J. T. A. **Colheita De Cana-De-Açúcar Com Auxílio Mecânico**. Engenharia Agrícola. Jaboticabal, v.26, n.1, p.300-308, jan./abr. 2006

BRITO, J. G. A. A.; GUIMARÃES, H. S.; MARTINS, C. V. **A topografia e sua contextualização ao longo da história**. XVII Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. Recife-PE, 2005.

CATERPILLAR. Caterpillar Inc., empresa de máquinas agrícolas e implementos. Disponível em: <<https://www.caterpillar.com/>>. Acessado em: 14/01/2019

CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Bioetanol combustível: Coelho, R. D. Contribuição para irrigação pressurizada no Brasil**. 2007. 192p. Tese (Livre de decência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba – SP, 2007.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Métodos de irrigação do milho**. Árvore do conhecimento – Milho, 2011. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_72_16820051120.html#> Acesso em 12/01/2019.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Plantio da cana-de-açúcar**. Árvore do conhecimento – Cana-de-açúcar, 2008. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_33_711200516717.html#> Acesso em 10/01/2019.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Recomendações técnicas para o cultivo da cana-de-açúcar forrageira em Rondônia**. EMBRAPA Rondônia, Porto Velho-RO, 2000.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Estatísticas de Produção mundial**. FAOSTATS, 2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em 10/01/2019.

GALVANI, E; BARBIERI, V; PEREIRA, A. B.; VILLA NOVA, N. A. **Efeitos de Diferentes Espaçamentos Entre Sulcos Na Produtividade Agrícola Da Cana-De-Açúcar (Saccharum spp.)**. Sci. agric. vol. 54 n. 1-2 Piracicaba Jan./Aug. 1997.

GARCÍA, G. M. C. **La Industria Argentina de Maquinaria Agrícola: ¿De La Reestructuración A La Internacionalización?**. Revista de la CEPAL, 96(01), 221-237, 2008.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual do Usuário Posicionamento Por Ponto Preciso, Versão: março 2009**. Coordenação de Geodésia. Diretoria de Geociências, 2009.

IPEAN – Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte. **Cultura da cana-de-açúcar**. Belém-PA, 1973.

JOHN DEERE. Deere & Company, máquinas agrícolas e implementos. Disponível em: <<https://www.deere.com.br/pt/index.html>>. Acessado em: 14/01/2019

JÚNIOR, J. M. C; NETO, F. C. R.; ANDRADE, J. S. C. O. **Topografia geral – EDUFRPE**. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, 2014.

KAWAY, A.Y.; DURO, M.A.S; PAMBOUKIAN, S.V.D. **Tratamento e análise de dados topográficos através de ferramentas computacionais e softwares de geoprocessamento**. PIBIC, Universidade Presbiteriana Mackenzie. 2017.

KOMATSU. Komatsu Ltd. Indústria Japonesa de máquinas pesadas. Disponível em: <http://www.komatsu.com.br/portal/ci_source/index.php?stat=26>. Acessado em: 14/01/2019

LEAL, D. P. V. **Evapotranspiração da cana-de-açúcar e fotossíntese acumulada em biomassa e energia, para diferentes variedades, disponibilidades hídricas no solo e ciclos de cultivos. 2012**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas Agrícolas). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

MACEDO, F. R.; SOUZA, M. L. **A Cartografia Temática como Subsídio para o**

Planejamento Ambiental: Cidade Gaúcha, Paraná. Revista de Geografia, V. 35, No. 2. Recife-PE, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/>> Acesso em: 16 de janeiro de 2018.

MENEZES, R. R. V.; SANTOS, A. P.; CARVALHO, C. A. B.; FERRAZ, A. S. **Emprego dos Softwares Tsp-Mdt e Topograph para Projeto Geométrico de Estrada.** V Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife - PE, 12- 14 de Novembro de 2014. Disponível em: <<https://www3.ufpe.br/geodesia/images/simgeo/papers/28-511-1-PB.pdf>> Acesso em 16 de Janeiro de 2019.

MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo GNSS: descrição, fundamentos e aplicações.** 2.ed. São Paulo: Unesp, 2008.

MONICO, J.F.G. **Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS Descrição, fundamentos e aplicações.** 1. ed. Presidente Prudente: Editora UNESP, 2000.

MOORE, I. D.; GRAYSON, R. B.; LADSON, A. R. **Digital Terrain Modelling: A Review Of Hydrological, Geomorphological, And Biological Applications.** Hydrological Processes Book, VOL. 5, p3-30, 1991.

PAESE, C. P. M.; HUINCA, S. C. M.; LEANDRO, D.; KRUEGER, C. P. **Comparação das coordenadas geodésicas obtidas com diferentes parâmetros de calibração de uma mesma antena receptora de sinal GPS.** IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Anais... RecifePE, 06-09 de Maio de 2012.

PASQUAL, C. A.; PEDROZO, E. A. **Características do negócio no setor de máquinas agrícolas.** RAE Eletrônica, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 1-22, 2007.

ROCHA, S. S.; SOUZA, J. C.; CARMO, I. M.; RODRIGUES, H. C. **Estudo Comparativo de Ferramentas Computacionais para Modelagem Geométrica e Cubagem de Maciços Rochosos.** Revista HOLOS – Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN). 2018. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/5361>> Acesso em 16 de janeiro de 2019.

SEEBER, G.; WILLGALIS, S.; KRUEGER, C. P.; ROMÃO, V. M. C. **A real time GPS reference network for cadastral surveys in Recife, Brazil.** Revista Brasileira de Cartografia, Rio de Janeiro, v. 55, n. 01, p. 01-10, 2003.

SHIKIDA, P. F. A.; Junqueira, C. P.; Sterchile, S. P.W. **Mudanças no padrão tecnológico do corte de cana-de-açúcar: Uma análise preliminar do caso paranaense.** Revista Ciências Empresariais-UNIPAR, v.8, p.7-32, 2007.

SILVA, A. S. **Utilização do Software AutoCAD como Instrumento Didático para a Formação Acadêmica no Ensino de Engenharia.** VII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção. Ponta Grossa-PR, 06-08 de dezembro de 2017.

SOUZA, C. F.; MATSURA, E. E. **Distribuição da água no solo para o dimensionamento da irrigação por gotejamento.** Rev. bras. eng. agríc. ambient., Campina Grande , v. 8, n. 1, p. 7-15, Abr. 2004 .

SOUZA, R. A.; ARAUJO, E. S.; SANTOS, E. D.; SOUZA, E. A. S.; SANTANA, I. F.; ARAUJO, R. R. **Comparação de Cálculos Analíticos de Fechamento de Poligonal com Softwares Topograph e Geofficev2.** Simpósio Nacional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto – GEONORDESTE. Salvador-BA. 03-06 de outubro de 2017.

TORMENA, C. A.; VIDIGAL, F. P. S.; GONÇALVES, A. C. A.; ARAÚJO, M. A.; PINTRO, J. C. **Influência de diferentes sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 8, n.1, p. 65-71, 2004.

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Derivados da cana.** UFRGS, 2017. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/afeira/materias-primas/outros/cana-de-acucar/derivados-da-cana>>. Acesso em 10/01/2019.

VEIGA, L. A. K.; Zanetti, V. M. A. Z; Faggion, P. L. **Fundamentos da topografia.** Engenharia Cartográfica e de Agrimensura - UFPR. 2012. Disponível em:<http://www.cartografica.ufpr.br/docs/topo2/apos_topo.pdf>. Acesso em 12/01/2019.

VÉRAS, L. J. **Topografia - Notas de aula.** Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife – PE. 2003.

VOLKSVAGEM. Volksvagem, empresa de fabricação de automóveis. Disponível em: <<https://www.vw.com.br/pt.html>>. Acessado em: 14/01/2019.