



Faculdade da Amazônia

CURSO AGRONOMIA

SERGIO DAS CHAGAS

**SISTEMATIZAÇÃO DE CURVAS DE NIVEL OBJETIVANDO AUMENTO DO
RENDIMENTO OPERACIONAL E REDUÇÃO DE SOBREPOSIÇÃO NA
CULTURA DO ALGODÃO: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA**

VILHENA

2020

SERGIO DAS CHAGAS

**SISTEMATIZAÇÃO DE CURVAS DE NIVEL OBJETIVANDO AUMENTO DO
RENDIMENTO OPERACIONAL E REDUÇÃO DE SOBREPOSIÇÃO NA
CULTURA DO ALGODÃO: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Departamento de Agronomia, Faculdade da Amazônia – FAMA, como requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Profa. Maylla Muniz Sprey

VILHENA

2020

Mantenedor: INSTITUTO DE ENSINO SUPERIOR DA AMAZÔNIA S/C LTDA-ME - IESA.
Rua: Walisson Junior Arrigo, nº 2043 - Cristo Rei - Cep: 76.983-496
Vilhena/RO (69) 2101-0850 Site: www.fama-ro.com
CNPJ: 04.398.722/0001-05

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos nove dias do mês de dezembro do ano de dois mil e vinte, na sala virtual da plataforma Google Meet, às 16h00min, a(o) acadêmica(o) **Sérgio Das Chagas** do Curso de **Agronomia** dessa instituição, realizou a defesa de seu TCC - Trabalho de Conclusão de Curso, intitulado **Sistematização de curvas de nível objetivando aumento do rendimento operacional e redução de sobreposição na cultura do algodão** na presença da Banca Examinadora formada pela (o) professor(a) mestra **Maylla Muniz Sprey** (Orientador(a) e Presidente da banca), professor(a) mestra **Edyane Luzia Pires Franco** (1º membro) e professor mestre **Priscila Fonseca Costa** (2º membro).

O trabalho foi julgado **aprovado**, com nota: **9,00**.

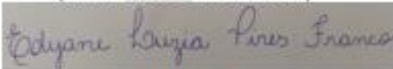
Alterações ou observações: (X). Sim (). Não

E por não haver nada mais a tratar, foi lavrada esta ata que será assinada pelos presentes.

BANCA EXAMINADORA



Prof Maylla Muniz Sprey
(Presidente - orientadora)



Prof Edyane Luzia Pires Franco
(1º membro)



Prof Priscila Fonseca Costa
(2º membro)



Sérgio Das Chagas
(Acadêmico (a))

RESUMO

Sendo o algodão uma cultura de elevados custos de produção, no entanto com ótimo retorno do capital investido é preciso viabilizar a instalação da cultura em áreas com declividade acima de 3%, onde se tem maiores sobreposições e manobras. Este trabalho tem como objetivo relatar o método de viabilização utilizado por uma Empresa produtora de algodão no médio norte do Estado do Mato grosso, e analisar os resultados obtidos. A sistematização das curvas de nível foi realizada na entressafra de Soja, em uma área total de 4.500 hectares, totalizando 498,8 quilômetros de curvas meia base realizada. Os resultados confirmam que há redução expressiva de sobreposições diminuindo consideravelmente do consumo de sementes e combustíveis, aumentando a disponibilidade e rendimento das operações.

Palavras-chaves: Algodão, Altimetria, Geoprocessamento.

ABSTRACT

Since cotton is a culture of high production costs, however, with an excellent return on invested capital, it is necessary to enable the installation of the culture in areas with a slope above 3%, where there is greater overlap and maneuvering. This work aims to report the feasibility method used by a cotton producing company in the middle north of the state of Mato Grosso, and to analyze the results obtained. The systematization of contour lines was carried out in the off-season of Soy, in a total area of 4,500 hectares, totaling 498.8 kilometers of half base curves made. The results confirm that there is a significant reduction in overlaps, considerably reducing the consumption of seeds and fuels, increasing the availability and yield of operations.

Keywords: Cotton, Altimetry, geoprocessing.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Pontos com dados altimétricos Talhão 137	15
Figura 2 - Propriedades dos pontos oriundos GS3.....	16
Figura 3 - Modelo Digital do Terreno (MDT), talhão 137	16
Figura 4 - Curvas de nível, talhão 137.....	17
Figura 5 - Curvas sistematizadas, talhão 137	18
Figura 6 - Simulação de Chuva nas curvas sistematizadas, talhão 137.....	19
Figura 7 - Análise de Inclinação, talhão 137.....	20
Figura 8 - Algodão sem colher em terraço base larga.....	21
Figura 9 - Trator com plaina acoplada.....	23
Figura 10 - Trator com terraceador, levantando terraços sistematizados.....	23
Figura 11 - Trator com grade cortando terraço meia base	24
Figura 12 - Pá carregadeira movimentando terra	24
Figura 13 - Pás carregadeiras e motoniveladora.....	25
Figura 14 - Motoniveladora fazendo acabamento dos terraços meia base	25
Figura 15 - Informações de trabalho no monitor GS3	26
Figura 16 - Colhedora de Algodão no terraço base larga.....	27
Figura 17 - Informações de trabalho no monitor GS3	27
Figura 18 - Colhedora de Algodão em cima terraço meia base	28
Figura 19 - Colhedora de Algodão embaixo terraço meia base	28
Figura 20 - Conjunto trator e semeadora em terraço meia base	29
Figura 21 - Colhedora de grãos em cima do terraço meia base.....	29
Figura 22 - Plantio com plantadeira DB74.....	30
Figura 23 - Curvas Sistematizadas.	31
Figura 24 - Curvas Originais.....	31
Figura 25 - Curvas sistematizadas 20/21	33
Figura 26 - Curvas originais 19/20	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classes de Declividade	7
Tabela 2 - Agrupamento de solos segundo suas qualidades, características e resistência à erosão e seus respectivos índices.....	11
Tabela 3 - Grupo de culturas e seus respectivos índices.	12
Tabela 4 - Grupo de preparo de solo e manejo de restos culturais e seus índices.	13
Tabela 5 - Custo de construção por quilômetro de terraço meia base	22
Tabela 6 - Custo de reforma por quilômetro de terraço 14 metros.	22
Tabela 7 - Custo de quilômetro de terraço construído em 4500 hectares.	22
Tabela 8 - Estudo comparativo sobreposição no plantio	32
Tabela 9 - Redução do Consumos de Sementes de Algodão em 4500 hectares.	32
Tabela 10 - Estudo comparativo tempo de operação, consumo e manobras... 32	
Tabela 11 - Redução no de operação, consumo e manobras em 4.500 hectares.	33
Tabela 12 - Estudo comparativo distância percorrida, horas e combustível (Uma Entrada).....	34
Tabela 13 - Estudo comparativo distância percorrida, horas e combustível (29 entradas).	34
Tabela 14 - Estudo comparativo distância percorrida, horas e combustível (Área Total)	35

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	4
1.1	EROSÃO	5
1.1.1	Tipos de degradação do Solo	5
1.2	DECLIVIDADE.....	6
1.2.1	Influência	6
1.3	PRÁTICAS DE CONSERVAÇÃO SOLO	7
1.3.1	Métodos de controle da erosão	8
1.3.2	Nivelamento	8
1.3.3	Terraceamento	8
2	MATERIAL E METODOS	14
2.1	LEVANTAMENTO DOS DADOS ALTIMETRICOS	15
2.1.1	Dados Dos Pontos	15
2.1.2	Modelo Digital Do Terreno	16
2.1.3	Extração das Curvas de Nível	17
2.1.4	Sistematização das Curvas de Nível	17
2.2	VIABILIZAÇÃO DA SISTEMATIZAÇÃO DOS TERRAÇOS 20	
2.2.1	Comparativo dos Custos de Construção	21
2.3	LOCAÇÃO E CONSTRUÇÃO DOS TERRAÇOS.....	22
3	RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
3.1	COMPATIBILIDADE DAS MAQUINAS COM OS TERRAÇOS	26
3.2	COMPARATIVO DOS CENARIOS.....	30
3.2.1	Estudo Comparativo Sobreposição no Plantio	31
3.2.2	Redução do Consumos de Sementes de Algodão em 4.500 hectares.	32
3.2.3	Comparativo de Tempo da Operação, Consumo de	

Combustível e Manobras no Plantio	32
3.2.4 Redução no Tempo de Operação, Consumo de Combustível e Manobras em 4.500 ha no Plantio.	33
3.2.5 Distância Percorrida, Horas a Combustível naAplicação de Defencivos	33
3.2.6 Comparativo Distância Percorrida, Horas eCombustível (29 Entradas Talhão 137).	34
3.2.7 Comparativo Distância Percorrida, Horas eCombustível (Área Total Sistematizada 4.500 ha).	35
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
5 REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

A demanda mundial, por algodão, tem aumentado gradativamente desde a década de 1950, a um crescimento anual médio de 2%. O comércio mundial do algodão movimenta anualmente cerca de US\$ 12 bilhões (ABRAPA, 2020). O cultivo do Algodão de segunda safra ou safrinha vem ganhando muito espaço em relação ao cultivo do milho safrinha, principalmente nos últimos dez anos, por estar com valor de venda estável e com previsão de se manter assim por mais alguns anos, há produtores agrícolas que estão conseguindo fazer contratos de venda com até dois anos de antecedência, garantindo assim seu custo de produção empenhando menor percentagem de sua colheita, dando aos produtores de algodão boa margem de lucratividade, o que não está ocorrendo com o cultivo milho.

Segundo Paulo Sérgio Aguiar, presidente da Associação Mato-grossense dos Produtores de Algodão (Ampa), “há uns 15 anos, iniciou o plantio sequencial de soja precoce e algodão, em sistema de sucessão de culturas. São duas safras cheias! Não se fala em safrinha, que para nós é um termo equivocado e até pejorativo, já que temos batido recordes sucessivos de produtividade no grão e na pluma”, registra. “Mato Grosso é o Estado mais privilegiado nesse sistema de sucessão e isso inclusive dá um incremento na qualidade, já que nas regiões mais ao Norte, onde as chuvas se estendem por um período maior, a abertura das maçãs se dá num clima ideal”.

Aproveitando a boa condição de clima e rentabilidade os produtores estão expandindo o cultivo do algodão para áreas marginais com certa declividade, onde há necessidade de trabalhar com curvas de nível para evitar erosão, curvas essas que não são equidistantes, havendo arremates entre as mesmas. Como a cultura do algodão durante seu ciclo requer muitas operações de manejo, aplicações de fertilizantes e defensivos, nos arremates irão ocorrer sobreposições, maior número de manobras em cima da cultura causando pisoteio e amassamento, aumentando os custos de produção e diminuindo o rendimento operacional.

Assim o objetivo do presente trabalho foi definir técnicas para aumento do rendimento operacional e minimização de sobreposições na cultura do algodão na região do Sapezal -MT.

2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

1.1 EROSÃO

Erosão significa desgaste e é ela a responsável pela formação dos solos, sendo chamada de erosão geológica ou natural (CURI et al., 1993). No aspecto físico, a erosão é a realização de uma quantidade de trabalho no desprendimento do material de solo e no seu transporte (BAHIA et al., 1992). Porém, o problema ocorre quando o processo é acelerado pela ação antrópica e atinge níveis danosos ao meio ambiente. Com o incremento das atividades agropecuárias, houve o aumento de pressão pelo uso do solo, que tem sido feito de forma inadequada, gerando o que se pode chamar de erosão agrícola dos solos, que é o processo de desagregação e arrastamento das partículas de solo produzido pela ação da água das chuvas ou do vento. Com a erosão dos solos, além do empobrecimento pela perda de nutrientes e matéria orgânica e do próprio solo, ocorre, também, a contaminação dos recursos hídricos.

1.1.1 Tipos de degradação do Solo

1.1.1.1 Erosão hídrica

A erosão hídrica é perda de horizontes superficiais, deformação do terreno, movimento de massa, deposição. A erosão provocada pela ação da água. Ela faz parte do ecossistema e está relacionada com o escoamento superficial, que é uma das fases do ciclo hidrológico, correspondente ao conjunto de águas que, sob a ação da gravidade, movimenta-se na superfície do solo no sentido do seu pendente. A forma e a intensidade da erosão hídrica, embora estejam relacionadas com atributos intrínsecos do solo, são mais influenciadas pelas características das chuvas, da topografia, da cobertura vegetal e do manejo da terra, ocorrendo a interação de todos esses fatores.

As características das chuvas determinam o seu potencial erosivo, isto é, a capacidade de causar erosão. O potencial erosivo é avaliado em termos de erosividade, que é a medida dos efeitos de impacto, salpico e turbulência provocados pela queda das gotas de chuva sobre o solo, combinados com os da enxurrada, que transportam as partículas do solo (EMBRAPA, 1980).

1.1.1.2 Erosão eólica

Erosão eólica é perda de horizontes superficiais, deformação do terreno, movimento de massa, deposição.

1.1.1.3 Erosão Química

A erosão química é perda de nutrientes e/ou matéria orgânica, desbalanço de nutrientes, salinização, acidificação, poluição.

1.1.1.4 Erosão Física

A erosão física é compactação, selamento ou encrostamento superficial, inundação, aeração deficiente, excesso ou falta de água.

Biológica: redução da biomassa, redução da biodiversidade (HERNANI et al., 2002).

Vale ressaltar que, em ambientes tropicais e subtropicais, a principal causa da degradação do solo é a erosão hídrica e as atividades que contribuem para o aumento das perdas do solo. De acordo com estudos do ISRIC/UNEP, em parceria com a Embrapa Solos, 15% das terras do planeta já foram severamente degradados por atividades humanas. Dentre as formas mais comuns de degradação, destacam-se a perda da camada superficial (70%), a deformação do terreno (13%), a perda de nutrientes (6,9%) e a salinização (3,9) (HERNANI et al., 2002).

1.2 DECLIVIDADE

1.2.1 Influência

Devido à sua estreita associação com processos de transporte gravitacional (escoamento, erosão, deslizamento), a declividade do terreno é uma variável básica para a segmentação de áreas em praticamente todos os procedimentos de planejamento territorial.

A declividade é definida como o ângulo de inclinação (zenital) da superfície do terreno em relação à horizontal. Seus valores podem variar de 0° a 90°, embora seja mais comumente expressa em porcentagem. A classe usada no trabalho foi a da EMBRAPA, 1999.

Assim, a fim de avaliar os dados frente às características geomorfológicas da área, uma vez que se trata de uma área de relevo ondulado, aplicou-se uma avaliação dos MDEs diante dos valores de declividade.

Tabela 1 - Classes de Declividade.

Relevo:	Faixa (%)
Plano	0 - 3
Suave Ondulado	3 - 8
Ondulado	8 - 20
Forte Ondulado	20 - 45
Montanhoso	45 - 75
Escarpado	Acima de 75

Fonte: Valeriano & Rossetti, (2008).

1.3 PRÁTICAS DE CONSERVAÇÃO SOLO

O planejamento de práticas de conservação do solo é essencial para se obterem melhores rendimentos na exploração das culturas, visando obter o máximo rendimento da terra por unidade de área plantada, proporcionando o desenvolvimento socioeconômico do produtor rural, assim como a conservação dos recursos naturais da propriedade agrícola. A caracterização ambiental e o planejamento de uso das terras da propriedade devem ser feitos por técnicos atuantes na área agrícola.

É necessário ter em mente que a propriedade não é constituída somente por um tipo de solo e este não ocorre em apenas um tipo de relevo. Via de regra, a propriedade rural é dotada de terras planas, inclinadas, grotas, brejos etc. Por isso, a distribuição dos cultivos na propriedade é o ponto chave no planejamento conservacionista. Em consonância com a adequada distribuição dos cultivos, devem-se associar outras técnicas vegetativas e mecânicas, pois o planejamento conservacionista não é composto de técnicas isoladas, mas sim integradas, (MACEDO et al., 2009).

Embora possa parecer que as terras possuam características pedológicas semelhantes, é certo que essas características podem variar de área para área, dentro da mesma propriedade. Nesse caso, é necessário identificar essas diferentes áreas. O planejamento determinará as áreas mais apropriadas para o plantio de culturas anuais, perenes, pastagem e reflorestamento, entre outras e determinará as medidas

de controle à erosão a serem adotadas. Cada tipo de solo tem sua aptidão (RAMALHO; BEEK, 1994), isto é, os solos devem ser usados com culturas mais adequadas a sua capacidade de uso.

A caracterização ambiental consiste, essencialmente, em:

- Reconhecimento e levantamento topográfico da área a ser explorada;
- Levantamento e anotações das informações básicas a respeito das características principais dos solos e hidrologia;
- Reconhecimento das características da flora para preservá-la em locais a serem estudados em função dos levantamentos anteriores;
- Mapeamento da área.

As principais características dos solos que devem ser levantadas são: profundidade efetiva, textura, permeabilidade, reação do solo (alcalinidade ou acidez), teor de matéria orgânica, inclinação, grau de erosão e uso atual.

1.3.1 Métodos de controle da erosão

Os dois fatores que concorrem diretamente para a erosão do solo são a declividade do terreno e o volume e intensidade da precipitação. Os diversos métodos de conservação do solo visam reduzir/evitar a ação da água da chuva sobre o terreno.

1.3.2 Nivelamento

O nivelamento de uma vertente é imprescindível em trabalhos de conservação do solo, pois, através dele, podem-se determinar as diferenças de altitude entre dois ou mais pontos consecutivos, o que permitirá o cálculo da inclinação ou pendente (declividade) do terreno. Determina-se a pendente através de métodos expeditos ou por processos de precisão.

1.3.3 Terraceamento

Para se controlar o escoamento superficial, nem sempre são suficientes as técnicas de aumento da cobertura vegetal e da infiltração, principalmente quando ocorrem chuvas de grande intensidade, havendo necessidade de procedimentos para reduzir a velocidade e a capacidade de transporte através de barreiras mecânicas e,

às vezes, até obras de engenharia, como terraços, canais escoadouros ou divergentes, bacias de captação de águas pluviais, barragens etc. (BERTOLINI; LOMBARDI NETO, 1994).

Terraceamento é um dos métodos de conservação do solo mais antigos e, também, dos mais utilizados, que visa reduzir a velocidade da água das chuvas erosivas que escorrem sobre o terreno. É um método mecânico, que visa formar obstáculos físicos e parcelar o comprimento de rampa, possibilitando, assim, a redução da velocidade e subdividindo o volume do deflúvio superficial, aumentando a infiltração da água no solo. Os terraços visam, também, disciplinar o escoamento das águas até um leito estável de drenagem natural ou artificial.

1.3.3.1 Espaçamento entre Terraços

Em função das características de solo, topografia, condições climáticas, cultura a ser implantada, sistema de cultivo e disponibilidade de maquinário, define-se o tipo de terraço que melhor atenderá a cada gleba, buscando-se eficiente controle da erosão, sem causar transtornos ao agricultor durante as operações agrícolas.

As características físicas do solo, a declividade e a intensidade da precipitação determinam se o terraço será de infiltração (em nível) ou com gradiente (em desnível).

A declividade do terreno é fator determinante na largura da faixa de movimentação de terra (terraço de base estreita, média ou larga) e na definição se o terraço será do tipo comum ou patamar (acima de 18% de declividade, recomenda-se a construção de terraço do tipo patamar).

A quantidade, intensidade e distribuição das chuvas são fatores fundamentais no volume do deflúvio superficial, que por sua vez deve ser levado em consideração no dimensionamento da capacidade de retenção e condução de água, assim como no espaçamento entre terraços.

As culturas e o sistema de cultivo se relacionam diretamente com a intensidade de mecanização, que orientará na escolha do terraço de base estreita, média ou larga.

As máquinas e implementos disponíveis, assim como a situação financeira do agricultor, condicionam o tipo de terraço em função da maior ou menor capacidade de movimentação de terra.

É importante que o terraço seja construído com capacidade e segurança para reter o excedente das águas pluviais, para posteriormente ela se infiltrar ou na condução disciplinada das águas do deflúvio superficial, independente da sua forma. Os terraços devem receber manutenção periódica, como a limpeza do canal e do camalhão.

Para que o sistema de terraceamento funcione com plena eficiência, é necessário o correto dimensionamento, tanto no que diz respeito ao espaçamento entre terraços, como em relação a sua seção transversal. O espaçamento entre terraços é calculado em função da capacidade de infiltração de água pelos solos, da resistência que o solo oferece à erosão, do uso e manejo do solo, enquanto a seção transversal deve ser dimensionada em função do volume de água possível de ser escoada pela superfície do terreno situada imediatamente acima do terraço. Das águas pluviais que caem na superfície do solo, parte se infiltra e o excedente escoado pela superfície, sendo recolhida pelo terraço. Se em nível, este deverá reter todo o volume de água escoada para posterior infiltração (MACEDO et al., 2009).

1.3.3.2 Cálculo do espaçamento entre terraços

Novas tabelas para o cálculo do espaçamento dos terraços foram desenvolvidas em função do efetivo controle da erosão, representando avanço por estarem apoiadas em dados de pesquisas sobre perdas por erosão de solo e água. As novas tabelas consideram a cobertura vegetal proporcionada pela época de ocorrência das chuvas (início ou fim do cultivo), os sistemas de preparo do solo e o manejo de restos culturais, além da erodibilidade de classes de solos identificadas em levantamentos pedológicos recentes (BERTOLINI, et al., 1994).

A equação usada para determinar o espaçamento vertical entre terraços é:

$$EV = 0,4518 * K * D^{0,58} * \frac{(u + m)}{2}$$

Onde:

EV = espaçamento vertical entre terraços, em metros;

D = declive do terreno, em porcentagem;

K = índice variável para cada tipo de solo;

u = fator de uso do solo;

m = fator de manejo do solo (preparo do solo e manejo dos restos culturais).

Para a organização da tabela de espaçamento de terraços utilizando a equação apresentada, foram adotados critérios referentes ao solo, uso da terra, preparo do solo e manejo dos restos culturais e declividade, que serão detalhados a seguir.

1.3.3.2.1 Solos

Estabeleceram-se quatro grupos de solos, de acordo com qualidades e características (Quadro 1), com respectivos índices a serem utilizados na fórmula para a determinação do espaçamento entre terraços.

Tabela 2 - Agrupamento de solos segundo suas qualidades, características e resistência à erosão e seus respectivos índices.

Grupo de resistência à erosão	Principais Características					
	Profundidade	Permeabilidade	Textura	Razão Textural	Grandes Grupos de Solos	Índice k
A alto	muito profundo (>2,0m) ou profundo (1 a 2m)	rápida/rápida moderada/rápida	média/média m. arg. /m. arg. argilosa/arg	< 1,2	LR, LE, LV, LH, LVr, LVt, Lea e LVa	1,25
B moderado	profundo	rápida/rápida rápida/moderada	arenosa/média arenosa/argilosa média/argilosa argil./m. argilosa	1,2 a 1,5	PLn, TE, PVls, R, RPV, RLV, Lea e LVa	1,10
C baixo	profundo moderadamente profundo	lenta/rápida lenta/moderada rápida/moderada	arenosa/média ** média/argilosa ** arenosa/argilosa arenosa/m. arg.	>1,5	Pml, PVp, PVls, PC e M.	0,90
D muito baixo	moderadamente profundo	Rápida/moderada ou lenta/lenta	muito variável	muito variável	Li-b, Li-ag, gr, Li-fi, Li-ac, e PVp (rasos)	0,75

*Média da porcentagem de argila do horizonte B (excluindo B3) sobre a média da porcentagem de argila de todo horizonte. ** Somente com mudança textural abrupta entre os horizontes A e B. *** Somente aqueles com horizonte A arenoso.

1.3.3.2.2 Uso da terra

Resultados de pesquisas têm mostrado que as diferentes culturas anuais apresentam efeitos diversos nas perdas de solo e água por erosão. Isso demonstra

que cada cultura, devido à densidade de cobertura vegetal e do sistema radicular, influi diretamente no processo erosivo.

Com base nos dados de pesquisa relativos à intensidade de perdas de solo e água, as principais culturas foram reunidas em sete grupos, recebendo cada grupo um índice a ser utilizado como fator de uso da terra na equação.

Tabela 3 - Grupo de culturas e seus respectivos índices.

Grupo	Culturas	Índice "U"
1	feijão, mandioca e mamona	0,50
2	amendoim, algodão, arroz alho, cebola, girassol e fumo	0,75
3	soja, batatinha, melancia, abóbora, melão e leguminosas para adubação verde	1,00
4	milho, sorgo, cana-de-açúcar, trigo, aveia, centeio, cevada, outras culturas de inverno e frutíferas de ciclo curto, como o abacaxi	1,25
5	banana, café, citros e frutíferas permanentes banana, café, citros e frutíferas permanentes	1,50
6	pastagens e/ou capineiras	1,75
7	reflorestamento, cacau e seringueira	2,00

Outras culturas, não citadas no Quadro 2, deverão ser enquadradas nos grupos em função da semelhança da intensidade de cobertura vegetal do sistema radicular.

1.3.3.2.3 Preparo do solo e manejo dos restos culturais

A tabela antiga utilizada para determinação do espaçamento entre terraços não considerava o sistema de preparo do solo e o manejo dos restos culturais, sendo, conforme já ressaltado, uma das principais causas do insucesso na utilização do terraceamento.

Os diferentes tipos de manejo de restos culturais e os equipamentos mais comuns usados na agricultura foram reunidos em cinco grupos, recebendo, cada um, um índice que será utilizado como fator de uso do solo e manejo dos restos culturais na equação de espaçamento de terraços.

Tabela 4 - Grupo de preparo de solo e manejo de restos culturais e seus índices.

Grupos	Preparo primário	Preparo secundário	Restos culturais	Índices
1	Grade aradora (ou pesada) ou enxada rotativa	Grade niveladora	Incorporados ou queimados	0,50
2	Arado de disco ou aiveca	Grade niveladora	Incorporados ou queimados	0,75
3	Grade leve	Grade niveladora	Parcialmente incorporados com ou sem rotação de culturas	1,00
4	Arado escarificador	Grade niveladora	Parcialmente incorporados com ou sem rotação de culturas	1,50
5	Inexistente	Plantio sem revolvimento do solo, roçadeira rolo-faca, herbicidas (plantio direto)	Superfície do terreno	2,00

Obs.: caso o tipo de preparo do solo e manejo dos restos culturais não tenha sido mencionado, procurar enquadrá-lo no grupo mais semelhante.

2 MATERIAL E METODOS

A sistematização das curvas de nível foi realizada na Fazenda Tucunaré, no município de Sapezal no estado de Mato Grosso, teve os comparativos iniciais na entressafra cultura da soja, na safra 2018/2019 e sua consolidação na safra 2019/2020. As coordenadas geográficas do local são latitude 13°29'S e longitude 58°54'O, a altitude da área é 570 m. O manejo nos últimos anos foi o sistema de plantio direto, onde cultivava-se soja safra e milho safrinha posteriormente. O clima da região é tropical, no inverno tem pouca pluviosidade e o verão é chuvoso, segundo Köppen e Geiger é classificado como Aw, com temperatura média anual de 22,8 °C, tendo uma pluviosidade média anual de 1939 mm. O tipo de solo da região é Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico, segundo o SiBCS, 1999.

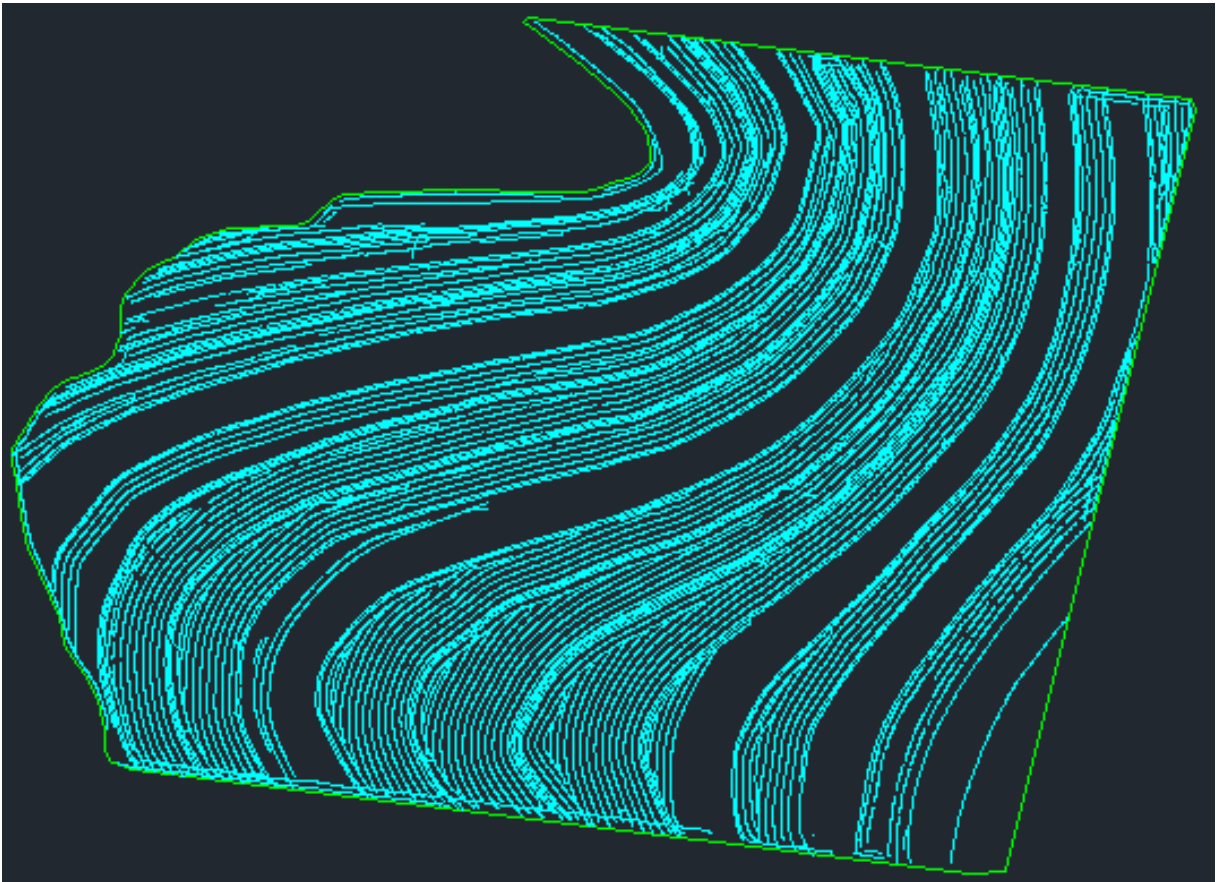
Objetivando sistematizar as curvas de nível de uma maneira nova, reduzindo sobreposições, os métodos tradicionais de demarcação com nível de precisão, ou outros tipos de níveis usados geralmente em topografia, não foram utilizados. Sendo assim, o levantamento topográfico foi extraído dos dados altimétricos provenientes dos mapas de cobertura do piloto automático da operação Plantio da Soja realizada com trator John Deere 8320R, equipado com monitor GS3 2630, através de sinais verticais de GPS calculados a partir dos receptores StarFire 3000 com sinal RTK, que possui alta precisão, cerca de 2,5 cm. O receptor tem integrado um módulo de compensação de terreno que faz correção na dinâmica da máquina como rolar e inclinar em encostas laterais, terreno irregular ou condições de solo diferentes. Os mapas de cobertura possuem pontos geolocalizados gravados durante a operação a cada 1,5 a 2 metros de distância um do outro. Os pontos possuem informações de data, hora, Latitude, Longitude, Altitude, tipo de sinal e velocidade.

Após da operação do plantio da soja concluída na área, os dados mapas de cobertura foram exportados do monitor do piloto automático, e importados no software AgroCAD, que tem como base o AutoCAD Civil 3D. No AgroCAD com os pontos obtidos gerou-se o Modelo Digital do Terreno, MDT, do MTD foram extraídas as curvas de nível.

2.1 LEVANTAMENTO DOS DADOS ALTIMÉTRICOS

Os dados altimétricos foram levantados de todos talhões da fazenda, no exemplo abaixo (Figura 1) estão os dados do talhão 137, são mais de 100000 pontos coletados por talhão e importados no Software Agrocad:

Figura 1 - Pontos com dados altimétricos Talhão 137.

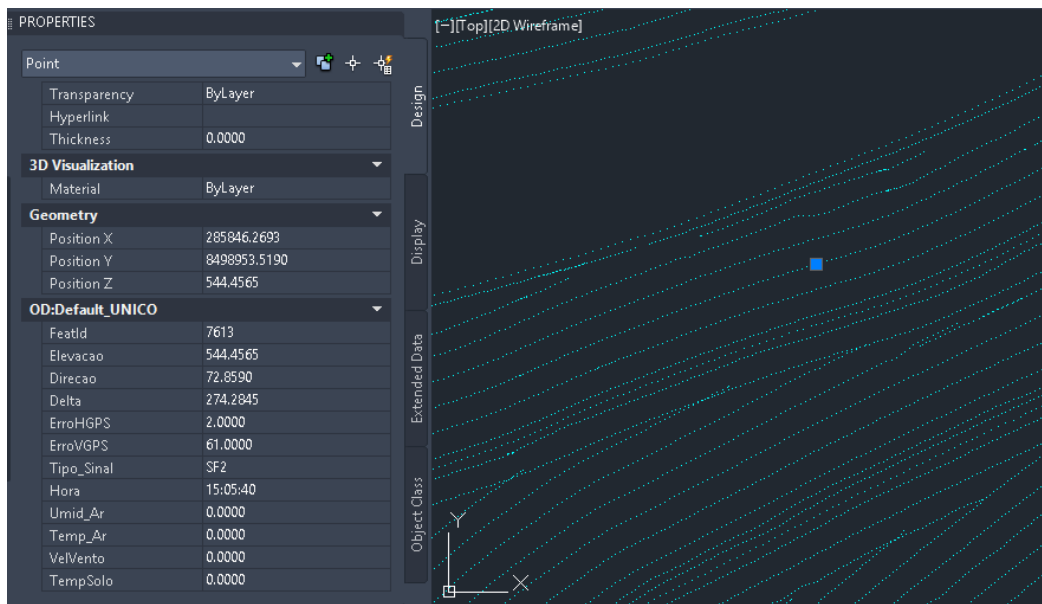


Fonte. Software AgroCAD.

2.1.1 Dados Dos Pontos

Cada um dos mais de 100.000 pontos coletados por talhão, possui os dados de Latitude, Longitude e Altitude, com que são necessários para interpolação na geração do Modelo Digital do Terreno (MDT). Dados de um ponto do talhão 137 (Figura 2).

Figura 2 - Propriedades dos pontos oriundos GS3.

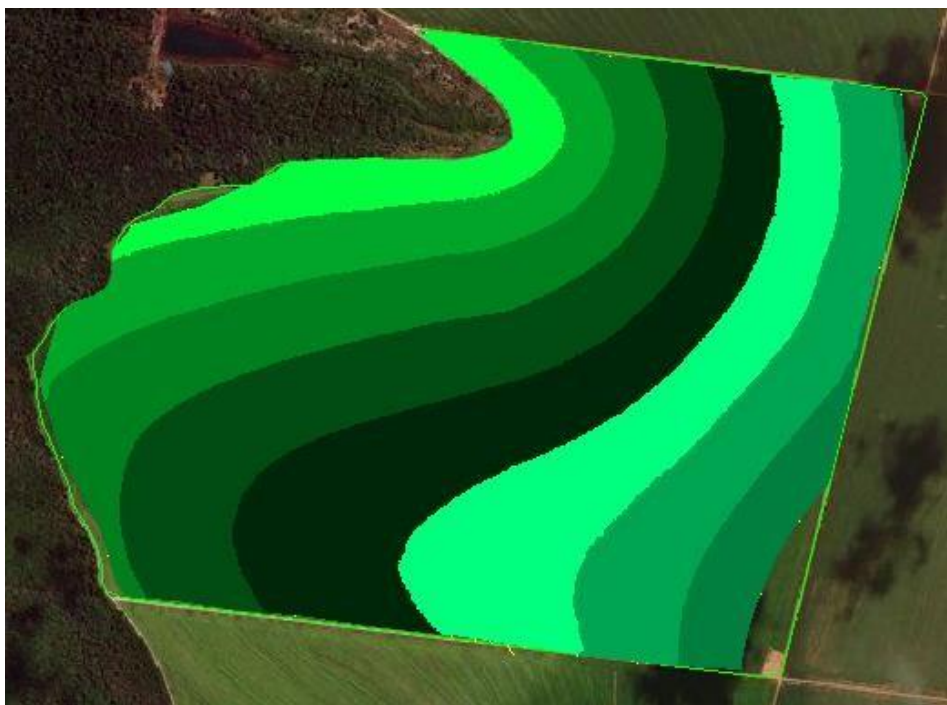


Fonte. Software AgroCAD.

2.1.2 Modelo Digital Do Terreno

A partir dos dados dos pontos foi gerado o MDT no AgroCAD (Figura 3), de todos talhões com declividade acima de 0,5%.

Figura 3 - Modelo Digital do Terreno (MDT), talhão 137.

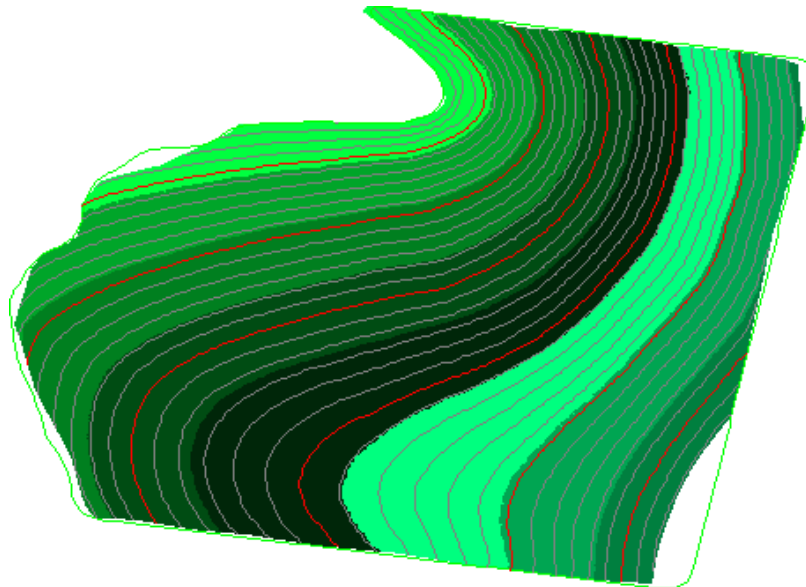


Fonte. Software AgroCAD.

2.1.3 Extração das Curvas de Nível

A partir do MDT foi realizado a extração das curvas de nível (Figura 4), que pode ser feito com o espaçamento que for necessário, calculado através dos dados do tipo de solo, uso da terra e sistema de preparo do solo e o manejo dos restos culturais, e sistematizando em relação ao tamanho dos equipamentos:

Figura 4 - Curvas de nível, talhão 137.



Fonte. Software AgroCAD.

2.1.4 Sistematização das Curvas de Nível

Planejando a sistematização, foi levado em conta os tamanhos de implementos usados no plantio do algodão da unidade em questão, para se obter a distância ideal entre as curvas, com o intuito de reduzir sobreposição e poder usar no plantio mais de uma opção de plantadeira, conforme a disponibilidade das equipes no momento. Então foram consideradas, cinco passadas da plantadeira de 18 linhas de algodão ou três passadas da plantadeira de 30 linhas de algodão, totalizando 90 linhas. As plantadeiras de 30 linhas até então não eram possíveis serem utilizadas nestas áreas de curvas sem ser realizada a sistematização, devido ao seu tamanho em relação ao espaçamento e formato das curvas existentes.

Sendo o espaçamento do algodão 0,762 m e com mais 0,86 m de margem de segurança, temos:

$$\text{ENTRE CURVAS} = 5 \cdot (18 \cdot 0,762) + 0,86 = 69,44 \text{ metros}$$

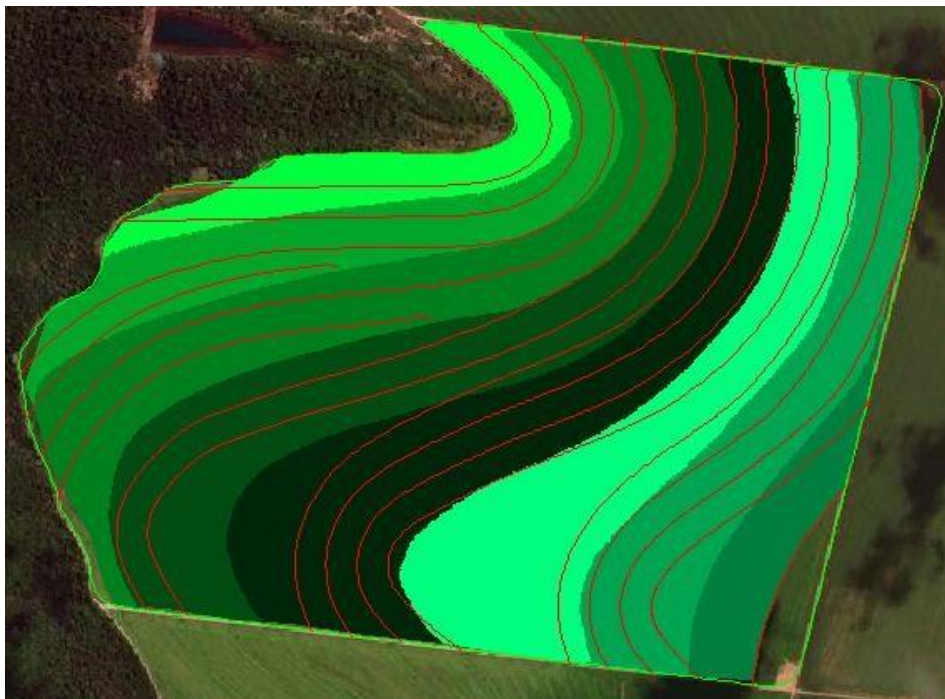
Ou,

$$\text{ENTRE CURVAS} = 3 * (30 * 0,762) + 0,86 = 69,44 \text{ metros}$$

Com o MDT pronto e o espaçamento entre curvas definidos, no AgroCAD foram feitos deslocamentos paralelos (OFFSET's), a partir da curva de nível que permitiu obter-se o maior número de OFFSET's possível, sem risco de erosão, gerando-se maior quantidade de terraços paralelos sem arremates entre os mesmos. O conhecimento da área, bem como, a utilização do recurso análise de inclinação do terreno e simulação de escoamento de chuva, disponível no AgroCAD, são indispensáveis na sistematização, pois serviram como parâmetro na decisão de prosseguir ou não com os deslocamentos e assim evitar que a água escoe pela base dos terraços e acumule em pontos específicos passando por cima dos mesmos, causando erosão.

A sistematização foi realizada talhão por talhão, pois cada um tem topografia com particularidades próprias, representadas em seu MDT, no talhão 137 usado como exemplo (Figura 5), do lado norte do talhão as curvas são todas paralelas, sem ocorrer sobreposições nas operações, no lado sul, para não haver erosão, devido a diferenças no MDT, a cada 4 curvas paralelas a próxima teve que voltar ao nível. Após feito os deslocamentos paralelos, finalizou-se as curvas com virgulas próximo dos carregadores, (puxando de cerca de 1 metro de nível terreno acima) para direcionar a água oriunda dos carregadores entre os talhões para dentro das curvas de nível.

Figura 5 - Curvas sistematizadas, talhão 137.

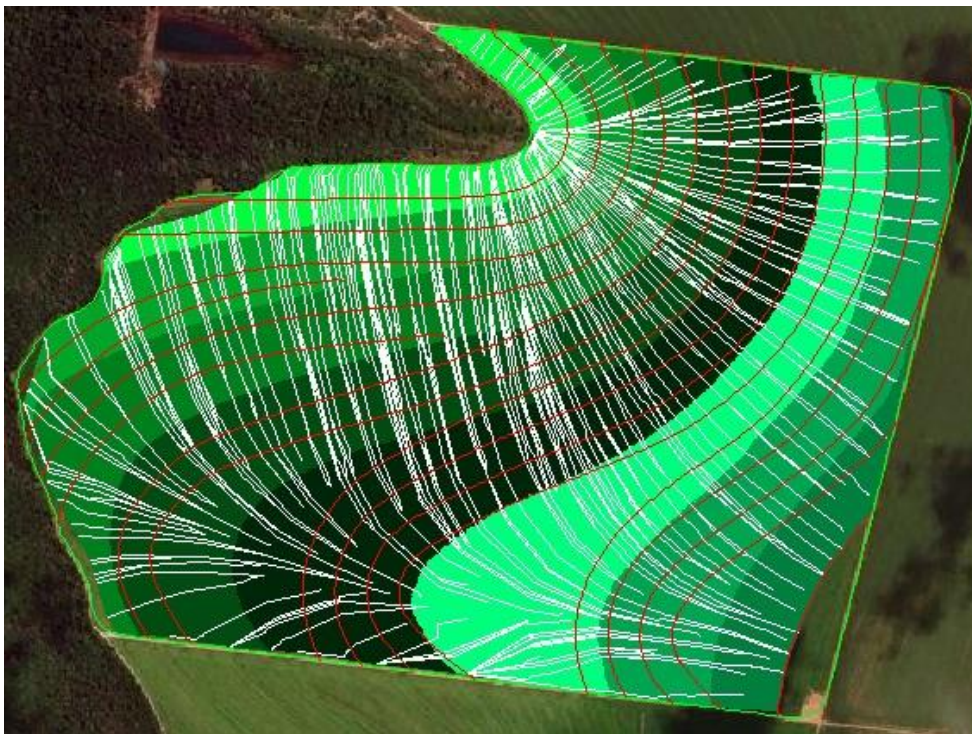


Fonte. Software AgroCAD.

2.1.4.1 Simulação de Chuva

Recurso disponível no AgroCAD, a simulação de chuva, feito a partir do Modelo Digital do Terreno, simula a direção do escoamento das águas da chuva, foi usado para verificar e garantir que as curvas mesmo tiradas em parte do nível continuam perpendiculares ao escoamento das águas da chuva, para não ocorrer pontos com acúmulo de água, onde a água acumulada pode transbordar por cima dos terraços e ocorrer erosão.

Figura 6 - Simulação de Chuva nas curvas sistematizadas, talhão 137

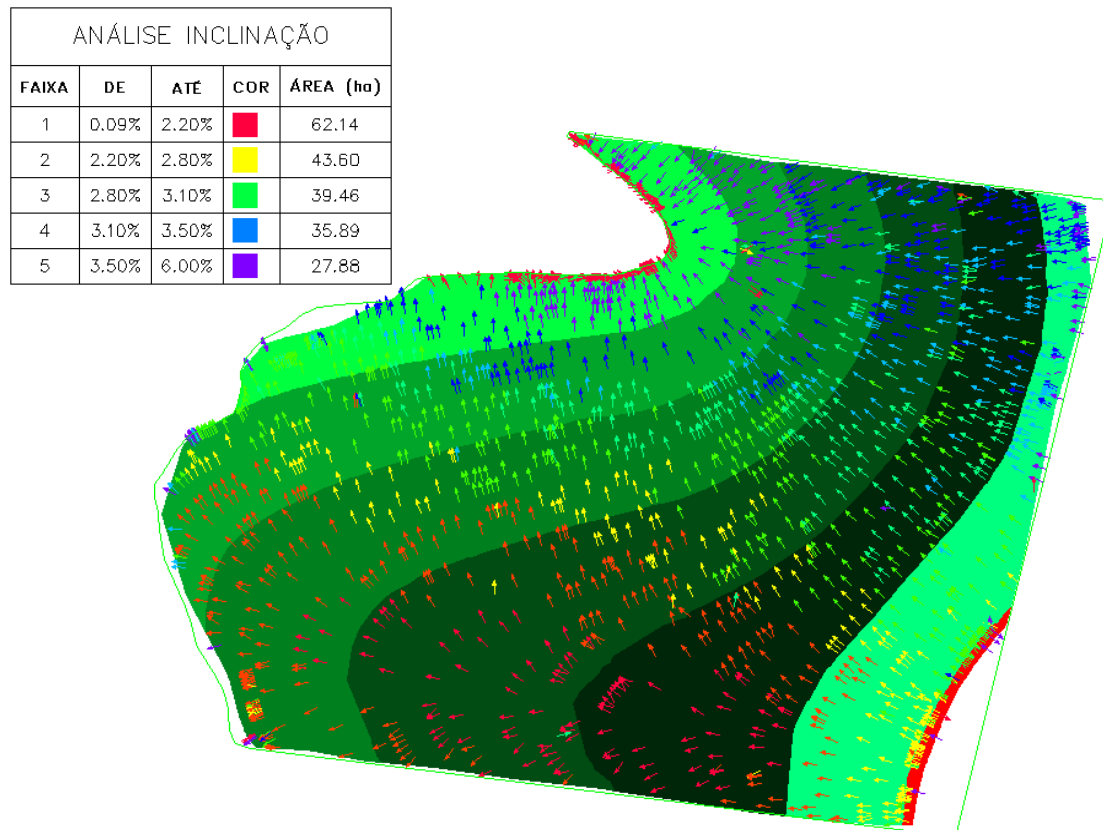


Fonte. Software AgroCAD.

2.1.4.2 Análise de Inclinação

Na análise de inclinação, recurso disponível no AgroCAD gerado com os dados do MDT, verificasse os locais com maior inclinação através de setas no MDT com as porcentagens e direção da inclinação do terreno, as setas indicam por cores a porcentagem de inclinação, confirmando quais espaçamentos podem ser usados entre as curvas. Análise de inclinação do talhão 137 (Figura 7).

Figura 7 - Análise de Inclinação, talhão 137.



Fonte. Software AgroCAD.

2.1.4.3 Exportação das Curvas para Piloto Automático

Após realizar todas as análises para garantir que não há risco de erosão, os planejamentos das curvas sistematizadas foram convertidos em planejamentos de linhas, sendo exportados do AgroCAD e inseridos talhão a talhão no monitor GS3 do piloto automático do Trator com o implemento terraceador de base larga (34 discos) conforme a operação de locação e levantamento de terraços ia sendo desenvolvida no campo.

2.2 VIABILIZAÇÃO DA SISTEMATIZAÇÃO DOS TERRAÇOS

Por se tratar de um projeto envolvendo alto custo e a viabilização operacional para expansão de uma área de 4.500 hectares de plantio de algodão, sem perda de área, foi necessário fazer um comparativo de custos, para aprovação do projeto. Foi desmanchado os terraços em nível e construído em meia base sistematizado 4 terraços, no total de 5,52 quilômetros no talhão161. No talhão 162,

reformado 4 terraços no total de 5,25 quilômetros, mantendo em nível no formato base larga amentando sua largura para 14 metros possibilitando o plantio de pelo menos 6 linha de algodão em cada lateral do terraço. Divido as diferenças de topografia entre os talhões variando a quantidade de terraços por hectare os custos foram mensurados em quilômetros e não em hectare.

2.2.1 Comparativo dos Custos de Construção

Realizado a construção do comparativo foi levantado todos os custos, repassado os mesmos para diretoria e acionistas da empresa aprovarem o projeto.

Fazer a sistematização com terraços em meia base o custo por quilometro de terraço construído ficou R\$ 2.917,98 (Tabela 5), somente reformando os terraços o custo por quilometro ficou R\$ 1.949,40 (Tabela 6). Fazer a sistematização em toda área aumentava os custos em R\$ 336.530,31 (Tabela 7), mesmo assim a diretoria e os acionistas após analisarem os custos e irem in loco verificar como ficou a sistematização, aprovaram o projeto, pois sem sistematizar e construir em meia base, a área de expansão da cultura do algodão diminuiria 700 hectares, devido a inclinação dos terraços impossibilitar a colheita nos mesmos, não permitindo também o uso de plantadeira e colhedoras de maior porte. Na figura 8, exemplo de terraço que ficou falhas no plantio e a parte plantada no foi possível ser colhida.

Figura 8 - Algodão sem colher em terraço base larga.



Fonte. Arquivo pessoal.

Na tabela 5, estão os equipamentos usados para desmanchar os terraços em nível e construir os terraços meia base sistematizados, bem com seus respectivos tempos e os custos por hora, para formar o custo por quilometro da construção.

Tabela 5 - Custo de construção por quilômetro de terraço meia base.

Atividade	Horas	R\$/h	Total
Grade	0,7	159,92	114,64
Plaina	2,2	160,08	344,26
Terraceador	4,9	190,01	926,21
Marcar corte	2,5	95,5	238,75
Pá carregadeira	4,3	125,36	539,18
Motoniveladora	6,5	116,144	754,94
Valor gasto por km terraço meia base			2.917,98

Fontes: SAP e GEO Agrícola.

Na tabela 6, estão os equipamentos usados para enlargar os terraços base larga em nível, bem com seus respectivos tempos e os custos por hora, para formar o custo por quilometro de reforma.

Tabela 6 - Custo de reforma por quilômetro de terraço 14 metros.

Atividade	Horas	R\$/h	Total
Terraceador	5,9	190,01	1.113,67
Enlargar	6,7	125,36	835,73
Valor gasto por km terraço 14 metros			1.949,40

Fontes: SAP e GEO Agrícola.

Na tabela 7, está o comparativo dos custos de construção entre sistematização e reforma da área total, 4.500 hectares. Como na sistematização altera o formato dos terraços, a quantidade de quilômetros de terraços é menor do que os que estão em nível.

Tabela 7 - Custo de quilômetro de terraço construído em 4500 hectares.

Atividade	Km	R\$/km	Total
Sistematização	498,8	2.917,98	R\$ 1.455.487,66
Reforma	574,0	1.949,40	R\$ 1.118.957,35
Diferença			R\$ 336.530,31

Fontes: SAP e GEO Agrícola.

2.3 LOCAÇÃO E CONSTRUÇÃO DOS TERRAÇOS

Para construir os novos terraços foi necessário primeiro desmanchar os antigos, nesta operação utilizou-se o conjunto de trator tracionando uma plaina

niveladora (Figura 9), após um a gradagem pesada ter sido feita na mesma para facilitar a operação.

Figura 9 - Trator com plaina acoplada.



Fonte. Arquivo pessoal.

Na construção dos terraços o trator com o terraceador (Figura 10), no piloto automático com precisão de 2,5 cm, locava e levantava os terraços sistematizados, em base larga, usando os planejamentos de linhas das curvas sistematizadas exportados do AgroCAD.

Figura 10 - Trator com terraceador, levantando terraços sistematizados.



Fonte. Arquivo pessoal.

Outro trator com uma grade de engate 3 pontos (Figura 11), fazia o corte marcando a frente do terraço meia base, para orientação das pás carregadeiras, dando para os operadores das mesmas a linha correta de corte e movimentação da terra não perdendo o paralelismo entre as curvas, garantindo assim que o planejamento das 90 linhas de algodão do projeto seja mantido.

Figura 11 - Trator com grade cortando terraço meia base.



Fonte. Arquivo pessoal.

As pás carregadeiras então seguindo o corte feito, movimentam a terra da frente do terraço para cima do mesmo (Figura 12), para posteriormente a motoniveladora fazer o acabamento dando a forma final de terraço meia base.

Figura 12 - Pá carregadeira movimentando terra.



Fonte. Arquivo pessoal

Após as carregadeiras movimentarem a terra para cima do terraço a motoniveladora inicia o acabamento dando a forma ao terraço (Figura 13).

Figura 13 - Pás carregadeiras e motoniveladora.



Fonte. Arquivo pessoal

Na figura 14 a motoniveladora está fazendo o acabamento no terraço deixando o mesmo no formato meia base.

Figura 14 - Motoniveladora fazendo acabamento dos terraços meia base.



Fonte. Arquivo pessoal

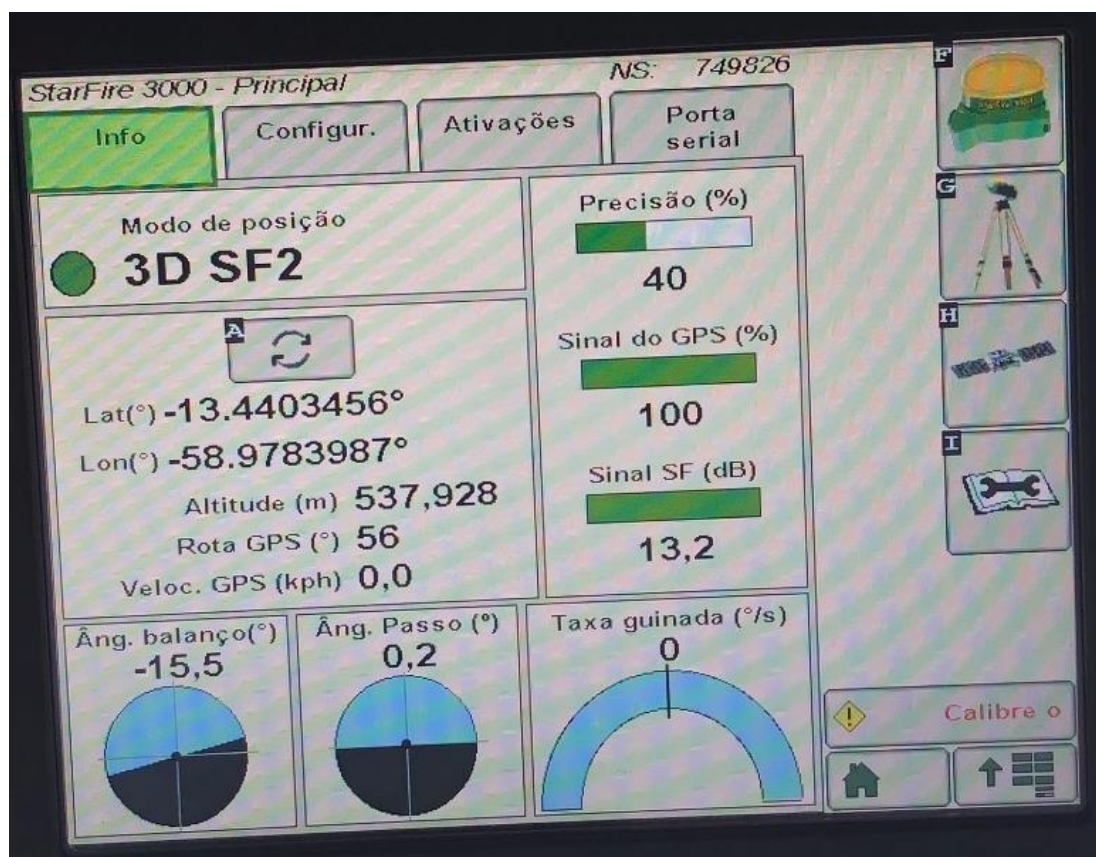
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 COMPATIBILIDADE DAS MAQUINAS COM OS TERRAÇOS

Após construído os dois tipos de terraços, antes de seguir com o projeto, levou-se as máquinas ao talhão para fazer os testes de compatibilidade de inclinação, principalmente com a colhedora de algodão, pois a mesma no momento de ejetar o fardo do formador de rolos redondos atinge altura de 9 metros.

No teste do terraço base larga (figura 16) a máquina chegou a inclinar até $15,5^\circ$, valor este informado no ângulo de balanço do compensador de terreno do receptor de sinal de satélite do piloto automático (Figura 15), impossibilitando assim o trabalho com a mesma.

Figura 15 - Informações de trabalho no monitor GS3.



Fonte. Arquivo pessoal

A figura 16 mostra no visual colhedeira de algodão no terraço base larga com a inclinação de $15,5^\circ$, indicada pelo compensador de terreno do receptor de sinal de satélite do piloto automático.

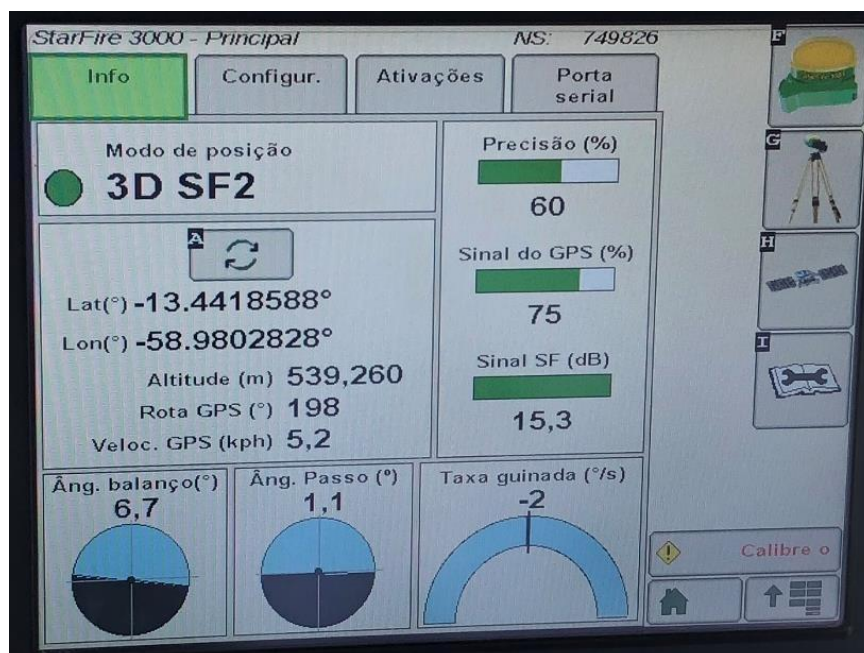
Figura 16 - Colhedora de Algodão no terraço base larga.



Fonte. Arquivo pessoal

No teste do terraço meia base (figura 18) sistematizada o ângulo máximo de inclinação indicada pelo compensador de terreno chegou a $6,7^\circ$ (Figura 17), podendo assim a colhedeira trabalhar normalmente.

Figura 17 - Informações de trabalho no monitor GS3.



Fonte. Arquivo pessoal

A figura 18 mostra no visual colhedeira de algodão no terraço meia base com a inclinação de $6,7^\circ$, indicada pelo compensador de terreno.

Figura 18 - Colhedora de Algodão em cima terraço meia base.



Fonte. Arquivo pessoal

Os testes de inclinação foram realizados nas costas e na frente do terraço (Figura 19). Foi medido também a distância onde deveria ficar a primeira linha do algodão, para evitar queda ou abalroamento da colhedora no terraço.

Figura 19 - Colhedora de Algodão embaixo terraço meia base.



Fonte. Arquivo pessoal

Prosseguiu-se o teste com a plantadeira que planta o algodão com 18 linhas (figura 20), sendo que antes da sistematização, parte dos talhões não havia possibilidade da mesma plantar todos terraços, havendo a necessidade de uma plantadeira menor para plantar. No teste foi verificado que a plantadeira poderá plantar os terraços sistematizados.

Figura 20 - Conjunto trator e semeadora em terraço meia base.



Fonte. Arquivo pessoal

E por fim, testou-se colhedora de soja, com plataforma de 40 pés (12,19 metros) de largura, equipamentos esses de alto rendimento, que sem a sistematização não teriam a menor possibilidade de trabalhar nestas áreas. O rendimento com as colhedeiras menores que era possível trabalhar nessas áreas até então, era 2,86 ha

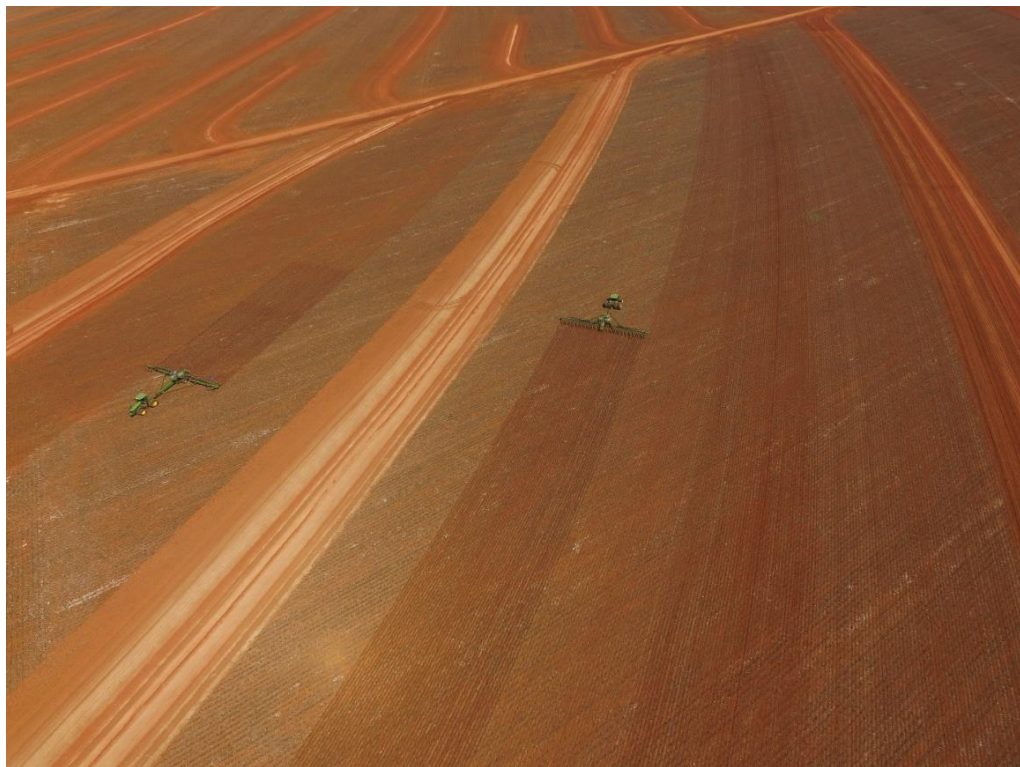
Figura 21 - Colhedora de grãos em cima do terraço meia base.



Fonte. Arquivo pessoal

Outro ganho de rendimento após a sistematização foi a viabilidade de plantio nesses talhões com Plantadeira DB74, 45 linhas de espaçamento 0,5 m, largura total de 22,5m para plantio de soja e 30 linhas de espaçamento 0,762 m com largura total de 22,86 m para plantio de algodão. O rendimento com as plantadeiras menores que era possível trabalhar nessas áreas até então, era 3,40 ha h⁻¹, passou para 10,76 ha h⁻¹.

Figura 22 - Plantio com plantadeira DB74.



Fonte. Arquivo pessoal

3.2 COMPARATIVO DOS CENARIOS

Para fazer os comparativos de sobreposição, distância percorrida, tempos e quantidades de manobras e combustível gasto pelas máquinas nas operações, foi utilizado o software AgroCAD, que possui várias ferramentas destinadas para fazer comparativos de cenários.

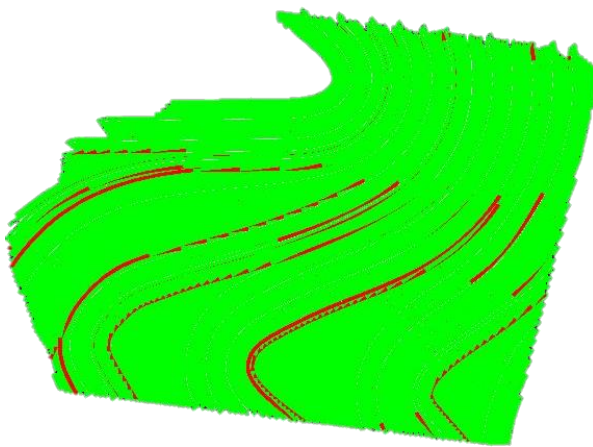
A análise de cenários de plantio antes mesmo de executá-los é uma ferramenta muito importante de auxílio para o agricultor, pois traz para ele uma melhor visão de como executar o plantio de maneira eficaz, reduzindo custos e aumentando o desempenho (Nardo, 2015).

3.2.1 Estudo Comparativo Sobreposição no Plantio

Importou se então para o AgroCAD os dados dos mapas de cobertura dos monitores de piloto automático e da telemetria Otmisnet embarcada nas máquinas, da safra 2019/2020 e o realizado até o momento nesta safra 2020/2021. Os comparativos foram feitos com os dados da cultura da soja, pois até o momento não havia algodão nas áreas em questão. No comparativo de sobreposição no plantio da soja da safra 2019/2020 (Figura 24) com as curvas no formato original em nível e o plantio da safra atual 2020/2021 (Figura 23) com curvas sistematizadas, talhão 137, de 217,77 ha. Nesse comparativo de cenários o AgroCAD, colori de verde onde não há sobreposição e vermelho há sobreposição, e faz o cálculo da área sobreposta para cada cenário. A sobreposição no cenário com as curvas em nível era de 55,5 ha, 25,49 %, no cenário sistematizado passou para 9,95 há, 4,57%.

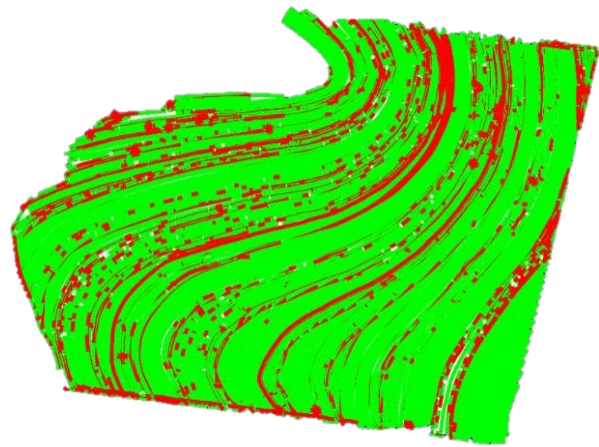
Curvas Sistematizadas 9,95 ha
de sobreposição.

Figura 24 - Curvas Sistematizadas.



Curvas Originais 55,5 ha de
sobreposição.

Figura 23 - Curvas Originais em nível.



Comparativo gerado no AgroCAD.

	PLANTIO
	SOBREPOSIÇÃO

Com os dados comparativos de sobreposição dos 2 cenários do talhão 137, com e sem sistematização, calculou se a redução do consumo de sementes (Tabela 8), levando em consideração o consumo médio da variedade usada nestas áreas. A redução do consumo de sementes foi de 637,7 kg no talhão 137. Por ser uma cultura com custo de semente elevado (R\$ 68,98 Kg⁻¹ para variedade a ser usada) a redução neste talhão foi de R\$ 43.986,00.

Tabela 8 - Estudo comparativo sobreposição no plantio.

ESTUDO DA SISTEMATIZAÇÃO					
CENÁRIO	SOBREPOSIÇÃO	SEMENTES (kg ha ⁻¹)	CONSUMO TOTAL (kg)	CUSTO (R\$/kg sem)	CUSTO TOTAL
CURVAS ORIGINAIS	55,5	14**	777	R\$ 68,98*	R\$ 53.594,35
CURVAS SISTEMATIZADAS	9,95	14**	139,3	R\$ 68,98 *	R\$ 9.608,36
DIFERENÇA	-45,55	-	-637,7	-	-R\$ 43.986,00

*Valor da semente usada nessas áreas, R\$ 68,98. Fontes SAP e GEO Agrícola.

**Consumo 14 kg de sementes ha⁻¹

3.2.2 Redução do Consumos de Sementes de Algodão em 4.500 hectares.

Com base nos dados de sobreposição do talhão 137 (Tabela 8), com área de 217,77 ha, calculou se a redução do consumo de sementes de algodão a área total sistematizada de 4.500 ha (Tabela 9). A redução foi do 13.177,39 kg e com valor de R\$908.923,69.

Tabela 9 - Redução do Consumos de Sementes de Algodão em 4.500 hectares.

ESTUDO DA SISTEMATIZAÇÃO					
CENÁRIO	SOBREPOSIÇÃO	SEMENTES (kg/ha)	CONSUMO TOTAL (kg)	CUSTO (R\$/kg sem)	CUSTO TOTAL
CURVAS ORIGINAIS	1146,85	14**	16.055,93	R\$ 68,98*	R\$1.107.473,87
CURVAS SISTEMATIZADAS	205,61	14**	2.878,54	R\$ 68,98*	R\$ 198.550,18
DIFERENÇA	-941,24	-	-13.177,39		- R\$ 908.923,69

*Valor da semente usada nessas áreas, R\$ 68,98. Fontes SAP e GEO Agrícola.

**Consumo 14 kg de sementes ha⁻¹

3.2.3 Comparativo de Tempo da Operação, Consumo de Combustível e Manobras no Plantio

Nesse comparativo de cenários no AgroCAD do talhão 137 (Tabela 10), analisa se o tempo da operação, consumo de combustível e a quantidade de manobras em cada cenário em cima dos planejamentos de plantio para cada cenário. Observa se redução em todos os quesitos analisados no cenário com as curvas sistematizadas.

Tabela 10 - Estudo comparativo tempo de operação, consumo e manobras.

ESTUDO DA SISTEMATIZAÇÃO				
CENÁRIO	TEMPO TOTAL	CONSUMO (L/hora)	CONSUMO TOTAL (LITROS)	QUANTIDADE MANOBRAS
CURVAS ORIGINAIS	26,56	35	942,77	205
CURVAS SISTEMATIZADAS	24,23	35	853,29	182
DIFERENÇA	-2,33	-	-89,48	-23

Fonte: Comparativo gerado no AgroCAD.

3.2.4 Redução no Tempo de Operação, Consumo de Combustível e Manobras em 4.500 ha no Plantio.

Com base nos dados do comparativo do tempo de operação, consumo e manobras no planejamento de plantio do talhão 137 (Tabela 10), calculou se para área total sistematizada de 4.500 hectares (Tabela 11). A redução no tempo total para plantar a área foram de 48,32 horas, com rendimento 10,76 h⁻¹ (Plantadeira DB74) no plantio, o ganho de disponibilidade de plantio em uma safra é de 519,90 ha. A redução no consumo de combustível foi de 1.691,13 litros, com valor do diesel S-10 usado, R\$ 3,385 a redução do gasto com combustível em uma safra é de R\$ 5.724,47. A redução na quantidade total de manobras foi de 11,22%, 476 manobras.

Tabela 11 - Redução no tempo de operação, consumo e manobras em 4.500 hectares.

Cenário	Tempo Total	CONSUMO (L/hora)	CONSUMO TOTAL (LITROS)	QUANTIDADE MANOBRAS
Curvas Originais	550,78	35	19.277,42	4.251,15
Curvas Sistematizadas	502,47	35	17.586,29	3.774,19
Diferença	-48,32		-1.691,13	-476,96

Fonte: Comparativo gerado no AgroCAD

3.2.5 Distância Percorrida, Horas a Combustível na Aplicação de Defensivos

Comparativo de deslocamento das máquinas, na operação aplicação de defensivos na cultura da soja na safra 2019/2020 (Figura 26), com as curvas no formato original em nível e a aplicação na safra atual 2020/2021 (figura 25) com as curvas sistematizadas no talhão 137.

Figura 26 - Curvas sistematizadas 20/21

Figura 25 - Curvas originais 19/20.



Fonte dos dados Telemetria Otmisnet. Comparativo gerado no AgroCAD

Com os dados registrados dos trajetos da máquina na telemetria Otmisnet, calculou se a distância percorrida, horas trabalhadas e consumo de combustível nos dois cenários em uma aplicação de defensivos no talhão 137 (Tabela 12). A redução na distância percorrida em uma aplicação foi de 28,03 km, no tempo para realizar a operação foi 1,55 horas e 25,33 litros a menos de combustível.

Tabela 12 - Estudo comparativo distância percorrida, horas e combustível (Uma Entrada).

ESTUDO DA SISTEMATIZAÇÃO			
CENÁRIO	DISTÂNCIA PERCORRIDA (km)	HORAS TRABALHADAS (h)	COMBUSTÍVEL TOTAL (LITROS)
CURVAS ORIGINAIS	126,97	7,05	114,76
CURVAS SISTEMATIZADAS	98,94	5,5	89,43
DIFERENÇA	-28,03	-1,55	-25,33

Fonte dos dados Telemetria Otmisnet. Comparativo gerado no AgroCAD

3.2.6 Comparativo Distância Percorrida, Horas e Combustível (29 Entradas Talhão 137).

Utilizando os dados do comparativo da tabela 12, foi calculado para uma safra (Soja e Algodão), a distância percorrida, horas trabalhadas e consumo de combustível nos dois cenários onde temos em média 29 entradas para aplicação, de defensivos (Tabela 13), do talhão 137. A redução na distância percorrida em uma safra foi de 812,75 km, no tempo para realizar a operação foi 44,95 horas e 734,57 litros a menos de combustível.

Tabela 13 - Estudo comparativo distância percorrida, horas e combustível (29 entradas talhão 137).

ESTUDO DA SISTEMATIZAÇÃO			
CENÁRIO	DISTÂNCIA PERCORRIDA (km)	HORAS TRABALHADAS (h)	COMBUSTÍVEL TOTAL (LITROS)
CURVAS ORIGINAIS	3.682,014	204,45	3442,8
CURVAS SISTEMATIZADAS	2.869,26	159,5	2.593,47
DIFERENÇA	-812,75	-44,95	-734,57

Fonte dos dados Telemetria Otmisnet. Comparativo gerado no AgroCAD

3.2.7 Comparativo Distância Percorrida, Horas e Combustível (Área Total Sistematizada 4.500 ha).

Utilizando os dados do comparativo da tabela 12, foi calculado para uma safra (Soja e Algodão), a distância percorrida, horas trabalhadas, consumo de combustível e o valor gasto com combustível nos dois cenários onde temos em média 29 entradas para aplicação, de defensivos (Tabela 14), para área total sistematizada de 4.500 hectares. A redução na distância percorrida em todas aplicações em uma safra da área total sistematizada foi de 16.794,75 km, no tempo para realizar a operação foi 928,85 horas e 15.179,16 litros a menos de combustível.

Tabela 14 - Estudo comparativo distância percorrida, horas e combustível (Área Total Sistematizada 4.500 ha).

ESTUDO DA SISTEMATIZAÇÃO				
CENÁRIO	DISTÂNCIA PERCORRIDA (km)	HORAS TRABALHADAS (h)	COMBUSTÍVEL TOTAL (LITROS)	CUSTO COMBUSTÍVEL
CURVAS ORIGINAIS	76.085,15	4.224,76	71.142,03	R\$ 24.0815,77
CURVAS SISTEMATIZADAS	59.290,40	3.295,91	53.591,47	R\$ 18.1407,13
DIFERENÇA	-16.794,75	-928,85	-15.179,16	R\$ -59.408,64

*Valor do Diesel S-10 usado, R\$ 3,385.

Com rendimento $30h^{-1}$, os ganhos de disponibilidade em uma safra são de 27.865,5 ha. Com valor do diesel S-10 usado, R\$ 3,385, a redução do gasto com combustível em uma safra é de R\$ 59.408,64.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após serem feitas algumas operações nas áreas sistematizadas e os estudos comparativos das próximas operações, é possível observar que o uso de curvas de nível é imprescindível em áreas com declividade e a sistematização trás significativa redução de consumo de sementes e combustíveis, bem como ganhos de rendimento e disponibilidade de equipamentos.

5 REFERÊNCIAS

BUSNELLO, FÁBIO JOSÉ. CONTE, PAULO RICARDO.; **Levantamento Topográfico Planialtimétrico Com Diferentes Métodos De Levantamento De Dados A Campo.**; Disponível em: <<https://uceff.edu.br/revista/index.php/revista/article/view/89>> Acesso em agosto de 2019.

BRUIN, SYTZE DE. MOLIN, JOSÉ PAULO. SPEKKEN, MARK. **Ferramentas Para Sistematização De Percursos De Máquinas Agrícolas Sobre Relevo Declivoso.**; Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão- ConBAP 2014. São Pedro - SP, 14 a 17 de setembro de 2014.; Disponível em: <http://afurlan.com.br/lap/cp/assets/layout/files/tc/pub_ferramentas-para-sistematizacao-de-percursos-de-maquinas-agricolas-sobre-relevo-declivoso-spekken-m--bruin-s---molin-jp--conbap-2014-25-09-2015.pdf> Acesso em setembro de 2019.

CAMPOS, SERGIO. BARRADO, JOSÉ ISMAEL. BARRADO, MARCIEL JOSÉ. PISSARRA, TERESA CRISTINA TARLE. TEIXEIRA, LUIZ GUSTAVO.; **Planejamento da área de plantio de cana-de-açúcar visando eficiência no processo de sistematização agrícola.**; XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 28 de julho a 2 de agosto de 2013 - Florianópolis - SC, Brasil.; Disponível em: <<https://www.sbcs.org.br/cbcs2013/anais/arquivos/2195.pdf>> Acesso em agosto de 2019.

CARVALHO, CLEONICE DE.; **Anuário brasileiro do algodão 2020** – Santa Cruz do Sul : Editora Gazeta Santa Cruz, 2020.104 p. : il

DIAS, FILIPE DE MEIRELES. FERNANDES, MANOEL DO COUTO. MICELI, BRUNA SANTOS. SANTOS, PAULO ROBERTO ALVES DOS. SEABRA, FERNANDA MORAES.; **Avaliação Vertical De Modelos Digitais De Elevação (MDEs) Em Diferentes Configurações Topográficas Para Médias e Pequenas Escalas.**; Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/43731/22995>> Acesso em setembro de 2019.

FAGGION, PEDRO LUIS. VEIGA, LUIS AUGUSTO KOENIG. ZANETTI, MARIA APARECIDA Z.; **Fundamentos De Topografia.**; Disponível em: <http://www.cartografica.ufpr.br/docs/topo2/apos_topo.pdf> Acesso em outubro de 2019.

FATEC.; **Espaçamento e Terraços.**; Disponível em: <<http://www.fatecc.com.br/ead-moodle/mecanizacaoagricola/apostilas/espacamentoterracos.pdf>> Acesso em agosto de 2019.

Galdino, Sérgio... [et al.]; **Mapeamento da contribuição de terraços agrícolas na redução da erosão do solo em sub-bacias do noroeste do Estado de São Paulo.**; - Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2017. 27 p. : il. ; (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Monitoramento por Satélite, ISSN 1806-

3322; 33).; Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1085457/mapeamento-da-contribuicao-de-terraços-agricolas-na-reducao-da-erosao-do-solo-em-sub-bacias-do-noroeste-do-estado-de-sao-paulo>> Acesso em setembro de 2019.

IAPAR, INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ.; **Espaçamentos Entre Terraços Em Plantio Direto.**; BOLETIM TÉCNICO Nº 71, AGOSTO/2010.; Disponível em: <http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/BT71.pdf> Acesso em agosto de 2019.

IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistemas de Referência.** Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/sisref_2.pdf>. Acesso em agosto 2019.

LANÇAS, K.P. **Instrumentação para Avaliação de Desempenho Operacional de Tratores e Variabilidade Espacial dos Solos.** In: GONÇALVES, J. L. M e STAPE, J. L. Conservação e Cultivo de Solos para Plantações Florestais. IPEF – Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. Piracicaba. São Paulo, 2002. p. 453.

LANDIM, P.M.B. **Introdução aos métodos de estimação espacial para confecção de mapas.** DGA, IGCE, UNESP/Rio Claro, Lab. Geomatemática, Texto Didático 02, 20 pp. 2000. Disponível em <<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/textodi.html>>. Acesso em setembro de 2019.

LOMBARDI NETO, F.; BELLINAZZI JUNIOR, R.; GALETI, P. A.; BERTOLINI, D.; LEPSCH, I. F.; OLIVEIRA, J. B. de.; **Nova abordagem para cálculo de espaçamento entre terraços.**; SIMPOSIO SOBRE TERRACEAMENTO AGRÍCOLA, 1988, Campinas, SP. Campinas: Fundação Cargill, 1989.; p. 99-124.

MACEDO, JOSÉ RONALDO DE. CAPECHE, CLÁUDIO LUCAS. MELO, ADOILDO DA SILVA.; **Recomendação de manejo e conservação de solo e água--** Niterói: Programa Rio Rural, 2009. 45 p.; 30 cm.

MACHADO, PEDRO LUIZ O. ALMEIDA. WADT, PAULO GUILHERME S.; **Terraceamento.** Boas práticas agrícolas.; Embrapa, Acre Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/10180/13599347/ID01.pdf>> Acesso em setembro de 2019.

MANARIN, EDINEI. MOLIN, JOSÉ PAULO. PASSALAQUA, BRUNA P. SALVI, JOSÉ V. SATO, MARCOS.; **Avaliação Dos Erros De Paralelismo De Conjuntos Mecanizados Utilizando Sistema De Correção Via Satélite.**; Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão - ConBAP 2016, Goiânia, Goiás, 4 a 6 de outubro de 2016.; Disponível em:

<http://afurlan.com.br/lap/cp/assets/layout/files/tc/pub_avaliacao-dos-erros-de-paralelismo-de-conjuntos-mecanizados-utilizando-sistema-de-correcao-via-satelite---passalacqua-b-p-salvi-j-v-molin-j-p-sato-m-s-manarin-e--conbap-2016-17-10-2016.pdf> Acesso em agosto de 2019.

MANTOVANI, E. C.; QUEIROZ, D. M.; DIAS, G. P.; **Maquinas e Operações Utilizadas na Agricultura de Precisão.** In: ROCHA, J. V.; LAMPARELLI, R. A.;

MARQUES JR., J.; CORA, J. L.; DIAS, G. P.; QUEIROZ, D. M.; MANTOVANI, E. C.; SARAIVA, A. M.; CUGNASCA, C. E.; BALASTREIRE, L. A. **Mecanização e Agricultura de Precisão**. ed., Lavras - MG: UFLA/SBEA, 1998, 244 p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/47867/1/Maquinasoperacoes.pdf>>. Acesso em agosto 2019.

PINTO, RAMON CESAR DOS SANTOS. ROSALEN, DAVID LUCIANO. ZERBATO, CRISTIANO.; **Levantamento Planialtimétrico De Gleba Agrícola Utilizando-se Receptor GNSS RTK Embarcado Em Máquina Agrícola.**; XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016, 24 a 28 de julho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil.; Disponível em: <<http://publicacoes.conbea.org.br/livros/baixar/389>> Acesso em setembro de 2019.

NARDO, LUIZ AUGUSTO DE SOUZA.; **Análise de Cenários para Auxílio à Tomada de Decisão no Plantio Mecanizado de Cana-de-Açúcar.**; Jaboticabal, 2015.

SANTOS, HUMBERTO GONÇALVES ... [et al.]; **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. – 5. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF : Embrapa, 2018. 356 p. : il. color. ; 16 cm x 23 cm.; Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/199517/1/SiBCS-2018-ISBN-9788570358004.pdf>> Acesso em agosto de 2019.

SILVA, MARX LEANDRO NAVES,; **Conservação do Solo e da Água.**; Disponível em:<http://www.dcs.ufla.br/site/_adm/upload/file/pdf/Prof%20Marx/Aulas%208%20e%209/Aula%208.pdf> Acesso em agosto de 2019.

UFRRJ – IT – Departamento de Engenharia.; **Geoprocessamento na Agricultura de Precisão**. 1a Semana Acadêmica de Engenharia de Agrimensura. 29 de novembro a 03 de dezembro de 2004. Disponível em: <http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/varella/Downloads/IT190_principios_em_agricultura_de_precisao/literatura/Geo_AgP.pdf>. Acesso em setembro 2019.

VALERIANO, M. M., ROSSETTI, D. F.; **Topographic modelling of Marajó island with SRTM data**. Revista Brasileira de Geomorfologia, v.9, p.53-64, 2008.