

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRARIAS**

**DIMENSIONAMENTOS DE SISTEMAS DE CONSERVAÇÃO  
DA ÁGUA E SOLO DA FAZENDA MEMÓRIA**

**ISABELA DENARI**

**DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2024**

# **DIMENSIONAMENTOS DE SISTEMAS DE CONSERVAÇÃO DA ÁGUA E SOLO DA FAZENDA MEMÓRIA**

Isabela Denari

Orientador: Prof. Dr. Arthur Carniato Sanches

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal da Grande Dourados, como  
parte dos requisitos para obtenção do título de  
Engenheiro Agrônomo.

Dourados  
Mato Grosso do Sul  
2024

Espaço reservado para a ficha catalográfica.

# **DIMENSIONAMENTOS DE SISTEMAS DE CONSERVAÇÃO DA ÁGUA E SOLO DA FAZENDA MEMÓRIA**

Por

Isabela Denari

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para  
obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÔNOMO

Aprovado em: 22 de novembro de 2024.

---

Prof. Dr. Arthur Carniato Sanches  
Orientador – UFGD/FCA

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Elaine Reis Pinheiro Lourente  
Membro da banca – UFGD/FCA

---

Prof. Dr. Laércio Santos Silva  
Membro da banca – UFGD/FCA

Ao meu avô, Mazinho (in memoriam), com todo meu amor, admiração e saudade.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD/FCA por ter sido um polo completo de aprendizado onde escolhi passar esses meus 5 anos de formação em um curso tão belo e cativante como é a Agronomia, cujo tem uma importante relevância tanto para mim, quanto para o atual e constante parâmetro mundial. Nela fui muito feliz, aprendi com incríveis Professores e me deparei com colegas que seguirão eternamente em meu coração.

Agradeço imensamente meu orientador Prof. Dr. Arthur Carniato Sanches que acolheu minha ideia e proposta para esse Trabalho de Conclusão de Curso. Ele me apoiou, me ensinou e ensina muito, me ajudou sempre com disposição, riu comigo, se emocionou comigo e no final acabamos descobrindo surpreendentes coincidências que me fizeram ter certeza de que estava no lugar certo e com as pessoas certas.

Em grande importância, agradeço ao meu avô Zuldivar Abdo Denari, conhecido por Mazinho, pois o foco inicial desse trabalho foi homenageá-lo. Eng. Agrônomo, formado pela ESALQ/USP, grande conservacionista, apaixonado por solos e por sua propriedade; foi ele quem estudou sua própria região e estabeleceu margens mais severas de terraceamento para seu próprio uso. Meu avô me ensinou muito do que sei, não só da vida, mas dos encantos da Engenharia Agrônômica. Ele me levou em todos meus vestibulares tendo certeza de que me veria entrar na universidade, mas infelizmente não me viu sair. Esse trabalho é uma homenagem a todo sua luta profissional em prol da conservação do solo no estado de São Paulo e dos manejos em sua própria propriedade no Mato Grosso do Sul. Ele passou seus dois últimos anos de vida estudando essas fórmulas aqui em questão e as práticas conservacionistas. Para ele todo meu amor e saudade.

Agradeço ao meus pais, Ângela e Túlio Denari por toda educação e oportunidade que me proporcionaram, e por sempre me apoiarem e confiarem em mim. Sem eles eu não chegaria aonde cheguei e por eles espero ir além. Agradeço também todo auxílio, conversas, ajuda e “mão na massa” de agrônomos incríveis que, não coincidentemente, são minha família: meu pai e meu noivo, Bruno Schleicher. Ainda dentro dessa profissão, agradeço a Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Elaine Reis Pinheiro Lourente, que me encorajou de primeira a pôr em prática esse projeto e sonho.

E por fim, mas não menos importante, sou grata ao meu irmão, Paolo Denari, por sua presença, carinho e admiração.

*“O agricultor deve ter certeza de que seu solo está sendo protegido, pois o solo é o principal e o mais importante recurso natural das nossas fazendas e, portanto, do Brasil.”*

*Zuldivar Abdo Denari*

*Engenheiro Agrônomo pela ESALQ – USP, 1957*

*Produtor rural em Sidrolândia, MS*

DENARI, Isabela; SANCHES, Arthur Carniato. **Dimensionamentos de Sistemas de Conservação da Água e Solo da Fazenda Memória**. 2024. 72 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrônômica) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2024.

## RESUMO

O solo é a fonte fundamental da riqueza nacional e é a base de atividades essenciais: como a agricultura e a pecuária. As regiões tropicais têm como característica climática chuvas torrenciais no verão, o que torna as áreas agrícolas vulneráveis ao processo erosivo, por isso combater a erosão é essencial nas atividades da agricultura. Sendo de fácil destruição, com longo tempo de regeneração e transformação, o solo deveria, e deve, receber uma atenção mais cuidadosa e permanente. O que será levado em consideração, em sua grande maioria, será a preocupação mais conservadora do cuidado com essa matéria prima essencial - não só para esse trabalho, mas para a manutenção dos seres vivos na Terra. Tem-se como objetivo dimensionar terraços, seja em nível ou gradiente, buscando validar os cálculos e implementações já realizados na propriedade rural de Sidrolândia/MS - Brasil. A escolha de valores mais voltados à conservação tem que estar diretamente ligada ao grau de necessidade de manejo/reforma das curvas de nível, já posicionadas nas áreas, dentro da margem de vida útil de até 5 anos e ao tempo e operacional gastos para essa sua elevação. Os solos presentes no trabalho são Latossolos Vermelho escuro, distróficos e Latossolos Amarelo com relevo suavemente ondulado, textura argilosa a arenosa e com característica físico-química adequada. Serão utilizados de medições a campo, imagem de satélite, *AgroCad®*, dados de estações pluviométricas (MISOL Eletric - IP - *Weather Underground: Local Map*), *Excel* e elaboração de cálculos com equações de terraceamento. Espera-se ressaltar a importância da conservação de solo, a qual tenha destaque não só na sua necessidade, mas também demonstrar que o sistema não atrapalha nas atividades agropecuárias da propriedade.

**Palavras-chave:** Dimensionamento. Erosão. Pluviometria. Terraceamento. Conservacionista

## ABSTRACT

The soil is the fundamental source of national wealth and serves as the foundation for its two essential activities: agriculture and livestock farming. Tropical regions are characterized by heavy rainfall during the summer, making agricultural areas vulnerable to erosion. Therefore, combating erosion is essential in agricultural activities. Something easily destructible, with a long regeneration and transformation period, and a significant role in productive and evolutionary chains, such as soil, should receive more careful and concerning attention. What will be taken into consideration, for the most part, is the conservative concern for the care of this essential raw material - not only for this work but also for the maintenance of living beings on Earth. The objective is to analyze and calculate terracing, whether at ground level or on slopes, seeking to validate calculations and implementations already carried out in some areas and effectively applying similar methods for development in new areas. The choice of conservation-oriented values must be directly linked to the degree of necessity for management/reformation of contour lines, already positioned in the areas, within a lifespan of up to 5 years and the time and operational costs required for their elevation. The soils in the region of Sidrolândia/MS - Brazil are dark Red Latosols, dystrophic and Yellow Latosols with gently undulating relief, clay to sandy texture, and appropriate physical-chemical characteristics. It will be evaluated through field measurements, satellite imagery, *AgroCad*®, rainfall station data (MISOL Eletric - IP - *Weather Underground: Local Map*), *Excel*, and calculations using terracing equations. It is expected that in this work, the importance of soil conservation will be highlighted not only in terms of its necessity but also in the possibility that, besides being well done, it must be proved the system will not hinder the producer in their agricultural production areas.

**Keywords:** Calculate. Erosion. Rainfall. Terracing. Conservationist.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Voçoroca formada em pastagem cultivada com <i>Urochloa brizantha</i> , Fazenda Nova Esperança, Sidrolândia/MS.....	11
Figura 2 - Medidas preventivas e estratégias para manutenção do solo.....	13
Figura 3 - Representação de um terraço.....	14
Figura 4 - Representação de um canal escoadouro.....	15
Figura 5 - Precipitação ano safra – Fazenda Memória, 2018-2023.....	18
Figura 6 - Áreas selecionadas para condução do trabalho.....	19
Figura 7 - Mapa da Fazenda Memória 2024.....	21
Figura 8 - Precipitações diárias – Fazenda Memória, 2019-2023.....	28
Figura 9 - Área 13, 50ha, terraços dimensionados em nível.....	29
Figura 10 - Área 17, 38ha, terraços dimensionados em nível.....	30
Figura 11 - Classificação do solo a partir de sua VIB em mm/h.....	32
Figura 12 - Onde se passava uma cerca antiga que dividia a área 03 da área 08.....	33
Figura 13 - Área 03 e 08, 124 ha, terraços dimensionados em desnível.....	34
Figura 14 - Área 06, 47 ha, terraços dimensionados em desnível.....	38
Figura 15 - Área 12, 51 ha, terraços dimensionados em desnível.....	41

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Destaque das 5 intensidades máximas instantâneas, mm/h, superiores a 100mm/h...	29
Tabela 2 - Coeficientes de enxurrada (C) para áreas agrícolas inferiores a 5.000 ha, em função da topografia, da cobertura e do tipo de solo.....	31
Tabela 3 - Dados levantados e adquiridos sobre a área 03 e 08.....	35
Tabela 4 - Valores de n - coeficiente de rugosidade obtidos de diferentes fontes.....	37
Tabela 5 - Dados levantados e adquiridos sobre a área 06.....	39
Tabela 6 - Dados levantados e adquiridos sobre a área 12.....	42
Tabela 7 - Agrupamento de solos segundo suas propriedades, características e resistência à erosão – Kt.....	45
Tabela 8 - Grupo de culturas e seus respectivos índices de uso da terra – u.....	45
Tabela 9 - Grupo de preparo de solo e manejo dos restos culturais com seus respectivos índices – m.....	46
Tabela 10 - Dados levantados para análise da área 03 e 08.....	48
Tabela 11 - Valores de Vm/s máximas obtidos por Morgan (1986).....	49
Tabela 12 - Dimensionamento de canais para área 03 e 08.....	50
Tabela 13 - Dados levantados para análise da área 06.....	50
Tabela 14 - Dimensionamento de canais para área 06.....	52
Tabela 15 - Dados levantados para análise da área 12.....	53
Tabela 16 - Dimensionamento de canais para área 12.....	54

## SUMÁRIO

	Página
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>3</b>
2.1 INTRODUÇÃO GERAL	3
2.2 O SOLO E SUAS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E SEU MANEJO	4
2.3 LEIS PARA PROTEÇÃO DO SOLO, ÁGUA E MEIO AMBIENTE	6
2.4 OBSERVAÇÕES GERAIS SOBRE A OCORRÊNCIA DA EROSÃO E SUA HISTÓRIA	10
2.5 TERRACEAMENTO - TÉCNICAS E OPERACIONAL	14
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>17</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>28</b>
<b>5 CONCLUSÕES</b>	<b>54</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>55</b>
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>56</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As regiões tropicais têm como característica climática chuvas torrenciais no verão, o que torna as áreas agrícolas vulneráveis ao processo erosivo, por isso combater a erosão é essencial nas atividades da agricultura e, para isso, utilizam-se constantemente práticas conservacionistas para redução e controle dos processos erosivos (BENAVIDEZ et al., 2018; PANAGOS et al., 2022).

A meta da conservação não é proteger os recursos naturais como um fim, mas assegurar sua melhor utilização, de maneira que sejam usados sem desperdícios, e no caso do solo, seu uso racional e prudente levará à manutenção de uma agricultura próspera e permanente suportada por um solo fértil (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2017). Os terraços nas áreas agrícolas brasileiras representam as técnicas mais difundidas e utilizadas no controle da erosão hídrica, tanto é que, em muitas regiões brasileiras, a conservação dos solos teve, ou ainda tem, como sinônimo a construção de terraços (FORTINI et al., 2020).

Rodrigues (2016) relata que práticas agrícolas chamadas de conservacionistas, são necessárias para superar os desafios de expansão e produção agrícola da produtividade, a fim de, buscar práticas sustentáveis utilizando rotação de culturas para recuperação do solo com método mecanizado nas lavouras, plantio em contorno, terraços, preservação do solo e dos recursos naturais e hídricos, a busca pela biodiversidade, além dos pequenos produtores manterem níveis corretos de produtividade para almejar ecossistema sustentável.

O solo perdido pela erosão hídrica pode ser perdido para sempre (milhões de toneladas de solo superficial) se ele é arrastado para os oceanos. Esse solo, geralmente mais fértil que contém os nutrientes das plantas, húmus e algum fertilizante que o produtor tenha aplicado pode contribuir para a eutrofização. A erosão dá início quando a cobertura vegetal é total ou parcialmente removida em áreas acidentadas fazendo com que a enxurrada escorra mais rapidamente, aumentando o volume, provocando grande dano ao solo e a alguma vegetação que tenha ficado no terreno (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2017).

Diante deste contexto, Wreford et al. (2017) descrevem que práticas sustentáveis agrícolas para proteção do meio ambiente ainda é limitada devido a vários aspectos como características pessoais, socioeconômicas e culturais. Pois, a falta de conhecimento e informações técnicas sobre estas práticas agrícolas estão moldadas ao apego e tradições pelas gerações de décadas passadas e aumenta a dificuldade para aprender nesta nova era da tecnologia, com isso vão surgindo prejuízos econômicos e custos mais altos para adoção destas práticas sustentáveis agrícolas.

Para Bassani et al. (2023) a função do terraço pode, além de reter a enxurrada das áreas de cultivo e receber a água de estradas e carreadores, conduzir a enxurrada para canais escoadouros mesmo nas microbacias onde o sistema de manejo é o de plantio direto. A adoção desse sistema possibilita uma agricultura mais sustentável, com menor impacto sobre o meio ambiente e altos rendimentos de produção. A erosão não é somente um fenômeno físico, mas também um problema social e econômico e resulta fundamentalmente de uma inadequada relação entre o solo e o homem.

O solo é a fonte fundamental da riqueza nacional e é a base de suas duas atividades essenciais: a agricultura e a pecuária; ainda que o país disponha de outros recursos que lhe permitem consolidar a estrutura econômica, sua gravitação no mercado internacional, assim, como seu bem-estar e progresso interno, dependerão em todo momento, da capacidade produtiva e da riqueza de suas terras (MALUF; FLEXOR, 2017).

Por isso, de acordo com Programa Nacional de Levantamento e Intepretação de Solos do Brasil (PRONASOLOS, 2021) deve-se ter em conta de que o Governo não tem capacidade nem obrigação de tomar a seu cargo a conservação do solo de todas as propriedades agrícolas do Estado, mas que o Governo deve servir como agente de estímulo, ensino e orientação para que os produtores se encarreguem, eles mesmos, da patriótica tarefa de conservar o solo e, deve tender-se a desenvolver uma consciência conservacionista em toda a população, mediante uma campanha educativa intensa e permanente, que chegue ao agricultor em seu próprio campo, a seus filhos nas escolas e a todos os cidadãos, deixando claro que a conservação do solo é um problema de todos.

Foi estudando e elaborando implementações de terraços através dos cálculos de terraceamento do autor Bertoni desde 1986, não só apresentou os princípios e métodos de conservação do solo (tanto em teorias fundamentais, quanto em aplicações práticas) como também, pela sua transcendência socioeconômica, pela magnitude dos interesses que tende a proteger e pelos riscos que procura conjurar, apresentou a Lei de Conservação do Solo: *Anteprojeto de Lei de Conservação do Solo do Estado de São Paulo e Plano Estadual de Manejo e Conservação de Solo e Água (PROSOLO) do Estado do Mato Grosso do Sul*. Tendo a função de regular as relações entre produtores com a finalidade de um uso racional do solo, porém ainda em espera de sancionamento (SEMAGRO, 2021).

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 INTRODUÇÃO GERAL

Os recursos naturais de caráter renovável que provém da natureza, ou seja, o solo propriamente dito, as florestas e fauna silvestre, a água usada pelas plantas, as fontes, têm sido cotidianamente e incorretamente manuseados por uma verdadeira agricultura de exploração desde muito tempo (FLORIANO, 2018; SANTOS, 2018). Um profundo desequilíbrio na natureza tem sido provocado não só por agricultores, mas também pelo cidadão mundial e urbanizações igualmente, ou se não inferiormente, manuseadas de maneira incorreta e não tão favorável a sustentabilidade (AMARAL, 2016).

Atualmente a destruição da finíssima camada viva do planeta aumenta numa proporção não igualada ou vista na história e se chegar ao ponto dessa delgada camada - o solo - desaparecer, as regiões férteis que existiram serão de desertos inabitáveis como já se ocorreu no passado (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2017).

O solo é um recurso básico, insumo primordial, que suporta toda a cobertura vegetal de terra, sem a qual os seres vivos não poderiam existir. Nessa cobertura, incluem-se não só as culturas como, também, todos os tipos de árvores, gramíneas, raízes e herbáceas que podem ser utilizadas pelo homem (SÁ et al., 2020). Portanto, o solo é um recurso de fundamental importância em âmbito global, sendo considerado como um recurso para atender às necessidades da população humana, que geração após geração de homens, plantas e animais, atuam e sobrevivem sobre ele (PRADEEP et al., 2015).

Algumas gerações atrás, quando as terras ainda estavam quase todas cobertas de matas e gramíneas, a necessidade da conservação do solo era impensável; hoje, porém, sabemos dos prejuízos causados pela erosão, por exemplo, principalmente na forma invisível: a erosão laminar (aquela que remove o solo em suas camadas superficiais sendo um dos fatores mais importantes que causaram a queda das primeiras civilizações e impérios), cujas cidades arruinadas estão agora como despojos estéreis das terras mais férteis do mundo, exemplo: os desertos do Norte da China, Irã (Pérsia), Mesopotâmia e Norte da África (SILVA, 2022).

## 2.2 O SOLO E SUAS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E SEU MANEJO

O conservacionista, em realidade, deve ter um pouco de geólogo, de pedólogo, de geógrafo, de paisagista, de zootecnista, de engenheiro e de biólogo, e o grau com que ele chega a se integrar na parte envolvida do problema é que determina o seu sucesso como conservacionista, ele deve ainda ser capaz de planejar a integração de diferentes práticas necessárias à determinada gleba dentro de um programa coordenado (SOUZA NETO, 2022).

Os solos se degradam, tornando-se menos produtivos, por quatro razões principais: (1) perda da estrutura do solo, (2) perda da matéria orgânica, (3) perda dos elementos nutritivos e (4) perda do solo; esses prejuízos são causados pelo mau uso do solo destacando a probabilidade de erosão, de drenagem imprópria, de irrigação mal feita, por enchentes e por alcalinidade (BERTONI; LOMBARDI NETO 2017). Observa-se que das 5 situações citadas apenas uma é por aspectos de fertilidade.

O Brasil ao longo dos anos desenvolveu intensamente atividades agrícolas e pecuaristas subsidiados pela vastidão de suas terras agricultáveis somados ao clima tropical e relevo mais suave ondulado. Contudo, os solos passaram a apresentar problemas de erosão acelerada, como por exemplo, os autores Caldas et al. (2019) ao pesquisar a bacia hidrográfica do rio São João expressou a intensificação dos processos erosivos na região, que contribuem efetivamente nos processos de assoreamento das drenagens locais.

Com isso, as práticas recomendadas se diferenciam entre si de acordo, por exemplo, da declividade de um terreno: em uma topografia suave o plantio em contorno, ou a rotação de culturas, talvez sejam as únicas práticas recomendadas; já em uma topografia mais inclinada, pode-se necessitar de terraceamento (BASSANI, 2023).

As recomendações, em Bertoni e Lombardi Neto (2017), podem se diferenciar também por tipos de solo e tipos de clima, o que pode diferir grandemente o tipo de uso de um solo definindo se a sua capacidade de uso está ou não está, necessariamente, relacionada com a sua produtividade.

Felizmente, os problemas relacionados com a utilização e conservação dos recursos naturais tem alcançado suficiente significação, chegando a impressionar a consciência das sociedades civilizadas e mobilizando o pensamento e a ação dos dirigentes e grupos representativos das comunidades (NOVAK, 2017).

Segundo Cunha e Augustin (2014), descreve que em 1980 foi introduzido a Comunidade Internacional e inferido o desenvolvimento sustentável e sendo incorporado a Estratégia Mundial de Conservação, em conjunto com a União Internacional para a Conservação da

Natureza (IUCN), o Fundo Mundial da vida Selvagem (WWF) e do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), com isso destacou-se as principais conclusões convergentes para conservação e proteção sustentável do meio ambiente:

1ª a dependência humana dos recursos naturais e o seu papel vital no desenvolvimento econômico e no bem-estar dos povos;

2ª a intensidade dos processos de destruição destes recursos, a contribuição dos seres vivos para a sua aceleração, por ação direta do mau uso e por via indireta do aumento demográfico e a gravidade dos seus efeitos; e

3ª as necessidades de proteção e conservação, para atenuar e corrigir os danos resultantes e assegurar perpetuamente o aproveitamento dos recursos.

A solução do problema no que se refere ao conjunto "disponibilidade da terra x magnitude demográfica" não pode ser resolvida sem alcançar algum estado de equilíbrio, portanto estabelecer uma política básica de conservação dos recursos naturais deve ser uma iniciativa oficial e deve-se considerá-la da mais alta prioridade (BERTONI; LOMBARDI NETO 2017). Pois, o solo é o principal e o mais importante recurso natural das fazendas e, portanto, não só do nosso país como também do nosso planeta.

Os solos podem ser classificados em um sistema de classes ou grupos, de tal maneira que os tipos individuais são incluídos em grupos bem relacionados e caracterizados segundo Santos et al. (2018).

A textura é a distribuição quantitativa onde podemos tirar a porcentagem das classes de tamanho de cada partícula que compõe o solo, sendo as de maior importância as partículas menores que 2 mm de diâmetro como a areia, silte e a argila (SILVA, 2022).

As diferentes frações do solo são definidas pelo seu tamanho em uma classificação granulométrica por análise mecânica, determinando a proporção existente dessas frações (BERTONI; LOMBARDI NETO 2017). Portanto, as três porcentagens são usadas para designar a classe textural a que pertence o solo analisado.

Nenhum solo é composto exclusivamente de uma única fração, há sempre uma mistura das frações diferenciando os tipos de textura do solo. Assim, há, por exemplo, as seguintes denominações: arenosa, arenosa-francosa, siltosa, silto-francosa, francosa, franco-arenosa, franco-siltosa, argilosa e muito argilosa, todas dependentes das características do material originário e dos agentes naturais de formação do solo (RODRIGUES, 2018). A estrutura é a forma como se arranjam as partículas elementares de solo.

As formas são as seguintes: laminar, prismática, em blocos e granular, tendo classes determinadas em função do tamanho das unidades estruturais como: muito pequena, pequena,

média, grande e muito grande (SANTOS, 2018). Lembrando que a estrutura pode ser modificada pelas práticas de manejo, como: o trabalho mecânico, o teor de matéria orgânica, a capacidade de drenagem e a rotação de culturas.

O impacto das gotas de chuva, assim como a redução do teor de matéria orgânica e a compactação, são fatores que causam uma diminuição no tamanho dos agregados maiores ocasionando a perda de porosidade e a permeabilidade, as quais determinam a capacidade do solo de deixar passar água e ar através do seu perfil (usualmente medida em termos de infiltração, em milímetros por hora) (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2017).

Silva (2019) exemplifica que a infiltração está diretamente relacionada com o tamanho, volume e distribuição dos poros, e que varia os diferentes horizontes tanto dos arenosos (com grande quantidade de poros grandes sendo a permeabilidade rápida) quanto nos argilosos (que tem permeabilidade lenta em razão do aumento da tração da argila). Portanto, é de se compreender que a permeabilidade é uma das mais importantes propriedades físicas para o estabelecimento de práticas conservacionistas, como por exemplo os terraços.

Esse valor constante que a velocidade de infiltração atinge com o passar do tempo é conhecido por Velocidade de Infiltração Básica – VIB, que foi descrita pelo pesquisador Bernardo em 1989. A recomendação corrente é que a determinação da velocidade de infiltração básica seja executada *in situ*, de forma mais representativa e precisa possível, contudo, dada a grande variabilidade espacial a que os solos estão submetidos, a observância dessa recomendação tem tornado essa determinação uma tarefa das mais laboriosas e cujos resultados se acham envoltos por muitos questionamentos (BOMFIM et al., 2021).

Gamboa (2020), em razão desses aspectos, comenta que muitos pesquisadores têm procurado calculá-la teoricamente a partir de outras propriedades do solo de mais fácil medida. Estudos nessa direção foram desenvolvidos com novas técnicas utilizando a macroporosidade por Bertollo e Levien (2019) e a densidade do solo pelo autor Ferreira (2016).

### 2.3 LEIS PARA PROTEÇÃO DO SOLO, ÁGUA E MEIO AMBIENTE

De acordo com a resolução CONAMA nº. 473/2015, as leis de proteção ambiental no Brasil estão entre as mais avançadas e abrangentes, segundo o presidente Haroldo Mattos Lemos, do Instituto Brasileiro do Programa de Proteção Ambiental das Nações Unidas (PNUMA). O país tem feito grandes progressos na garantia da proteção ambiental, mas ainda há muito a fazer, especialmente em relação aos órgãos reguladores. Existem muitas deficiências na conservação da fauna e da flora, como mostra o Código Florestal de 1965, documento criado

pela Lei nº. 12.651/12 do Sistema Nacional de Informações Ambientais (SINIMA) (CONAMA, 2015).

Conforme apontado por Barbara (2016), a preservação dos ecossistemas naturais e das matas no território nacional é essencial para a garantia da preservação da vida selvagem e da diversidade de plantas e animais nas diferentes regiões do Brasil. A Legislação referente às Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL) determina que essas entidades garantam a conservação em locais protegidos por vegetação nativa. O principal objetivo dessas entidades é proteger os recursos hídricos, as paisagens, a estabilidade do solo e a variedade de seres vivos, garantindo a circulação genética de plantas e animais, protegendo o meio ambiente e assegurando o bem-estar da sociedade.

As Áreas de Preservação Permanente (APP) e as Reservas Legais (RL) são caracterizadas como espaços de conservação nos ciclos ecológicos do meio ambiente. Isso porque ambos desempenham diversas funções, tais como: reduzir a erosão em terrenos inclinados; impedindo, desse modo, o assoreamento dos rios; agindo como uma ligação entre regiões e, assim, promovendo a variedade genética da fauna e flora (BRASIL, 2018; COUTO et al., 2019).

Mesmo com todas as vantagens que a APP e a RL garantem para a preservação do meio ambiente, no entanto, muitos problemas de degradação permanecem nas atividades rurais. No estado de São Paulo, 80% de sua superfície era coberta por florestas, após 150 anos, esse percentual foi reduzido significativamente, devido ao intenso processo de colonização e ocupação nas regiões do interior paulista, onde foi instalada a agricultura, atualmente existe 7% da área doméstica do estado. Porém, mesmo com a proteção legal das áreas de conservação ambiental desde a década de 1960, não tem sido possível evitar a supressão da preservação permanente das florestas, acabando por provocar um processo de degradação da superfície florestal (BARBARA, 2016).

De acordo com Ministério do Meio Ambiente, tentar solucionar problemas e falhas de monitoramento e aplicação do Código Florestal de 1965, foi criado um documento, por meio da Lei nº 12.651/12 do Sistema Nacional de Informações sobre o Meio Ambiente (SINIMA), o “*Cadastro Ambiental Rural (CAR)*”. Conforme Laudares et al. (2014, p. 2) descreve que:

O Cadastro Ambiental Rural (CAR), que visa constituir uma base de dados estratégica para o controle, o monitoramento e o combate ao desmatamento das florestas e demais formas de vegetação nativa do Brasil. Entretanto, esse instrumento tem sido alvo de críticas pela dificuldade de aplicação e tempo estendido para sua adesão. Neste contexto, objetivou-se reunir e analisar as informações técnicas disponíveis na literatura sobre o CAR.

O Decreto 13.977/2014 no Art. 3º define que “O CAR-MS constitui instrumento administrativo de registro obrigatório para todos os imóveis rurais situados em Mato Grosso do Sul”, destinado ao controle de suas obrigações ambientais intrínsecas, assim entendidas, em especial, a manutenção das Áreas de Preservação Permanente (APPs), das áreas de Reserva Legal (RL) e das Áreas de Uso Restrito.

Esta nova lei permitiu a proteção das áreas ambientais, garantindo a sua preservação e contribuindo significativamente para a qualidade do meio ambiente. Porém, ainda há muito a ser feito para que o CAR tenha controle e uma estratégia eficaz para contribuir com a preservação e sustentabilidade de Mato Grosso do Sul (BRASIL, 2018).

O Governo do Estado de Mato Grosso do Sul criou o Programa Nacional de Conservação de Terras e Águas e criou a Câmara Técnica Específica para cuidar dessas ações, incluindo lideranças estaduais e municipais, produtores rurais e representantes da sociedade civil. Somente na região de Bonito/MS, no final do ano de 2018 começou a apresentar um grave problema de descontrole ambiental e que ameaçava a transparência das águas de seus rios, um dos atrativos turísticos mais populares em todo o mundo sendo ameaçado. A Câmara Técnica de Conservação de Terras e Águas, fiscalizaram a implementação de 68 projetos de intervenção em 73 propriedades do município em questão, em que abrangia 93.755 hectares, visando restaurar ou prevenir processos erosivos que poderiam causar sérios danos ao solo, rios e ao meio ambiente (IMASUL, 2021).

A criação da Câmara Técnica de Conservação de Solo e Água foi publicada na edição do dia 16 de maio de 2019 do Diário Oficial do Estado. Está contida na Resolução “P” Semagro N. 045 e atende ao previsto no Decreto nº 15.197 de 21 de março de 2019, que “disciplina o procedimento de apresentação do Projeto Técnico de Manejo e de Conservação de Solo e Água para atividades que demandem ações de mecanização de solo nas Bacias de Contribuição do Rio da Prata e do Rio Formoso, nos municípios de Jardim e Bonito” (SEMADESC/MS, 2021, s/n).

De acordo com Imasul (2021) o decreto nº 15.197, estabeleceu a apresentação e aprovação do Projeto Técnico de Manejo e Conservação de Solos e Águas, a fim de obter “*Declaração Ambiental*” que ateste o cumprimento para a execução de trabalhos de mecanização do terreno, incluindo aração, raspagem, submersão, entre outros, para renovação ou recuperação de pastagens, implantação de culturas perenes ou temporárias e outras atividades de movimentação de terras na bacia contributiva do Rio da Prata e Rio Formoso nos municípios de Jardim e Bonito.

Com a consciência da necessidade de ampliar discussões, ações e parcerias institucionais para proteção do solo, com a implementação de um projeto especial, criado na Embrapa com o título “*Estratégias para a implementação do Programa Nacional de Solos do*

*Brasil – PronaSolos*”, entrou em vigor entre (maio de 2017 e janeiro de 2018), que deu origem a este documento, foi publicado pelo Decreto nº. 9.414, de 19 de junho de 2018 (Brasil, 2018), que criou o programa nacional de estudo e interpretação de solos no Brasil, em março de 2020, o decreto nº. 10.269 (Brasil, 2020), sendo que, este projeto determina e modifica da composição do Comitê Estratégico e o Comitê Executivo do PronaSolo, sem substituir, o Decreto nº. 9.414.

Ditzler et al. (2017) afirma que o conhecimento da relação entre os recursos do solo e sua capacidade de produzir alimentos de forma sustentável, preservando a terra e água, é o resultado de mais de um século de pesquisas em todo o mundo. As informações contidas nos estudos de solo são essenciais para compreender a origem da terra, que estão fomentadas em três aspectos necessários para avaliação dos recursos solo em uma determinada área, segundo os autores Polidoro et al., (2021, p. 51) descrevem que:

- (i) O desenvolvimento e o constante aprimoramento de um sistema taxonômico de classificação de solos, que possibilita dar nome e agrupar os solos que apresentam características comuns dentro de cada paisagem, de tal forma que o simples nome do mesmo encerra muitas de suas características (Latosolos, por exemplo, são solos geralmente pobres em nutrientes, profundos, bem drenados, mecanizáveis, de características químicas desfavoráveis, mas físicas favoráveis ao desenvolvimento radicular das plantas);
- (ii) Um relatório técnico, que é um inventário dos tipos e atributos do solo, tais como fertilidade, pH, salinidade, profundidade até a rocha, textura, drenagem interna, material de origem, profundidade do lençol freático, topografia, grau de erosão, presença de rocha e de cascalhos;
- (iii) Um mapa de solos colorido, em formato digital e/ou analógico, que mostra a distribuição espacial dos solos e de suas características na paisagem.

Diante disto, é mensurado que cada tipo de solo possui um conjunto único de características morfológica, física, química e mineralógica, que apresenta reação semelhante quando submetido ao mesmo uso e tratamento. Portanto, as informações contidas em um levantamento de solo, podem ser usadas para prever ou estimar potenciais e limitações da terra sob diferentes usos, como produtividade de certas culturas (Ditzler et al., 2017).

Outra prática que vem contribuindo para proteção do solo e água é o Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) consiste em uma maneira de estabelecer uma produção sustentável, sem prejudicar as atividades agrícolas, pecuárias e florestais, realizadas em áreas de cultivo com rotação de culturas, visando a adaptação ao ambiente e aos elementos do ecossistema para promover a biodiversidade e viabilidade econômica na agricultura e pecuária de forma eficiente (VIEIRA, 2019).

O sistema ILPF está regulamentado pela Lei nº 12.805/ 2013, em que alterou a Lei nº 8.171/ 1991 e instituiu a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF).

Conforme consta em seu Art. 1º, (BRASIL, 2013). Dessa forma, o sistema ILPF tem como principal objetivo contribuir para a preservação do solo e da água, além de promover melhorias na qualidade dos alimentos, por meio do manejo adequado do solo, busca-se também o aumento da produtividade na agricultura, resultando em produtos de melhor qualidade e causando menos impacto no meio ambiente (MAGALHÃES et al., 2018).

Dentro desse contexto, o desenvolvimento sustentável é descrito como um processo de mudança na forma como os recursos naturais são explorados, com o objetivo de guiar os investimentos, impulsionar o desenvolvimento tecnológico e garantir o equilíbrio entre progresso e preservação ambiental para as próximas gerações (VIEIRA, 2019).

#### 2.4 OBSERVAÇÕES GERAIS SOBRE A OCORRÊNCIA DA EROSÃO E SUA HISTÓRIA

A erosão é classificada como processo geomorfológico, que ocorre em certas áreas de encosta, por sofrer ação do *splash* e do escoamento superficial e subsuperficial do solo, que passa por um processo físico de degradação, os responsáveis por este impacto no solo são devidos ao seu manejo incorreto e pela ação do ser humano (GUERRA et al., 2017).

No estudo anterior dos autores Guerra et al. (2018), relatam que a erosão pode acelerar a remoção da camada fértil do solo para cobertura e aplicação da agricultura, sendo considerado um dos fatores que causam vários problemas de erosão em lençóis, ravina e voçoroca. Pois, existem vários tipos de erosões provocadas pelos escoamentos superficiais e subsuperficiais em encostas, e este tipo de erosão é observado em vários países, devido ao manejo inadequado do solo, e vem provocando mudanças geomorfológicas como as variações climáticas. Conforme pode-se observar na Figura 1. pesquisa dos autores Guglieri-Caporal et al. (2011) referente problemas causados pela voçoroca na cidade de Sidrolândia/MS, na Fazenda Nova Esperança.

Figura 1: Voçoroca formada em pastagem cultivada com *Urochloa brizantha*, Fazenda Nova Esperança, Sidrolândia/MS.



Fonte: Guglieri-Caporal et al. (2011)

As ilustrações (a, b e c) verifica-se a vista central da voçoroca, (d) se encontra a encosta da voçoroca e (e) é a parte da parcela permanente no centro da voçoroca para amostragem da vegetação. O uso intensivo da terra no Brasil e a falta de planos de conservação têm contribuído para o forte processo de degradação, que hoje atinge muitas regiões do país, e tem levado a consequências dramáticas em muitas áreas, como a perda de solo nas encostas, causado pelo aparecimento de características abrasivas, como ravinas e voçorocas (GUERRA et al., 2020).

Portanto, a erosão pode ser classificada como hídrica e/ou eólica, sendo processo complexo de degradação dos solos, com surgimento de desertificação, movimentos de massa, a salinização e a acidificação (PETSCK et al., 2023).

A análise das características espaciais e temporais de eventos climáticos extremos tem atraído atenção desde o final da década de 1990, pois causam desastres sociais e ambientais em muitas regiões no mundo (OLMO et al., 2021), e os Eventos Extremos de Precipitação (EEP)

estão entre os desastres naturais mais graves, frequentes e generalizados que causam grandes danos ao meio ambiente e à agricultura (PETSCK et al., 2023).

Os EEPs estão se intensificando em todo o planeta devido à combinação das mudanças climáticas e do fluxo de ar. É necessário aumentar a conscientização sobre os EEPs, com o objetivo de reduzir os impactos sociais, econômicos e ambientais por eles causados (ZSCHEISCHLER et al., 2018), ao mesmo tempo em que esses eventos são objeto de muitos estudos (WANDERLEY et al., 2020).

Sendo assim, os processos de sedimentação de água, modelagem climática e agricultura em bacias hidrográficas com espaço e tempo devido ao fluxo de ar, ciclo da água e balanço energético podem provocar processos hidrossedimentológicos e danos ao solo (BADOR et al., 2020). Estão surgindo pesquisas com importantes fontes de informações para o desenvolvimento de outros estudos relacionados a questões ambientais, como por exemplo a avaliação de processos erosivos em casos de precipitações de eventos extremos (WANDERLEY et al., 2020).

Um dos maiores problemas de impacto ambiental é devido a degradação do solo pela erosão; e a erosão hídrica tem como causa a interação entre relevo, clima e as atividades do ser humano, com manejo inadequado de desmatamento, sobre pastoreiro e a intensificação na agricultura, que ao longo das décadas vem provocando alterações no uso e cobertura do solo (MASRROR et al., 2020).

Em geral, a erosão do solo pela água pode ser considerada um problema que requer atenção em todos os países onde o complexo água-solo-clima é adequado para o cultivo de plantas e criação de animais (FAO, 2021).

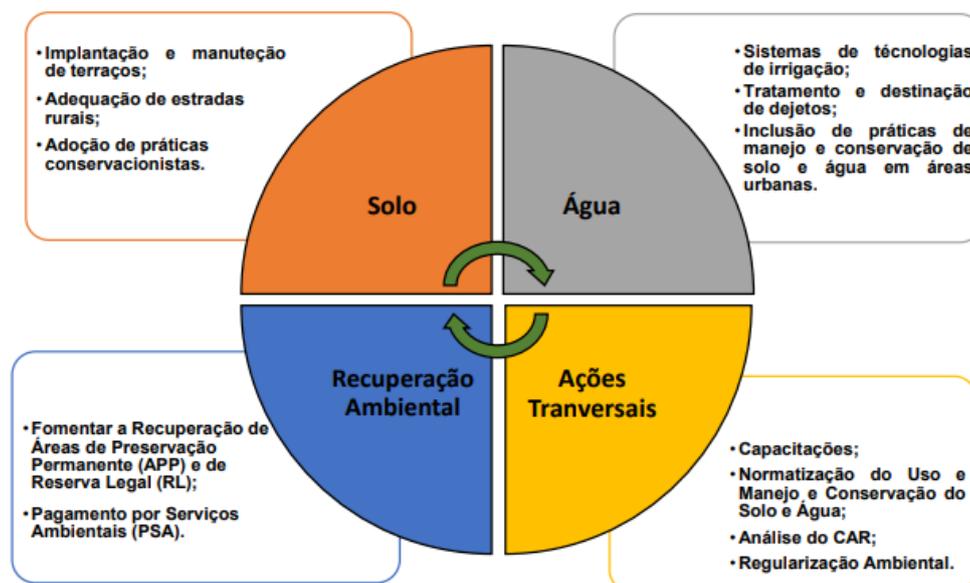
Somente há cerca de trinta anos descobriu-se que o impacto da gota da chuva em um terreno descoberto e o resultante do desprendimento das partículas de solo é a principal causa da erosão do solo através da água, sendo a enxurrada apenas uma parceira atuante no problema, ficando evidente que a cobertura vegetal, fornecida abundantemente pela natureza em todos os lugares, era o parceiro nas medidas de proteção do solo contra a força de impacto das gotas de chuva (PEREIRA et al., 2016).

Conforme dito por Back e Wildner (2022) o terraceamento agrícola com locação em nível é uma prática importante de conservação de solo, para implantação do plantio direto na palha, uma prática conservacionista do solo difundida há mais de três décadas no Brasil, é um sistema em que os equipamentos protegem o solo do impacto gravitacional da gota de chuva, que tem grande potencial de desagregação e arrastamento da micela (partículas reativas) do solo nu; e essa prática beneficiou a agricultura com menores perdas de solo, gerando aumento de

produtividade e colocando o Brasil entre os maiores exportadores de alimentos do mundo (BASSANI, 2023).

Medidas preventivas devem ser tomadas utilizando planejamento territorial para gestão e conservação do solo e da água, por meio de uma política ambiental para garantir a eficiência da produção agrícola e sustentabilidade (OLIVEIRA, 2021). As principais áreas estratégicas de interesse das diretrizes básicas e áreas de intervenção das autoridades públicas e privadas, são:

Figura 2: Medidas preventivas e estratégias para manutenção do solo



Fonte: SEMAGRO (2021)

Na Figura 2. pode-se verificar que medidas preventivas para a manutenção do solo e água são essenciais para as estratégias de implementação, adequação e adoção de práticas conservacionistas agrícola. O cultivo em curvas de nível é uma técnica eficiente para reduzir a erosão. A preocupação latente dos pesquisados em buscar meios para prevenir impactos ambientais como a erosão, está sendo cada dia a mais fomentada nos acervos do uso e manejo correto para conservação do solo e água (OLIVEIRA, 2021).

Para Sá et al. (2020) manter o solo coberto com vegetação é uma das formas mais eficazes de prevenir a erosão, pois as raízes das plantas ajudam a estabilizar o solo, enquanto a cobertura vegetal protege a superfície do impacto direto da chuva. Práticas como o reflorestamento de áreas desmatadas e o plantio de árvores em encostas são essenciais para reduzir a perda de solo. Árvores e plantas não apenas atuam como barreiras contra o vento e a água, mas também ajudam a manter a umidade do solo, evitando erosões.

## 2.5 TERRACEAMENTO – TÉCNICAS E OPERACIONAL

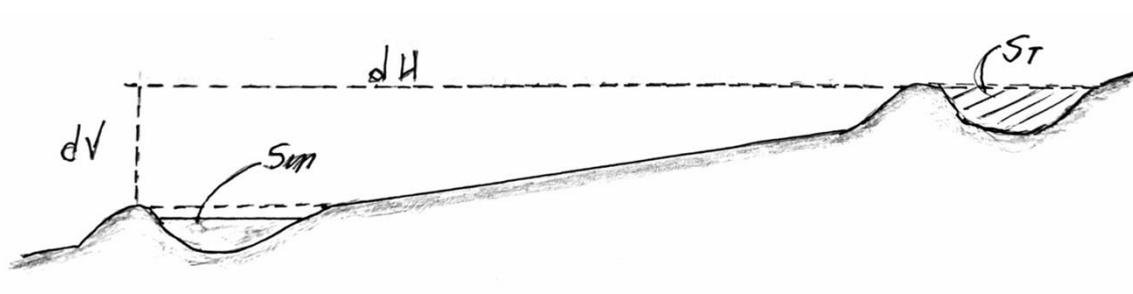
O terraceamento consiste na construção de uma estrutura transversal ao sentido do maior declive do terreno e apresenta estrutura composta de um dique e um canal, tendo a finalidade de reter e infiltrar (nos terraços em nível, ou escoar lentamente para áreas adjacentes nos terraços em desnível ou com gradiente) as águas das chuvas (BASSANI, 2023).

Teve início no Estado de São Paulo, em meados da década de trinta e a grande difusão desta prática ocorreu quando o Departamento de Engenharia Mecânica da Agricultura (DEMA) e, posteriormente, a Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), nos anos 1950 a 1980, planejaram, marcaram e orientaram a construção de milhares de quilômetros de terraços com a finalidade de defender as terras cultivadas dos efeitos da erosão (AGUIAR; CAMARGO, 2024).

De acordo com Pellegrine e Barbosa (2023) os terraços são distribuídos de acordo com as características da chuva (como quantidade, duração e intensidade), da paisagem (comprimento da rampa, rugosidade do terreno, profundidade e permeabilidade do solo) e práticas de manejo agrícola (como plantio convencional, cultivo mínimo, plantio direto).

O terraço é composto de duas partes como na Figura 3. Possui o canal coletor, de onde é retirada a massa de solo e o camalhão ou dique, construído com a massa de solo movimentada do canal (LIMA, 2021).

Figura 3: Representação de um terraço



Fonte: Acervo pessoal, 2023.

O terraço permite a contenção de enxurradas forçando a absorção da água da chuva pelo solo, ou a drenagem lenta e segura do excesso de água, protegendo a faixa que está logo abaixo dele, ao receber as águas da faixa que está acima (TELLES; ARAÚJO, 2016).

Segundo GIAROLA (2015) o terraço pode reduzir as perdas de solo em até 70-80%, e de água em até 100%, desde que seja criteriosamente dimensionamento, executado e

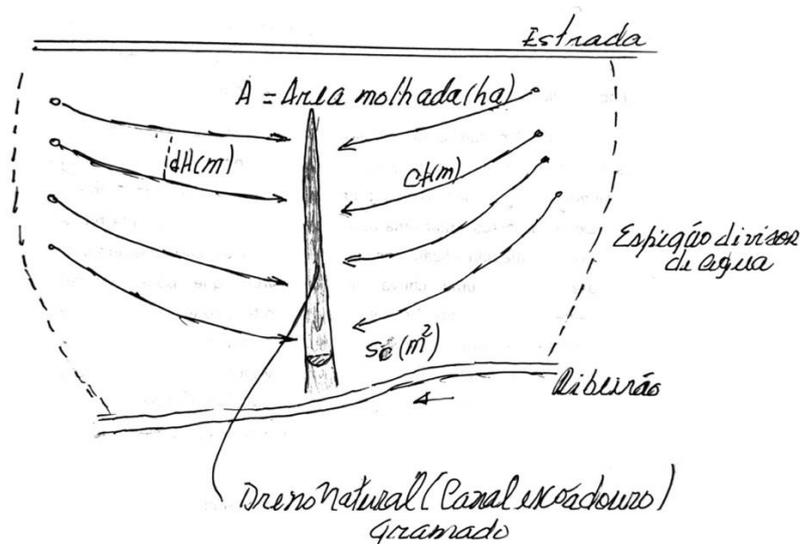
conservado e é recomendado para declives superiores a 3%, comprimentos de rampa maiores que 100 metros e topografia regular.

Quando bem planejado e bem construído, reduz as perdas de solo e água pela erosão e previne a formação de sulcos e grotas, sendo mais eficiente quando usado em combinação com outras práticas; após vários anos, seu efeito se pode notar nas melhores produções das culturas, devido à conservação do solo e da água (PELLEGRINE; BARBOSA, 2023).

Para Giarola (2015), o terraço em nível (de retenção, absorção ou infiltração) é recomendado para solos com elevada permeabilidade, regiões de precipitações baixas e até 12% de declividade; já o terraço em desnível (com gradiente, de drenagem, com declive ou de escoamento) é recomendado para solos com permeabilidade lenta ou moderada, regiões de precipitações elevadas e de até 20% de declividade.

De acordo com Sindicato Rural (2020) o *Terraceamento Agrícola* com Locação em Nível é uma das práticas, além de importante para conservação de solo, mais utilizada hoje em dia pelos produtores. Já na Figura 4, observamos canais escoadouros, que são áreas apropriadas para receber as águas derivadas do terraceamento em desnível, aproveitando, geralmente, os canais naturais de drenagens; sendo que nos solos podzólicos geralmente tem-se as linhas de drenagens bastante próximas (em torno de 500 metros aproximadamente) formando glebas naturalmente bem drenadas facilitados em virtude desses drenos e nas regiões de solos latossólicos a drenagem natural é menos evidente e por esse motivo os terraços se tornam mais alongados.

Figura 4: Representação de um canal escoadouro



Fonte: Acervo pessoal, 2023.

Portando, canais escoadouros são, em geral, as depressões no terreno (rasas e largas) em declividades moderadas estabelecidas com um leito resistente à erosão, sendo sua melhor localização a depressão natural, para onde as águas são forçadas a escorrer, bem como nos espigões (divisas naturais e caminhos) (DE MARIA et al., 2016).

O dimensionamento de canais para fins de escoamento de água é baseado no conhecimento das características hidrológicas da área, da topografia e da distribuição probabilística da precipitação (principalmente os valores extremos), tais como: topografia e uso da bacia ( $t_c$  – tempo de concentração, em min), intensidade da chuva ( $i$ , mm/h), área superficial (em ha) e uso do solo determinando o coeficiente de escoamento ( $C$ ) da área/bacia (GIAROLA, 2015).

Sobre as possíveis causas do rompimento dos terraços, Franco (2018), descreve que a falta de manutenção e acompanhamento técnico, a compactação excessiva dos solos entre os terraços, o espaçamento inadequado, a locação do primeiro terraço inadequada, a secção do canal mal dimensionada e achar que só o uso de terraços resolve, são os principais motivos.

Esse trabalho então, tem como objetivo dimensionar terraços, seja em nível ou gradiente, buscando validar os cálculos e implementações já realizados em uma propriedade rural de Sidrolândia/MS – Brasil; levando em consideração, em sua grande maioria, uma preocupação mais conservadora do cuidado com essa matéria prima essencial ressaltando a importância da conservação de solo, destacando não só a sua necessidade, mas também demonstrando que o sistema de terraços não atrapalha nas atividades agropecuárias da propriedade e pode ser usado como mais um fator a se somar na busca da preservação do solo.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

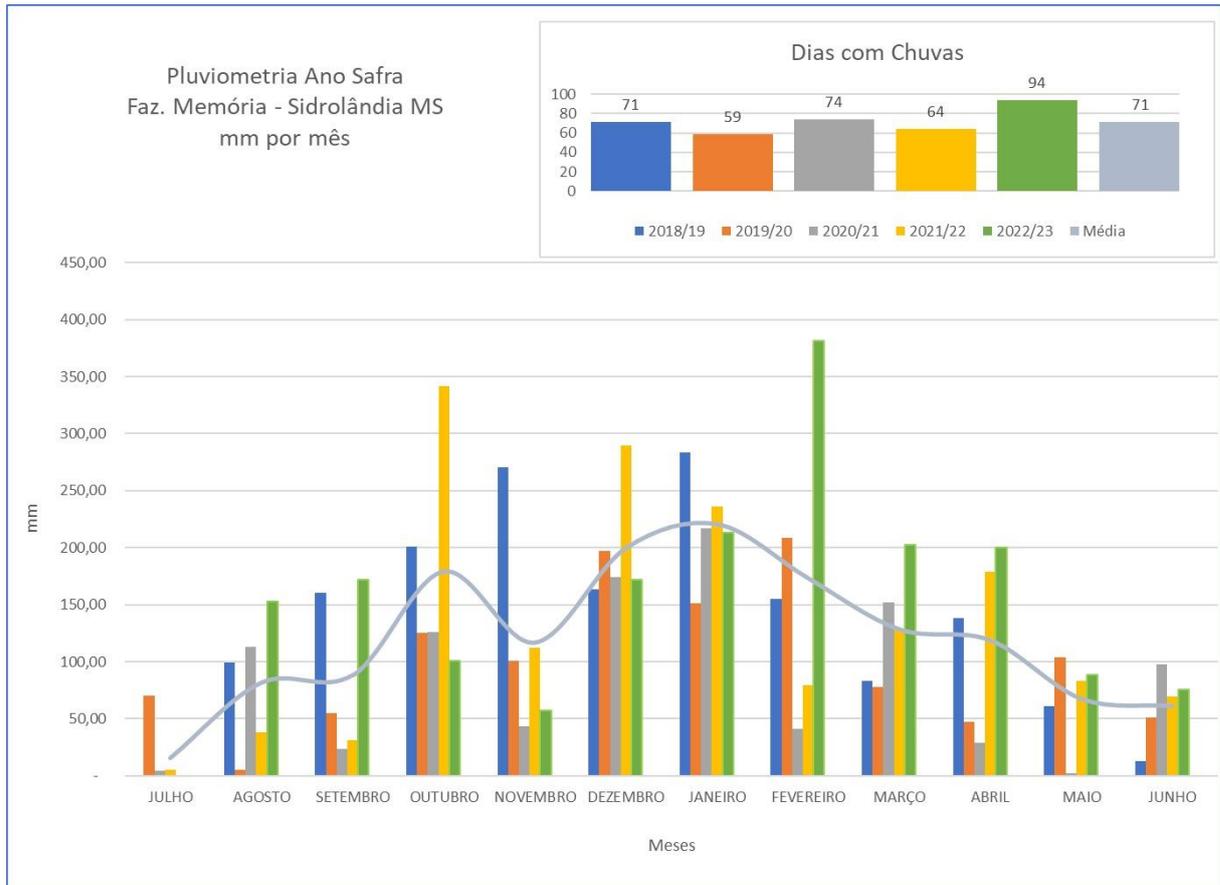
#### 3.1 ÁREA EXPERIMENTAL

O trabalho foi realizado na Fazenda Memória, propriedade da Agropecuária Memória Ltda., localizada na região do Capão Seco no município de Sidrolândia, na mesorregião Centro Norte do Mato Grosso do Sul com área total de 2.612ha, nas coordenadas 21°02'04" S e 54°33'04" W. A região possui um clima tropical caracterizado com invernos secos e verões chuvosos, com altitude entre 440 m e 500 m (dependendo da região) e tem uma grande heterogeneidade de solos. Na propriedade há solos tanto do tipo 1 (com porcentagem de teor de argila entre 10-15%), do tipo 2 (com teor de argila entre 15-35%), quanto do tipo 3 (com porcentagem de teor de argila maior que 35%), conforme norma técnica da SPA/MAPA (2021). São Latossolos Vermelho escuro, distróficos e Latossolos Amarelo com relevo suavemente ondulado, textura argilosa a arenosa e com boa característica físico-química. Não possuem impedimento para o desenvolvimento de raízes e manejo, permitindo o emprego normal de implementos agrícolas totalmente mecanizáveis, inclusive para a colheita de grãos e são favoráveis para o uso de culturas temporárias e/ou de pastagem.

De acordo com a classificação internacional de Köppen-Geiger (1936), o clima do Município de Sidrolândia apresenta o subtipo Cfa – subtropical úmido, mesotérmico, com inverno brando e verão quente, precipitação significativa em todos os meses do ano, temperatura média do mês mais frio > 10° e temperatura média do mês mais quente > 22° C (SEGOV, 2020). Segundo dados do INMET (2014), Sidrolândia apresenta temperatura média de 23° C e precipitação anual média entre 1.500 mm a 1.700 mm, sendo os meses mais chuvosos de dezembro a março e os mais secos de junho a agosto.

Conforme a Figura 5. percebe-se o rotineiro comportamento de seca no inverno e chuva no verão, já descrito, de até 5 anos atrás na região do Capão Seco de dados extraídos da estação meteorológica, com energia solar e monitoramento remoto, MISOL Eletric – IP; estação essa localizada na própria propriedade nas coordenadas geográficas 21,02° S, 54,54° W e elevação de 481 m. Mas também é visível o destaque dos anos 2021/22 e 2022/23 que extrapolaram a média em milímetros para os meses de outubro de 2021 e de fevereiro de 2023, chegando a mais de 300 mm por mês.

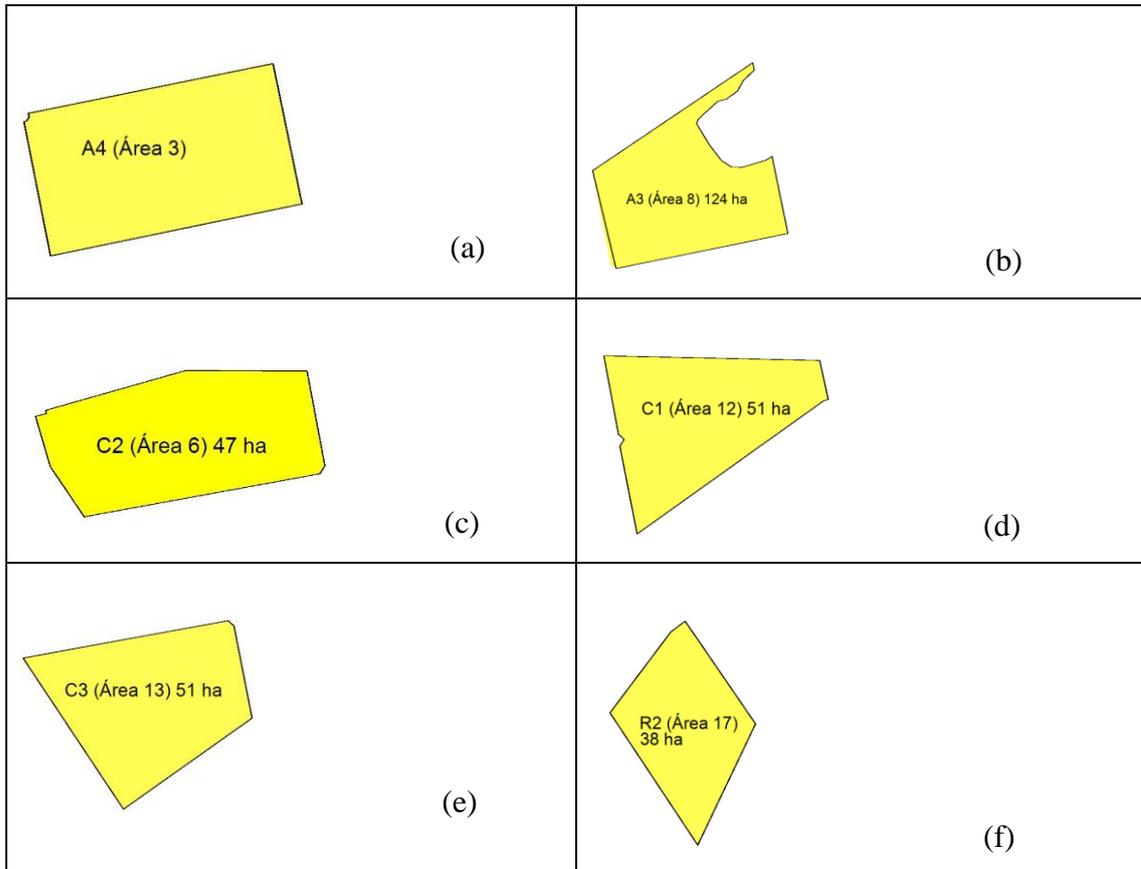
Figura 5: Precipitação ano safra – Fazenda Memória, 2018-2023



Fonte: MISOL Eletric - IP, auxílio Excel, 2023.

Dentre a diversificação de solos na região, temos a classificação física, textural e química das áreas específicas onde o trabalho será conduzido. Foram escolhidas as áreas: 03 e 08 (cujas constituem o mesmo talhão); 06 e 12 (áreas adjacentes que utilizam o mesmo canal escoador); e 13 e 17 (as duas únicas áreas na propriedade onde os terraços estão em nível) (Figura 2.). Essas escolhas foram embasadas tanto nas diferenças de classificação de solo existentes entre as áreas (através de análises de solo feitas entre 2019 e 2022) para conseguirmos dados heterogêneos nos resultados, quanto no uso diferencial dos terraços, alguns deles sendo em gradiente com escoamento, como no caso das áreas 03, 08, 06 e 12, e outros em nível com retenção, como no caso das áreas 13 e 17.

Figura 6: Áreas selecionadas para condução do trabalho



Fonte: Próprio autor, 2023.

A área 03 (Figura 6 a) com declividade média de 3,24% (possuindo uma declividade mínima de 1,3% e máxima de 5,9%), se classifica como argilosa, possuindo 51,7% de teor de argila na sua composição, 35,7% de areia e 12,5% de silte. Sendo um solo do tipo 3 com 27,2 g/kg de matéria orgânica (MO) e saturação por base (V%) = 63,3. A área 08 (Figura 6 b) com declividade média de 3,7% (possuindo uma declividade mínima de 3,2% e máxima de 6,5%), também se classifica como argilosa, possuindo 55,8% de teor de argila, 27,5% de areia e 16,6% de silte, encaixando-se também na categoria de solo tipo 3 com 33,8 g/kg de MO e V% = 62,4. As duas áreas são adjacentes e juntas possuem 124 ha.

A área 06 (Figura 6 c) possui 47 ha com declividade média de 4,0% (com uma declividade mínima de 2,9% e máxima de 7,7%), possui 17,78% de teor de argila na sua composição, 77,11% de areia e 5,11% de silte se classificando como franco-arenosa; com isso acaba se encaixando na definição de solo tipo 2, possuindo 14,29 g/Kg de matéria orgânica e V% = 62,45. A área 06 é adjacente da área 12 e dividem o mesmo canal escoador que está presente dentro do perímetro da mesma. A área 12 (Figura 6 d), de 51 ha com declividade média de 3,7% (possuindo uma declividade mínima de 0,8% e máxima de 4,0%), se classifica como

argilo-arenosa, possuindo 38,7% de teor de argila na sua composição, 52,6% de areia e 8,6% de silte. Embora seja um solo mais intermediário ele ainda se encaixa na definição de solo tipo 3, assim como as áreas anteriores. Possui 21,8 g/kg de MO e  $V\% = 47,9$ .

A área 13 (Figura 6 e), de 50 ha com declividade média de 4,3% (com declividade mínima de 3,3% e máxima de 6,1%), e a área 17 (Figura 6 f), de 38 ha com declividade de 2,7% (mínima 0,9% e máxima 5,7%), se classificam como franco-arenosas, possuindo respectivamente: 14,8% de teor de argila, 77,6% de areia e 7,3% de silte; e 15,6% de teor de argila, 76,8% de areia e 7,5% de silte. Essas áreas se caracterizam como solo tipo 1. A área 13 possui 12,35 g/kg de MO e  $V\% = 56,47$ , já a área 17 possui 10,41 g/kg de MO e  $V\% = 17,07$ .

Todas as áreas descritas são utilizadas para produção de lavoura integrada com a pecuária - como é possível observar na Figura 7. elas em destaque em vermelho -, sendo soja (*Glycine max*) de primeira safra em todas as áreas e normalmente milho (*Zea mays*) em consórcio com a brachiaria (*Brachiaria ruziziensis*) de segunda safra nas áreas 03 e 08 e 12; nas áreas 06, 13 e 17, há rotação anual do plantio de mix de cobertura como milheto (*Pennisetum glaucum*), brachiaria (*Brachiaria ruziziensis*) e crotalaria (*Crotalaria juncea*) ou o mesmo mix com adição do nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) de segunda safra, a fim de uso para pastoreio.



$$EV = 0,4518 \times K_t \times D^{0,58} \times \left( \frac{u + m}{2} \right) \quad (1)$$

(BERTONI, 1978)

Em que,

EV = espaçamento vertical entre terraços, m;

D = declive do terreno, %;

K<sub>t</sub> = índice de erosão, variável para cada tipo de solo (adimensional e tabelado);

u = fator de uso do solo (adimensional e tabelado);

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

$$EH = 100 \times (EV / D) \quad (2)$$

Onde,

EH = espaçamento horizontal entre terraços, m;

EV = espaçamento vertical entre terraços, m;

D = declividade média do terreno, %.

$$m/ha = (10.000/EH) \times A \quad (3)$$

Em que,

m/ha = metros lineares de terraços, m;

EH = espaçamento horizontal entre terraços, m;

A = área do terreno, ha.

$$Q = \frac{C \times i \times A}{360} \quad (4)$$

(RAMSER, 1927)

Em que,

Q = vazão máxima de enxurrada esperada, m<sup>3</sup>/s;

C = coeficiente de escoamento superficial (adimensional e tabelado);

i = intensidade da precipitação máxima esperada com certo período de retorno e de duração igual ao tempo de concentração da área, mm/h;

A = área superficial de captação no ponto de dimensionamento, determinada em mapa planialtimétrico, ha.

$$V = \frac{1}{n} \times RH^{2/3} \times i^{1/2} \quad (5)$$

(MANNING, 1889)

Em que,

V = velocidade da enxurrada, m/s;

n = coeficiente de rugosidade (adimensional e tabelado);

RH = raio hidráulico, m;

i = declividade do canal, m/m.

$$Q_c = V \times St \quad (6)$$

Onde,

Q<sub>c</sub> = Vazão do canal, m<sup>3</sup>/s;

V = velocidade do fluxo no canal, m/s

St = Secção transversal, m<sup>2</sup>.

$$Q' = \frac{C \times i \times A}{t} \quad (7)$$

(RAMSER, 1927)

Em que,

Q' = vazão da enxurrada, m<sup>3</sup>/s;

C = coeficiente de escoamento superficial (adimensional e tabelado);

i = intensidade de chuva menos a VIB em m/hora;

A = área de drenagem em m<sup>2</sup>;

t = tempo de uma hora em segundos = 3.600 s.

$$i_{(t,T)} = \frac{K \times T^a}{(t + b)^c} \quad (8)$$

(FRENDRICH &amp; FREITAS, 1991)

Em que,

i = intensidade máxima, mm/h;

K = constante (adimensional);

T = tempo de retorno, anos (tabelado);

t = duração da chuva, min;

a, b e c = parâmetros que devem ser determinados para cada local.

Sendo este dado, da intensidade máxima, proveniente do registro da estação pluviométrica MISOL Eletric – IP, localizada na propriedade.

$$T_c = \left( 0,87 \times \frac{L^3}{H} \right)^{0,385} \quad (9)$$

Onde,

$T_c$  = tempo de concentração (duração da chuva), h;

L = comprimento da rampa, km;

H = desnível entre o ponto mais alto e ponto considerado, m;

$$V_e = C \times h_e \times A \quad (10)$$

Em que,

$V_e$  = volume máximo de enxurrada,  $m^3$ ;

C = coeficiente de enxurrada (adimensional e tabelado);

$h_e$  = altura pluviométrica da lâmina d'água, m;

A = área entre terraços,  $m^2 = EH \times Ct$

$$h_e = (i \times t) - (VIB \times t) \quad (11)$$

(CRUCIANI, 1989)

Em que,

$h_e$  = altura pluviométrica da lâmina d'água, m;

t = hora, (para um T = 5 anos  $\therefore t = 8h$ );

i = intensidade máxima, mm/h;

VIB = velocidade de infiltração básica, mm/h.

Isso tudo visando a validação de terraços já existentes em algumas áreas (seja por 3-4 anos), avaliando a necessidade do manejo de reforma, ou não, dessas práticas conservacionistas e analisando o ajuste para a melhoria da eficiência na implantação de novas curvas em outras áreas.

Todos os terraços já dimensionados, os quais foram medidos, e as propostas de um novo dimensionamento, foram e serão feitos com terraços/canais tipo parabólicos, utilizando área da secção transversal (12), perímetro molhado (13) e raio hidráulico (14). Para terraços em nível

obteremos o volume máximo (15) e o volume da secção (16); e para terraços em desnível teremos o volume de escoamento (17) e volume que escoar na secção molhada (18).

$$St = \frac{2}{3} \times t \times d \quad (12)$$

Onde,

St = área da secção transversal, m<sup>2</sup>;

t = largura do terraço, m;

d = profundidade máxima da secção do terraço, m.

$$p = t \times \frac{8 \times d^2}{3 \times t} \quad (13)$$

Onde,

p = perímetro molhado, m.

t = largura do terraço, m;

d = profundidade máxima da secção do terraço, m.

$$RH = \frac{2}{3} \times d \quad (14)$$

Em que,

RH = raio hidráulico, m;

d = profundidade máxima da secção do terraço, m.

$$Vmáx = A \times he \times C \quad (15)$$

Onde,

Vmáx = Volume máximo, m<sup>3</sup>;

A = área drenada, m<sup>2</sup>;

he = altura pluviométrica da lâmina d'água, m;

C = coeficiente de escoamento superficial (adimensional e tabelado).

$$Vm = St \times Ct \quad (16)$$

Em que,

$V_m =$  Volume da secção,  $m^3$ ;

$St =$  área da secção transversal,  $m^2$ ;

$Ct =$  comprimento do terraço, m.

$$V_{es} = St \times V \times t_c \quad (17)$$

Em que,

$V_{es} =$  volume escoado,  $m^3$ ;

$St =$  área da secção transversal,  $m^2$ ;

$V =$  velocidade da enxurrada, m/s;

$t_c =$  tempo de duração da chuva, s.

$$Vol = V \times S_m \times t \quad (18)$$

Onde,

$Vol =$  volume que escoa na secção,  $m^3$ ;

$St =$  área da secção molhada,  $m^2$ ;

$V =$  velocidade da enxurrada, m/s;

$t =$  tempo de duração da chuva em segundos, s.

O que será levado em consideração, em sua grande maioria, será a preocupação mais conservadora do cuidado com a matéria prima essencial. Portanto, teve-se como principal objetivo a análise dos terraços já existentes (os quais foram construídos atrelados a uma maior funcionalidade e conservação), chegando a um resultado de necessidade, ou não, de manejo/reforma deles, contabilizando a vida útil dos mesmos. E se for favorável, elaborar uma implementação eficiente para usar, em novas áreas, projetos de curvas de nível com os dados obtidos a partir desse trabalho. Aqui a secção transversal será dimensionada, em relação a secção molhada, utilizando sempre uma margem de segurança de 30%.

Foi testado também, por fim, se a maneira do Eng. Agrônomo, e produtor rural, Zuldivar Abdo Denari de calcular uma secção de terraço em um terraço em desnível (19) deduzindo as fórmulas já aqui descritas, cabe-se, com uma margem considerável e fatídica, possível para se dimensionar uma secção transversal e uma secção molhada através de uma

abordagem mais simplificada, mas ao mesmo tempo conservacionista, e dinamizada para um produtor rural.

$$St = \frac{Q}{V} \quad (19)$$

Onde,

St = área da secção transversal, m<sup>2</sup>;

Q = vazão máxima de enxurrada esperada, m<sup>3</sup>/s;

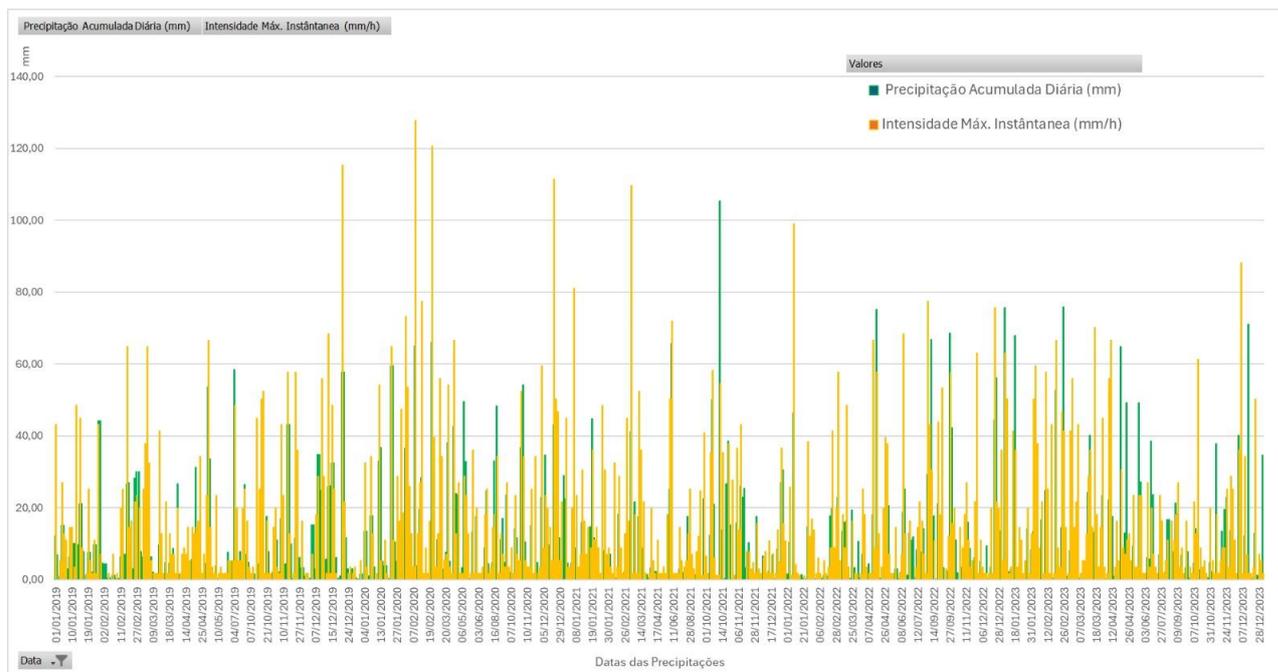
V = velocidade da enxurrada, m/s.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 LEVANTAMENTO DE CAMPO

Nesta pesquisa foi possível obtermos o valor da intensidade máxima, mm/h, proposto por Frenrich & Freitas (1991) através da estação meteorológica, MISOL Eletric – IP com um tempo de retorno - T - de 5 anos, como constado na Figura 8A, localizada na própria propriedade, contando, dessa maneira, com dados registrados precisos e recorrentes efetivamente estabelecidos e “personalizados” para o próprio local de cultivo e produção agrícola.

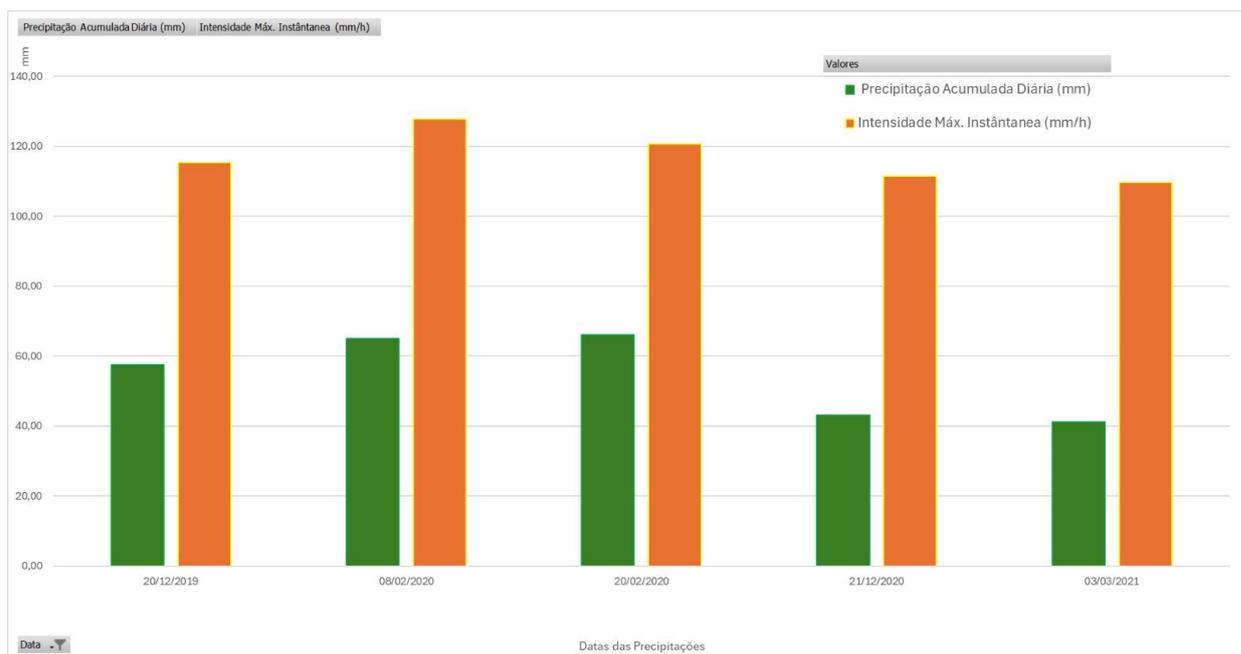
Figura 8A: Precipitações diárias – Fazenda Memória, 2019-2023



Fonte: MISOL Eletric - IP, auxílio Excel, 2024.

Os dados foram levantados desde janeiro de 2019 até dezembro de 2023, com dias em que houve precipitações, e com isso foi possível destacar 5 intensidades máximas instantâneas, mm/h, superiores a 100mm/h entre os anos de 2019, 2020 e 2021 como vemos com maior detalhe na Figura 8B.

Figura 8B: Intensidades máximas instantâneas, mm/h, superiores a 100mm/h



Fonte: MISOL Eletric - IP, auxílio Excel, 2024.

A duração das chuvas dos dias 20/12/2019, 08/02/2020, 20/02/2020, 21/12/2020 e 03/03/2021 foram respectivamente de 1h e 45 minutos, 1h e 30 minutos, 1h e 30 minutos, 2h e 45 minutos e 50 minutos (Tabela 1.). Através da duração das chuvas e as precipitações acumuladas foi possível obter que a maior intensidade mm/h já atingida na propriedade, em 5 anos, foi de 49,38mm/h da chuva do dia 03/03/2021, pela precipitação acumulada de 41,15mm sobre o tempo de 50min.

Tabela 1: Destaque das 5 intensidades máximas instantâneas, mm/h, superiores a 100mm/h

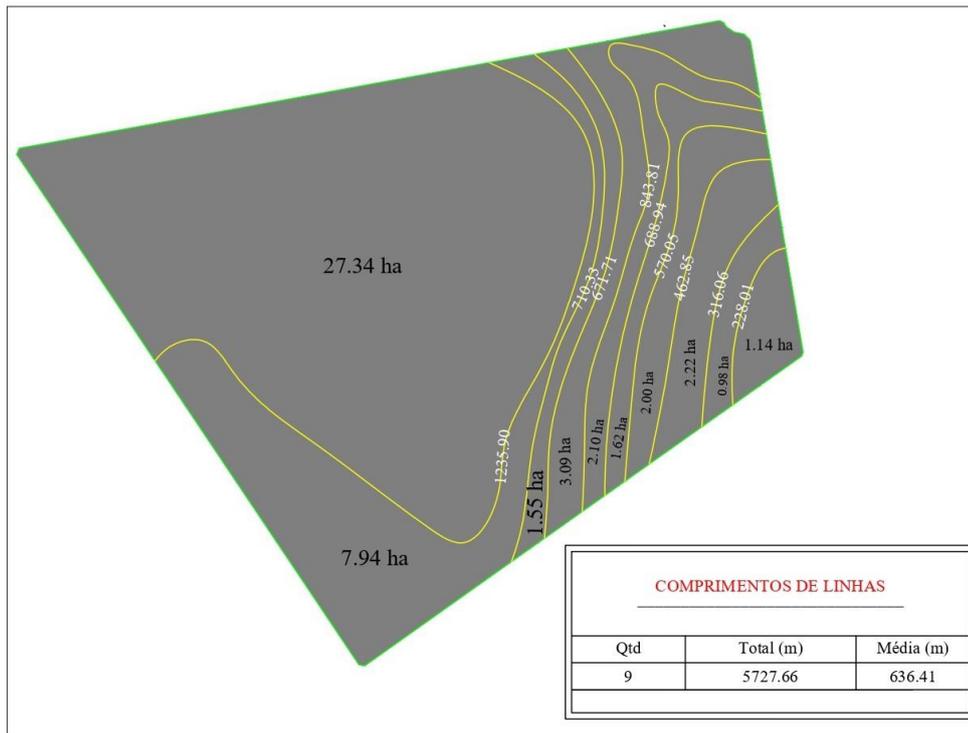
Data	Precipitação Acumulada Diária (mm)	Intensidade Máx. Instantânea (mm/h)	h	min
08/02/2020	65,02	127,76	1	30
20/02/2020	66,04	120,65	1	30
20/12/2019	57,66	115,32	1	45
21/12/2020	43,18	111,51	2	45
03/03/2021	41,15	109,73	0	50

Fonte: MISOL Eletric - IP, auxílio Excel, 2024.

As medições dos terraços já existentes se iniciaram nas duas áreas onde o dimensionamento foi efetuado em nível, área 13 e área 17. A área 13 (50ha) teve seus terraços marcados pela primeira vez entre agosto-setembro de 2021. Para seu levantamento de dados foram tirados dois pontos visados por terraços, pelo Nível Óptico, achando uma largura média dos terraços –  $t$  de 7,94m e uma profundidade média das secções –  $d$  de 0,20m (resultados

achados pela média dos valores encontrados). Através dos pontos batidos em cada crista de terraço (também foi possível achar uma média dos resultados) e pela diferença dos pontos obtivemos uma EV – distância vertical média de 1,3m. A área possui 5.727,66m lineares de terraço (Figura 9.).

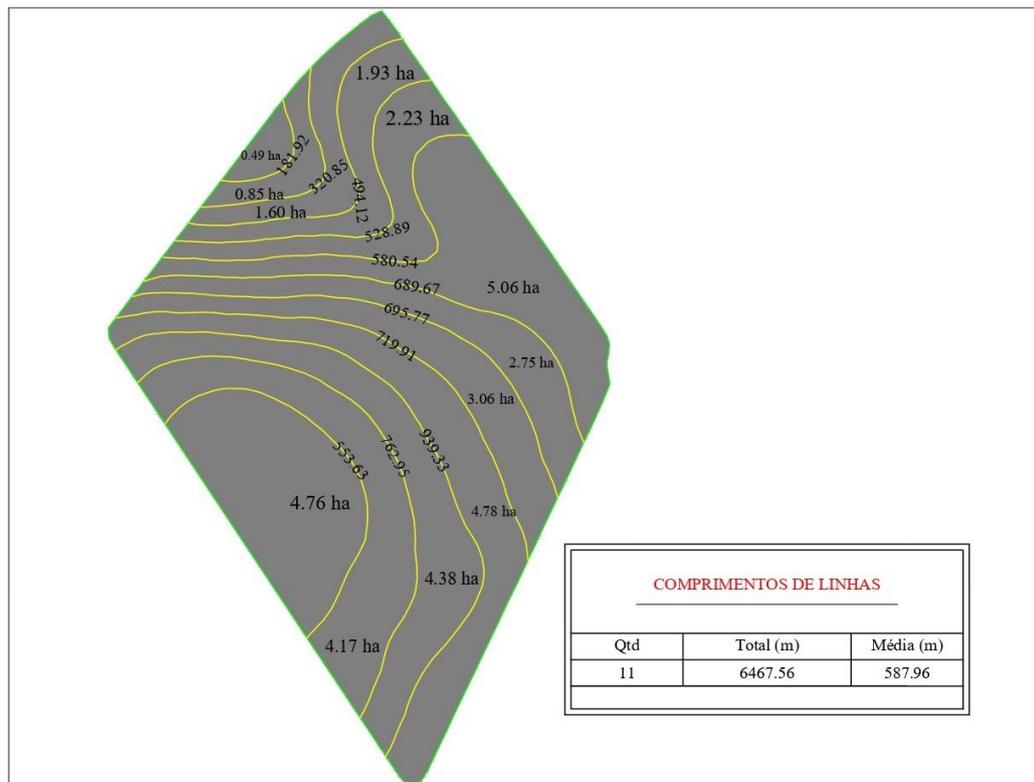
Figura 9: Área 13, 50ha, terraços dimensionados em nível



Fonte: Google Earth, auxílio Agrocad, 2024.

A área 17 (38ha) teve seus terraços marcados pela primeira vez entre maio-junho de 2023 e seu levantamento de dados ocorreu da mesma maneira que da área 13, achando uma  $t$  de 4,89m e uma  $d$  de 0,08m. Através dos pontos batidos em cada crista de terraço também foi possível achar, pela diferença dos pontos, uma EV de 1,2m. A área possui 6.467,56m lineares de terraço (Figura 10.).

Figura 10: Área 17, 38ha, terraços dimensionados em nível



Fonte: Google Earth, auxílio Agrocad, 2024.

Através da EV, foi possível achar a EH – distância horizontal média pela equação (2), onde D é a declividade média das áreas. Portanto, a EH da área 13 é de 30,23m, por possuir uma declividade média de 4,3% e a EH da área 17 é de 44,44m, por possuir uma declividade média de 2,7%.

Com isso constatamos que na área 13 a área drenada média ( $EH \times m/ha$   $\therefore 30,23m \times 5.727,66m$ ) é de 173.161,81m<sup>2</sup> e na área 17 a área drenada média ( $44,44m \times 6.467,56m$ ) é de 287.447,11m<sup>2</sup>.

A secção transversal média – St das áreas foi obtida através da equação (12), por ambas as áreas terem sido marcadas com terraços tipo parabólicos, onde na área 13 resultou em 1,04m<sup>2</sup> de secção transversal; e na área 17 resultou em 0,26m<sup>2</sup> de St.

Para as duas áreas foi utilizado um C – coeficiente de enxurrada de 0,52 retirado da Tabela 2., segundo Ramser (1927).

Tabela 2: Coeficientes de enxurrada (C) para áreas agrícolas inferiores a 5.000 ha, em função da topografia, da cobertura e do tipo de solo

COBERTURA DO SOLO	TIPO DE SOLO	CLASSES DE TOPOGRAFIA E DECLIVIDADE					
		Plano 0 – 2,5%	S. Ondulado 2,5 – 5%	Ondulado 5 – 10%	F. Ondulado 10 – 20%	Amorradada 20 – 40%	Montanhosa 40 – 100%
Culturas anuais	Argiloso	0,50	0,60	0,58	0,76	0,85	0,95
	Arenoso	0,44	0,52	0,59	0,66	0,73	0,81
	Roxo	0,40	0,48	0,54	0,61	0,67	0,75
Culturas Permanentes	Argiloso	0,40	0,48	0,54	0,61	0,67	0,75
	Arenoso	0,34	0,41	0,46	0,52	0,56	0,64
	Roxo	0,31	0,38	0,43	0,48	0,53	0,59
Pastagens limpas	Argiloso	0,31	0,38	0,43	0,48	0,53	0,59
	Arenoso	0,27	0,32	0,37	0,41	0,45	0,50
	Roxo	0,25	0,30	0,34	0,38	0,42	0,46
Capoeiras	Argiloso	0,22	0,26	0,29	0,33	0,37	0,41
	Arenoso	0,19	0,23	0,25	0,28	0,32	0,35
	Roxo	0,17	0,21	0,23	0,26	0,29	0,32
Matas	Argiloso	0,15	0,18	0,20	0,22	0,25	0,28
	Arenoso	0,13	0,15	0,18	0,20	0,22	0,24
	Roxo	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22

Fonte: CPATC – EMBRAPA (2007)

Segundo Cruciani (1989) a altura pluviométrica da lâmina d' água (equação 11): apresenta um  $t$  – tempo em hora, para um tempo de retorno de 5 anos ( $T = 5$  anos), de 8 horas. E a VIB, segundo Fonseca & Duarte (2006), é representada de acordo com a classificação do solo. Como as duas áreas se classificam como franco-arenosas, possuindo respectivamente: 77,6% de areia e 14,8% de teor de argila (área 13) e 76,8% de areia e 15,6% de teor de argila (área 17), ambas se caracterizaram como um solo de VIB alta, entre 15-30 mm/h (Figura 11.).

Figura 11: Classificação do solo a partir de sua VIB em mm/h

SOLO	VIB mm/h
Solo de VIB muito alta	> 30 mm/h
Solo de VIB alta	15 - 30 mm/h
Solo de VIB média	5 - 15 mm/h
Solo de VIB baixa	< 5

Fonte: Fonseca & Duarte (2006)

Portanto, para a velocidade de infiltração básica, foi determinado uma VIB de 25mm/h para ambas as áreas. Ainda sobre a fórmula (11), de acordo com os dados pluviométricos da propriedade, em um tempo de 5 anos, foi determinado o uso de um  $t$  – tempo em hora de 2 horas, para poder então, representar uma chuva factível e comumente recorrente para essa região do estado de Mato Grosso do Sul em destaque neste trabalho; dessa maneira achamos uma  $h_e$  de 48,76mm, ou, 0,04876m, onde  $h = 2h$ . Se usarmos Cruciani (1989) obteremos: um resultando de uma  $h_e$  de 195,04mm, ou, de 0,195m, onde  $h = 8h$ . Dessa maneira, na área 13 achamos um volume médio máximo de enxurrada –  $V_{m\acute{a}x}$  de 4.390,55m<sup>3</sup>, pela equação (15) utilizando a área drenada média na equação, e achamos um volume médio de secção –  $V_m$  de 5.948,12m<sup>3</sup>, pela equação (16), utilizando o  $C_t$  – comprimento de terraço pelos metros lineares de terraço da área toda, de 50ha.

Já na área 17 o  $V_{m\acute{a}x}$  foi de 7.288,28m<sup>3</sup>, e o  $V_m$  foi de 1.711,34m<sup>3</sup>, utilizando a área drenada média na equação de  $V_{m\acute{a}x}$  e um  $C_t$  – comprimento de terraço com os metros lineares de terraço da área total de cobertura, os 38ha, para ter um levantamento médio.

Para o levantamento de dados das áreas onde os terraços estão dimensionados em desnível também foram tirados dois pontos de vista por terraços, pelo Nível Óptico, achando uma  $t$  de 7,53m para a área 03 e 08 (124ha), 4,95m para a área 06 (47ha) e 5,8m para a área 12 (51ha) e a  $d$  de todas essas áreas foram de 0,20m.

A área 03 e 08 constituem o mesmo talhão, tendo sido antigamente áreas que eram divididas para o uso de pastoreio bovino (Figura 12.).

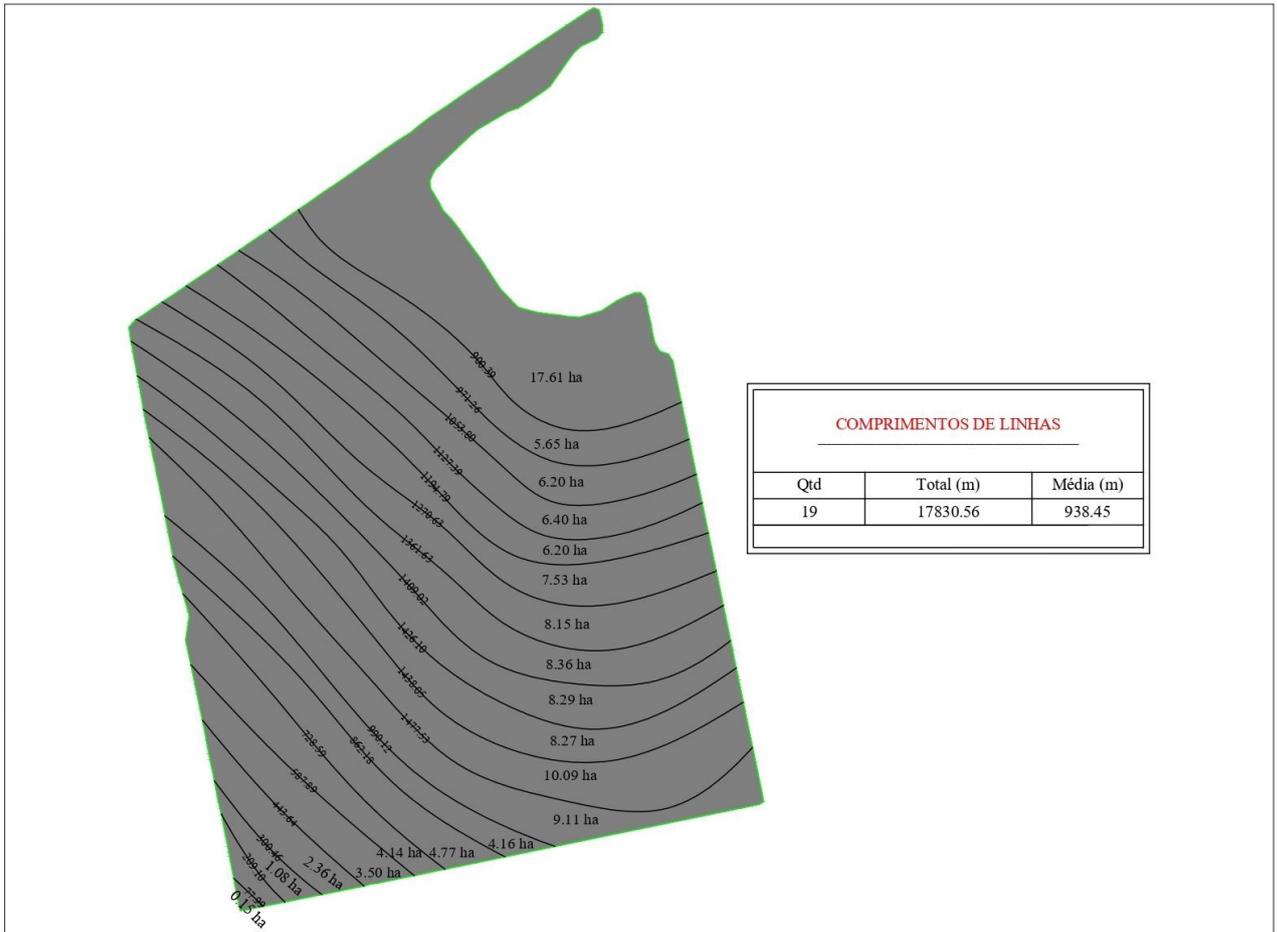
Figura 12: Onde se passava uma cerca antiga que dividia a área 03 da área 08



Fonte: Google Earth, 2024.

Porém, com a implantação da produção agrícola de soja e milho nas áreas a cerca que as dividiam foi retirada, unindo-as em um só talhão (Figura 13.). A característica diferencial delas é que ambas possuem terraços em desnível que cruzam uma a outra de maneira complementar, porém, tem-se uma diferença de 4 anos de marcação dos terraços entre elas, sendo a área 03 a primeira a ter sido marcada, em 2015, e a área 08 sendo marcada em 2019.

Figura 13: Área 03 e 08, 124 ha, terraços dimensionados em desnível



Fonte: Google Earth, auxílio Agrocad, 2024.

Em 2021 ambas passaram por uma reforma de canais, mas mantiveram sua característica em que um terraço/canal só escorre a água para ambos os lados (tanto esquerda, quanto direita), na maioria das vezes, possuindo sua cota de desnível mais alta no centro do terraço - como é possível avaliar na Tabela 3.

Cada terraço que possui a característica de escoar a água para os dois lados foi dividido entre lado A e B (Tabela 3.), e sua EV foi achada através dos desníveis de suas cotas máximas e mínimas de cada terraço, posteriormente feita a sua média, equivalendo a 2,5m; e a média EH foi medida por trena métrica de uma crista de um terraço a crista de outro, dando um resultado de 71,5m.

Há 17.629,20m lineares de terraços nessa área e a St encontrada pela equação (12) foi de 1,0m<sup>2</sup>. A área drenada média ( $EH \times m/ha$   $\therefore 71,52m \times 17.629,20m$ ) é de 1.260.761m<sup>2</sup>.

Tabela 3: Dados levantados e adquiridos sobre a área 03 e 08

Levantamento de campo									
Tal 03 e 08	Cota máx	Cota mín.	Desnível (m)	Ct (m)	EH (m)	Área (ha)	Desnível m/m	Denível %	EV Média (m)
1A	448	443	5	485	202,82	9,84	0,0103	1,03%	
1B	448	442	6	415	172,35	7,15	0,0145	1,45%	
2A	450	445	5	511	57,89	2,96	0,0098	0,98%	2
2B	450	444	6	420	68,53	2,88	0,0143	1,43%	
3A	450	448	2	568	64,76	3,68	0,0035	0,35%	0
3B	450	446	4	482	78,52	3,78	0,0083	0,83%	
4A	452	449	3	888	57,25	5,08	0,0034	0,34%	2
4B	452	448	4	242	67,2	1,63	0,0165	1,65%	
5A	454	452	2	716	55,44	3,97	0,0028	0,28%	2
5B	454	450	4	474	52,47	2,49	0,0084	0,84%	
6A	455	454	1	198	66,96	1,33	0,0051	0,51%	1
6B	455	452	3	1072	79,82	8,56	0,0028	0,28%	
7A	457	456	1	176	50,78	0,89	0,0057	0,57%	2
7B	457	455	2	1184	83,88	9,93	0,0017	0,17%	
8A	459	458	1	186	50,38	0,94	0,0054	0,54%	2
8B	459	457	2	1214	71,74	8,71	0,0016	0,16%	
9A	461	460	1	133	51,8	0,69	0,0075	0,75%	2
9B	461	459	2	1297	71,64	9,29	0,0015	0,15%	
10A	464	462	2	688	49,19	3,38	0,0029	0,29%	3
10B	464	462	2	752	77,03	5,79	0,0027	0,27%	
11A	466	464	2	670	60,91	4,08	0,0030	0,30%	2
11B	466	464	2	810	66,39	5,38	0,0025	0,25%	
12	469	467	2	990	62,75	6,21	0,0020	0,20%	3
13	472	468	4	863	42,91	3,70	0,0046	0,46%	6
14	473	470	3	729	62,68	4,57	0,0041	0,41%	4
15	474	472	2	589	66,62	3,92	0,0034	0,34%	2
16	477	476	1	444	67,88	3,01	0,0023	0,23%	4
17	479	478	1	301	64,32	1,94	0,0033	0,33%	5
18	480	479	1	132,2	49,04	0,65	0,0076	0,76%	3
<b>Total</b>				17.629,20					
				17,6292	km				
<b>Médias</b>			2,62	0,61	71,52	4,36	0,01	0,56%	2,5
						43.597,36	m <sup>2</sup>		

Fonte: Próprio autor, auxílio Excel, 2024.

A vazão média máxima de enxurrada esperada nessa área foi calculada pelo Método Racional de Ramser (1927), pela equação (4). Onde, foi utilizado um coeficiente de enxurrada –  $C = 0,60$  (Tabela 2.) por ser um solo argiloso com composição de 51,7% de teor de argila e 35,7% de areia, e de declividade média de 3,5%; a intensidade da precipitação máxima esperada com certo período de retorno e de duração –  $i$  foi a utilizada de 49,38mm/h, ou, 0,04938m/h e a área superficial de captação no ponto de dimensionamento –  $A$  foi a utilizada de 4,36ha (média das áreas de cada terraço – Tabela 3.). Com isso obtivemos uma  $Q$  – vazão média máxima de 0,36m<sup>3</sup>/s.

O volume médio máximo de enxurrada na secção –  $V_e$  foi calculado pela equação (10), que resultou em 1.798,65m<sup>3</sup>. A área utilizada na equação foi a média das áreas de cada terraço em m<sup>2</sup>, a altura pluviométrica da lâmina d'água –  $h_e$  foi calculada de acordo com os dados pluviométricos da propriedade (em um tempo de 5 anos, com um  $t$  – tempo em hora de 2 horas); esse solo se caracterizou como solo de VIB média (Figura 11.) por ser um solo argiloso

do tipo 3, assim, obtivemos:  $h_e = 0,06876\text{m}$ ; e o coeficiente de enxurrada – C foi de 0,60 (Tabela 2.).

O tempo de concentração médio foi calculado pela equação (9), onde, o comprimento da rampa – L, em km, foi utilizado a média dos metros lineares de terraços na área = 0,61km (Tabela 3.) e o desnível entre o ponto mais alto e ponto considerado – H, em m, foi utilizado a média dos desníveis = 2,62m (Tabela 3.). Totalizando  $T_c = 0,37\text{h}$ , ou, 22 minutos.

O perímetro molhado da secção – p foi achado através da equação (13), onde resultou em: 8m. E o raio hidráulico – RH foi achado através da equação (14), onde,  $RH = 0,13\text{m}$ .

A velocidade da enxurrada – V foi calculada através de Manning (1889), pela equação (5), onde, o coeficiente de rugosidade – n é obtido de diferentes fontes para canais vegetados e não vegetados, segundo Manning (1889) determinado na Tabela 4.; o que se encaixa nessa área é o de valor de 0,025. O RH foi de valor de 0,13m e a declividade do canal, m/m – i foi o utilizado da média achada pela Tabela 3. de 0,01m/m. Portanto, a V achada foi de = 0,78m/s.

Tabela 4: Valores de n - coeficiente de rugosidade obtidos de diferentes fontes

<b>Descrição</b>	<b>Valor de n</b>
<b>CANAIS NÃO VEGETADOS</b>	
Seção uniforme, bem alinhado, sem pedras ou vegetação, solo arenoso	0,016
Idem em solos argilosos	0,018
Similar acima, mas com pedregulhos e solo franco-argiloso	0,020
Pequenas variações na seção, alinhamento um pouco irregular, pedras ou gramas esparsas nas bordas em solos argilosos ou arenosos, canais arados ou gradeados	0,023
Alinhamento irregular, solos pedregosos ou em folhelhos, com bordas irregulares ou com vegetação	0,025
Seção e alinhamento irregulares, pedras e pedregulhos no fundo, com muita begetação nos taludes, pedras com até 15 cm de diâmetro, ou canal irregular erodido ou canal em rocha	0,030
<b>CANAIS VEGETADOS</b>	
Gramma muito longa (>60cm) e densa	0,06 a 0,20
Gramma longa (25 a 60 cm)	0,04 a 0,15
Gramma média (15 a 20 cm)	0,03 a 0,08
Gramma curta (5 a 15 cm)	0,03 a 0,06
Gramma muito curta (< 5 cm)	0,02 a 0,04
<b>TUBULAÇÕES</b>	
Argila	0,0108

Concreto	0,014
----------	-------

Fonte: CPATC –EMBRAPA (2007)

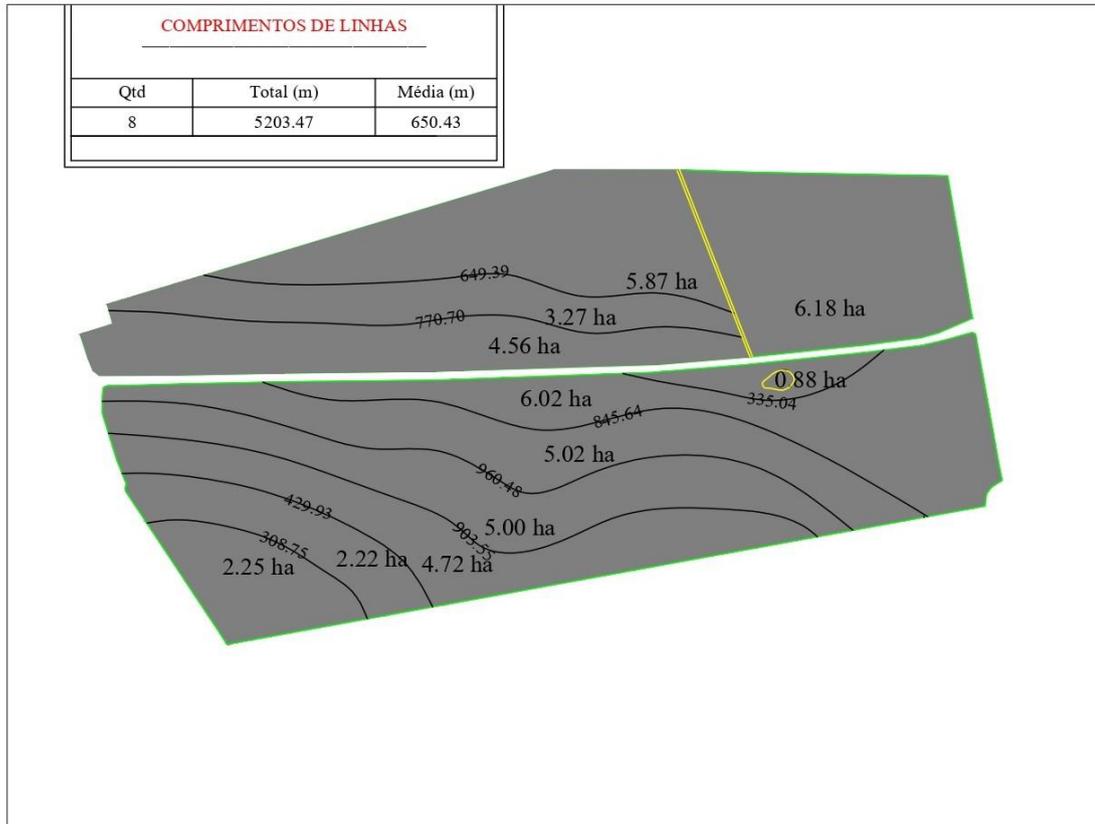
A vazão da enxurrada –  $Q'$ ,  $m^3/s$ , se dá pela fórmula de Ramser (1927) (pela equação 7), em que, o coeficiente de enxurrada –  $C$  foi utilizado no valor de 0,60 (Tabela 2.), a intensidade de chuva menos a VIB –  $i$ , em m/hora, foi a já calculada de 0,06876m/h, a área de drenagem –  $A$ , em  $m^2$ , foi a média das áreas de cada terraço (Tabela 3.) de 43.597,36 $m^2$  e o  $t$  – tempo de uma hora em segundos foi de 3.600s, totalizando uma  $Q' = 0,50m^3/s$ . E a vazão do canal –  $Q_c$ , em  $m^3/s$ , foi calculada através da equação (6), onde  $V$  é a velocidade da enxurrada, em m/s e  $St$  é a secção transversal média do canal, em  $m^2$ . Assim temos:  $Q_c = 0,78m^3/s$ .

A área 06 teve sua última reforma de canal em 2022 e possui um terraço, entre os seus oito ainda existentes, que escorre a água para ambos os lados (tanto esquerda, quanto direita), tendo esse terraço sido dividido entre A e B (Tabela 5.).

Sua EV média foi achada através dos desníveis de suas cotas máximas e mínimas de cada terraço, posteriormente feita a sua média, equivalendo a 1,75m; e a média da EH foi medida por trena métrica de uma crista de um terraço a crista de outro, dando um resultado de 47,43m.

Nessa área há somente 5.202,93m lineares de terraços e a  $St$  encontrada foi de 0,66 $m^2$ . A área drenada média ( $EH \times m/ha \therefore 47,43m \times 5.202,93m$ ) é de 246.798 $m^2$ .

Figura 14: Área 06, 47 ha, terraços dimensionados em desnível



Fonte: Google Earth, auxílio Agrocad, 2024.

Tabela 5: Dados levantados e adquiridos sobre a área 06

Levantamento de campo										
Tal 06	Cota máx	Cota min	Desnível (m)	Ct (m)	EH (m)	Área (ha)	Desnível m/m	Denível %	EV	Média
1	504	503	1	649,39	43,41	2,82	0,0015	0,15%		
2	507	506	1	770,7	42,15	3,25	0,0013	0,13%	3	
3	512	508	4	335,04	38,21	1,28	0,0119	1,19%	5	
4	514	510	4	845,64	47,33	4,00	0,0047	0,47%	2	
5	514	511	3	960,48	48,34	4,64	0,0031	0,31%	0	
6A	516	513	3	605	41,88	2,53	0,0050	0,50%	2	
6B	516	513	3	298	64,16	1,91	0,0101	1,01%		
7	517	515	2	429,93	48,14	2,07	0,0047	0,47%	1	
8	518	517	1	308,75	53,29	1,65	0,0032	0,32%	1	
<b>Total</b>				5.202,93						
				5,2029 Km						
<b>Médias</b>			2,44	0,58	47,43	2,68	0,01	0,51%	1,75	
						26.837,54 m <sup>2</sup>				

Fonte: Próprio autor, auxílio Excel, 2024.

A vazão média máxima de enxurrada esperada nessa área foi calculada pelo Método Racional de Ramser (1927) pela equação (4), onde, foi utilizado um coeficiente de enxurrada –  $C = 0,52$  (Tabela 2.) por ser um solo franco-arenoso com composição de 71,11% de teor de areia e 17,78% de argila, e de declividade média de 4,0%; a intensidade da precipitação máxima

esperada com certo período de retorno e de duração –  $i$  foi a utilizada de 49,38mm/h, ou, 0,04938m/h e a área superficial de captação no ponto de dimensionamento –  $A$  foi a utilizada de 2,68ha (média das áreas de cada terraço – Tabela 5.). Com isso obtivemos uma  $Q$  de 0,19m<sup>3</sup>/s.

O  $Ve$  foi calculado e resultou em 680,47m<sup>3</sup>. A área utilizada na equação foi a média das áreas de cada terraço em m<sup>2</sup>, a  $he$  foi calculada de acordo com os dados pluviométricos da propriedade (em um tempo de 5 anos, com um  $t$  – tempo em hora de 2 horas); esse solo se caracterizou como solo de VIB alta (Figura 11.) por ser um solo franco-arenoso do tipo 2, assim, obtivemos:  $he = 0,04876m$ ; e o coeficiente de enxurrada –  $C$  foi de 0,52 (Tabela 2.).

O tempo de concentração médio foi calculado pela equação (9), onde, o comprimento da rampa –  $L$ , em km, foi utilizado a média dos metros lineares de terraços na área = 0,58km (Tabela 5.) e o desnível entre o ponto mais alto e ponto considerado –  $H$ , em m, foi utilizado a média dos desníveis = 2,44m (Tabela 5.). Totalizando  $Tc = 0,36h$ , ou, 21 minutos.

O perímetro molhado da secção –  $p$  foi achado através da equação (13), onde resultou em: 5m. E o RH achado foi de 0,13m.

A velocidade da enxurrada –  $V$  foi calculada através de Manning (1889) (equação 5), onde, o coeficiente de rugosidade –  $n$  foi determinado na Tabela 4. o valor de 0,025. O RH foi de valor de 0,13m e a declividade do canal, m/m –  $i$  foi o utilizado da média achada pela Tabela 5. de 0,01m/m. Portanto, a  $V$  achada foi de = 0,74m/s.

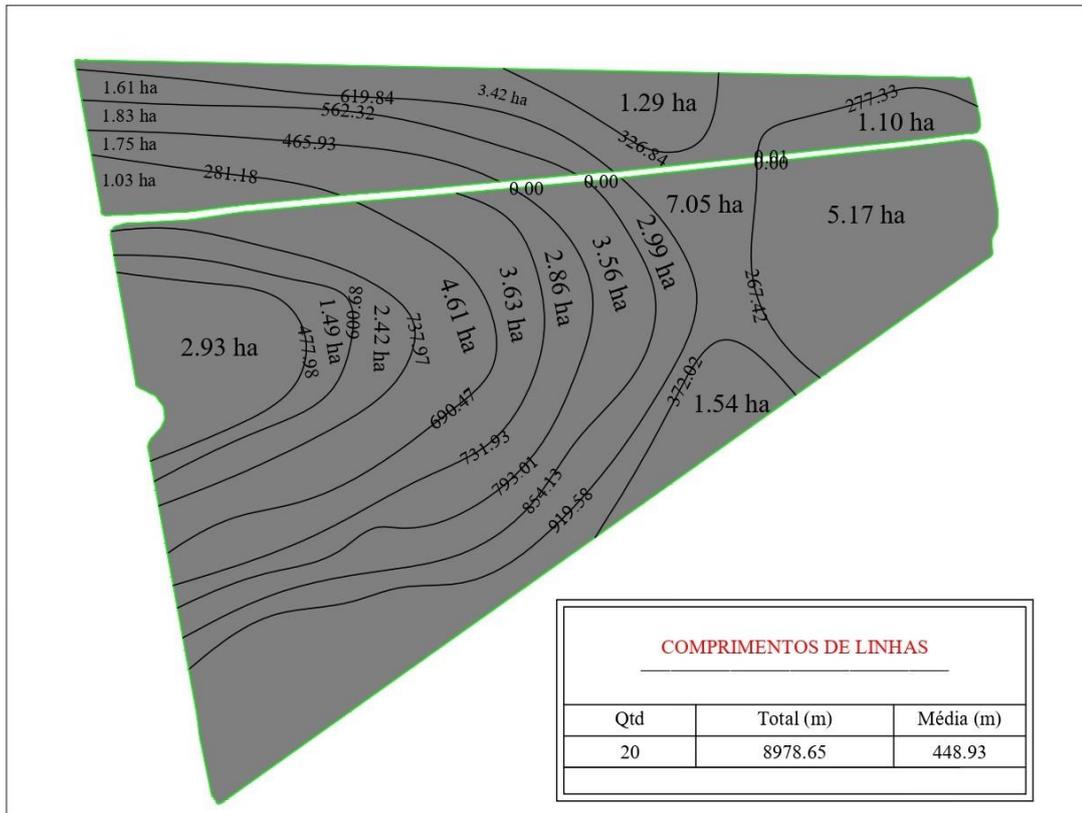
A vazão da enxurrada –  $Q'$ , m<sup>3</sup>/s, se dá pela fórmula de Ramser (1927) (pela equação 7), em que, o coeficiente de enxurrada –  $C$  foi utilizado no valor de 0,52 (Tabela 2.), a intensidade de chuva menos a VIB –  $i$ , em m/hora, foi a já calculada de 0,04876m/h, a área de drenagem –  $A$ , em m<sup>2</sup>, foi a média das áreas de cada terraço (Tabela 5.) de 26.837,54m<sup>2</sup> e o  $t$  – tempo de uma hora em segundos foi de 3.600s, totalizando uma  $Q' = 0,19m^3/s$ . E a vazão do canal –  $Qc$ , em m<sup>3</sup>/s, foi de 0,49m<sup>3</sup>/s.

A área 12 teve seus terraços marcados em 2017 e também possui alguns terraços que escorrem a água para ambos os lados (tanto esquerda, quanto direita), tendo esses terraços sido divididos entre A e B (Tabela 6.).

Sua EV média foi achada através dos desníveis de suas cotas máximas e mínimas de cada terraço, posteriormente feita a sua média, equivalendo a 1,42m; e a média da EH foi medida por trena métrica de uma crista de um terraço a crista de outro, dando um resultado de 57,79m.

Nessa área há 8.981,35m lineares de terraços e a  $St$  encontrada foi de 0,77m<sup>2</sup>. A área drenada média ( $EH \times m/ha \therefore 57,79m \times 8.981,35m$ ) é de 519.009m<sup>2</sup>.

Figura 15: Área 12, 51 ha, terraços dimensionados em desnível



Fonte: Google Earth, auxílio Agrocad, 2024.

Tabela 6: Dados levantados e adquiridos sobre a área 12

Levantamento de campo									
Tal 12	Cota máx	Cota min	Desnível (m)	Ct (m)	EH (m)	Área (ha)	Desnível m/m	Desnível %	EV Média
1	515	513	2	477,98	199,04	9,51	0,004	0,42%	
2	515	512	3	600,68	59,51	3,57	0,005	0,50%	
3	513	511	2	737,97	73,07	5,39	0,003	0,27%	2
4A	511	509	2	690,47	71,51	4,94	0,003	0,29%	2
4B	510	509	1	281,18	49,01	1,38	0,004	0,36%	1
5	509	507	2	731,93	59,6	4,36	0,003	0,27%	1
6A	508	507	1	793,01	48,37	3,84	0,001	0,13%	1
6B	508	507	1	465,93	55,25	2,57	0,002	0,21%	
7A	507	504	3	854,13	50,79	4,34	0,004	0,35%	1
7B	506	504	2	562,32	43,57	2,45	0,004	0,36%	1
8A	506	504	2	919,58	48,14	4,43	0,002	0,22%	
8B	505	503	2	619,84	39,65	2,46	0,003	0,32%	1
9A	503	501	2	113	26,7	0,30	0,018	1,77%	2
9B	503	501	2	214	29,17	0,62	0,009	0,93%	
10A	504	502	2	102	37,55	0,38	0,020	1,96%	1
10B	504	502	2	271	59,51	1,61	0,007	0,74%	
11A	506	504	2	175	33,41	0,58	0,011	1,14%	2
11B	506	503	3	94	44,44	0,42	0,032	3,19%	
12	504	503	1	277,33	69,67	1,93	0,004	0,36%	2
<b>Total</b>				8.981,35					
				8,9814	Km				
<b>Médias</b>			1,95	0,47	57,79	2,90	0,01	0,73%	1,42
						28.998,74	m <sup>2</sup>		

Fonte: Próprio autor, auxílio Excel, 2024.

A vazão média máxima de enxurrada esperada nessa área foi calculada pelo Método Racional de Ramser (1927) e foi utilizado um coeficiente de enxurrada –  $C = 0,52$  (Tabela 2.) por ser um solo argilo-arenoso mas com composição de 52,6% de teor de areia e 38,7% de argila, e de declividade média de 3,7%; a intensidade da precipitação máxima esperada com certo período de retorno e de duração –  $i$  foi a utilizada de 49,38mm/h, ou, 0,04938m/h e a área superficial de captação no ponto de dimensionamento –  $A$  foi a utilizada de 2,90ha (média das áreas de cada terraço – Tabela 6.). Com isso obtivemos uma  $Q = 0,21\text{m}^3/\text{s}$ .

O  $V_e$  foi calculado e resultou em  $735,269\text{m}^3$ . A área utilizada na equação foi a média das áreas de cada terraço em  $\text{m}^2$ , a  $h_e$  foi calculada de acordo com os dados pluviométricos da propriedade (em um tempo de 5 anos, com um  $t$  – tempo em hora de 2 horas); esse solo se caracterizou como solo de VIB alta (Figura 11.) por ser um solo com 52,6% de teor de areia, assim, obtivemos:  $h_e = 0,04876\text{m}$ ; e o coeficiente de enxurrada –  $C$  foi de 0,52 (Tabela 2.).

O tempo de concentração médio foi calculado pela equação (9), onde, o comprimento da rampa –  $L$ , em km, foi utilizado a média dos metros lineares de terraços na área = 0,47km (Tabela 6.) e o desnível entre o ponto mais alto e ponto considerado –  $H$ , em m, foi utilizado a média dos desníveis = 1,95m (Tabela 6.). Totalizando  $T_c = 0,31\text{h}$ , ou, 19 minutos.

O perímetro molhado da secção –  $p$  foi achado através da equação (13), onde resultou em: 6m. E o RH achado foi de 0,13m.

A  $V$  foi calculada através de Manning (1889), onde, o coeficiente de rugosidade –  $n$  foi determinado na Tabela 4. o valor de 0,025. O RH foi de valor de 0,13m e a declividade do canal,  $m/m - i$  foi o utilizado da média achada pela Tabela 6. de 0,01m/m. Portanto, a  $V$  achada foi de = 0,89m/s.

A  $Q'$ ,  $m^3/s$ , se dá pela fórmula de Ramser (1927), em que, o coeficiente de enxurrada –  $C$  foi utilizado no valor de 0,52 (Tabela 2.), a intensidade de chuva menos a  $VIB - i$ , em  $m/hora$ , foi a já calculada de 0,04876m/h, a área de drenagem –  $A$ , em  $m^2$ , foi a média das áreas de cada terraço (Tabela 6.) de 28.998,74m<sup>2</sup> e o  $t$  – tempo de uma hora em segundos foi de 3.600s, totalizando uma  $Q' = 0,20m^3/s$ .

E a  $Q_c$ , em  $m^3/s$ , foi de = 0,69.

## 4.2 DIMENSIONAMENTOS

Através dos levantamentos de dados percebe-se que a área 13 possui  $St$  média de 1,04m<sup>2</sup> e um  $V_m$  médio de 5.948,12m<sup>3</sup>. Sendo o  $V_{máx}$ , com uma chuva de intensidade máxima –  $i$  de 49,38mm por 2h, de 4.390,55m<sup>3</sup> calculado segundo uma chuva de 2h = 48,76mm, ou 0,04876m, fica claro que os terraços ainda estão retendo a chuva das áreas drenadas. Porém, se utilizarmos a mesma chuva de  $i = 49,38mm$ , mas para um tempo de 8h, como propõe a fórmula de Cruciani (1989) acharemos  $h_e = 195,04mm$ , ou, 0,195m, e achamos um  $V_{máx}$  de 17.562,21m<sup>3</sup>. Neste caso a secção do terraço não suportaria essa chuva.

Para descobrirmos uma secção que suporte tal fenômeno extremo foi dimensionado do zero terraços em nível para essa área em questão.

Para dimensionar um espaçamento vertical –  $EV$  foi utilizado Bertoni (1978) pela equação (1), onde,  $K_t$  = índice de erosão, variável para cada tipo de solo (adimensional e tabelado – Tabela 7.);  $u$  = fator de uso do solo (adimensional e tabelado – Tabela 8.) e  $m$  = fator de preparo do solo e manejo de restos culturais (adimensional e tabelado – Tabela 9.).

Tabela 7: Agrupamento de solos segundo suas propriedades, características e resistência à erosão –  $K_t$

Grupo	Grupo de Resistência à erosão	Profundidade (m)	Permeabilidade	Textura	Razão textural	Exemplo	Índice $K_t$
A	Alto	Muito profundo (>2 m) ou profundos (1 a 2m)	Rápida a moderada ou moderada/rápida	Média/média m.argilosa/m.argilosa argilosa/argilosa	<1.2	LR, LE, LV, LH, LVa	1.25
B	Moderado	Profundos (1 a 2m)	Rápida/rápida moderada/moderada Moderada/moderada	Arenosa/arenosa Arenosa/média Arenosa/argilosa Argilosa /m.argilosa	1.2 – 1.5	PV, PL, TE, PVLs, R, RPV, RLV,	1.10
C	Baixo	Profundos (1 a 2m) a moderadamente profundos (0.5 a 1.0 m)	Lenta/rápida lenta/moderada rápida/moderada	Arenosa/média Média/argilosa Arenosa/ Argilosa arenosa /m.argilosa	>1.5	Pml, PVp PVLs, PVLs,	0.90
D	M. baixo	Moderadamente profundos (0,5 a 1m) ou rasos (0.25 a 0.5 m)	Rápida, moderada ou lenta sobre lenta	Muito variável	variável	Li, Pv	0.75

Fonte: CATI – Manual de Terraceamento Agrícola (1991)

Tabela 8: Grupo de culturas e seus respectivos índices de uso da terra – u

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, abobora, 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	1.25
5	Banana, café, citros e frutíferas permanentes	1.50
6	Pastagens e/ou capineiras	1.75
7	Reflorestamento, cacau e seringueira	2.00

Fonte: CATI – Manual de Terraceamento Agrícola (1991)

Tabela 9: Grupo de preparo de solo e manejo dos restos culturais com seus respectivos índices

– m

Grupo	Preparo primário	Preparo secundário	Restos culturais	Índice m
1	Grade pesada ou enxada rotativa	Grade niveladora	Incorporados ou queimados	0.50
2	Arado de discos ou aivecas	Grade niveladora	Incorporados ou queimados	0.75
3	Grade leve	Grade niveladora	Parcialmente incorporado com ou sem rotação de culturas	1.00
4	Arado escarificador	Grade niveladora	Parcialmente incorporado com ou sem rotação de culturas	1.50
5	Sem preparo	Plantio direto	Superfície do terreno	2.00

Fonte: CATI – Manual de Terraceamento Agrícola (1991)

Para essa área então obtivemos  $EV = 1,42m$ . Para se calcular o EH foi utilizado a equação (2), portanto,  $EH = 33,05m$ , obtendo  $15.126,79m$  lineares de terraço necessários para a área. Foi calculado  $500.00m^2$  de área drenada – A e um  $V_{máx}$  de  $50.710,40m^3$  para um he de  $0,195m$ . O  $V_m$  então foi de  $97.520m^3$  e foi achado uma  $St$  de  $6,45m^2$ , para suportar essa chuva de  $49,38mm$  por 8h e VIB de  $25mm/h$ .

Como um terraço com essas dimensões tem um custo de construção muito elevado, que impacta também uma área significativa - reduzindo a área plantada no talhão - além de dificultar nos tratos culturais (tráfego de máquinas), entendemos que é inviável sua construção. Analisando também que uma chuva com esse volume no estado do Mato Grosso do Sul é pouco factível, se caracterizando como um fenômeno extremo que fatalmente irá saturar o solo muito antes de 8 horas, decidiu-se por dimensionarmos terraços em nível utilizando a mesma chuva de  $49,38mm$ , porém, por 2h, fato esse mais previsível e recorrente na característica do Estado. Obtendo então, um  $V_{máx}$  de  $12.677,60m^3$  (com a mesma VIB de  $25mm/h$ ), uma  $St$  de  $1,61m^2$  e um  $V_m$  de  $24.380m^3$ .

Para a área 17, observamos que nem para a chuva de  $he = 0,04876m$  ( $49,38mm$  por 2h) com  $V_{máx}$  de  $7.288,28$  a secção está suportando, pois, os terraços estão com  $0,26m^2$  de  $St$  (muito rasos) e  $1.711,34m^3$  de  $V_m$ . Ao dimensionarmos para uma chuva de  $49,38mm$  por 8h

e VIB de 25mm/h obtivemos um  $V_{m\acute{a}x}$  de 38.539,90m<sup>3</sup>, uma  $St$  de 7,84m<sup>2</sup> e um  $V_m$  de 74.115,20m<sup>3</sup>. Pelo mesmo fato descrito acima sobre terraços com tais dimensões, dimensionamos então para a chuva de 49,38mm por 2h e VIB de 25mm/h obtendo: um  $V_{m\acute{a}x}$  de 9.634,98m<sup>3</sup>, uma  $St$  de 1,96m<sup>2</sup> e um  $V_m$  de 18.528,80m<sup>3</sup>, sendo este volume de secção mais do que necessário para suportar a chuva em questão.

Sobre os terraços em desnível das áreas 03 e 08, 06 e 12 vamos conseguir observar terraço por terraço em que a  $Q_c$  está inferior a  $Q'$ .

Na área 03 e 08 foi calculada uma  $Q'$  média de 0,50m<sup>3</sup>/s, uma  $V$  de 0,78m/s, um  $V_m$  médio de 1.798,65m<sup>3</sup> e uma  $St$  média de 1,0m<sup>2</sup>. Para acharmos uma secção molhada média –  $S_m$ , em m<sup>2</sup>, foi estipulado que ainda havia uma margem de segurança de 20%, a qual foi embasada sua construção no início e que é também recomendado, para sua consolidação natural, margens de até 30% (SCHWAB et al., 1981), obtendo então uma  $S_m$  de 0,80m<sup>2</sup>. A  $Q_c$  média foi encontrada no valor de 0,78m<sup>3</sup>/s. Porém, ao analisarmos a Tabela 10. conseguimos observar, destacado em vermelho, os terraços que estão com a  $Q_c < Q'$ . Isso pode se dar por alguns fatores como, a despadronização dos desníveis m/m, principalmente quando relacionados ao tamanho da área de cada terraço, mudando diretamente a velocidade de escoamento da água, pode se dar por erro de marcação, pode se dar por assoreamento dos canais pelo período de tempo já utilizados e pelas suas continuidades tendo sido marcadas com 5 anos de separação entre a área 03 e a área 08.

Tabela 10: Dados levantados para análise da área 03 e 08

Tal 03 e 08	Levantamento de campo									
	Área (ha)	Desnível m/m	Q (m³/s)	V - (m/s)	Vmáx (m³)	Volume escoado (m³)	Relação	Sm (m²)	Qc (m³/s)	Q' (m³/s)
1A	9,84	0,0103	0,81	1,06	4.058,26	6.129,94	66%	0,53	0,85	1,13
1B	7,15	0,0145	0,59	1,26	2.950,85	7.259,28	41%	0,33	1,01	0,82
2A	2,96	0,0098	0,24	1,03	1.220,43	5.971,96	20%	0,16	0,83	0,34
2B	2,88	0,0143	0,24	1,25	1.187,45	7.215,94	16%	0,13	1,00	0,33
3A	3,68	0,0035	0,30	0,62	1.517,55	3.582,47	42%	0,34	0,50	0,42
3B	3,78	0,0083	0,31	0,95	1.561,40	5.499,82	28%	0,23	0,76	0,43
4A	5,08	0,0034	0,42	0,61	2.097,37	3.509,10	60%	0,48	0,49	0,58
4B	1,63	0,0165	0,13	1,34	670,92	7.761,83	9%	0,07	1,08	0,19
5A	3,97	0,0028	0,33	0,55	1.637,66	3.190,81	51%	0,41	0,44	0,45
5B	2,49	0,0084	0,20	0,96	1.026,07	5.546,04	19%	0,15	0,77	0,29
6A	1,33	0,0051	0,11	0,74	546,98	4.290,51	13%	0,10	0,60	0,15
6B	8,56	0,0028	0,70	0,55	3.530,15	3.193,78	111%	0,89	0,44	0,98
7A	0,89	0,0057	0,07	0,79	368,72	4.550,78	8%	0,07	0,63	0,10
7B	9,93	0,0017	0,82	0,43	4.097,30	2.481,31	165%	1,33	0,34	1,14
8A	0,94	0,0054	0,08	0,77	386,60	4.426,76	9%	0,07	0,61	0,11
8B	8,71	0,0016	0,72	0,42	3.593,08	2.450,46	147%	1,18	0,34	1,00
9A	0,69	0,0075	0,06	0,91	284,23	5.234,99	5%	0,04	0,73	0,08
9B	9,29	0,0015	0,76	0,41	3.833,39	2.370,76	162%	1,30	0,33	1,06
10A	3,38	0,0029	0,28	0,56	1.396,22	3.255,09	43%	0,34	0,45	0,39
10B	5,79	0,0027	0,48	0,54	2.389,82	3.113,49	77%	0,62	0,43	0,66
11A	4,08	0,0030	0,34	0,57	1.683,64	3.298,52	51%	0,41	0,46	0,47
11B	5,38	0,0025	0,44	0,52	2.218,58	2.999,95	74%	0,59	0,42	0,62
12	6,21	0,0020	0,51	0,47	2.562,93	2.713,56	94%	0,76	0,38	0,71
13	3,70	0,0046	0,30	0,71	1.527,76	4.110,23	37%	0,30	0,57	0,42
14	4,57	0,0041	0,38	0,67	1.885,14	3.872,92	49%	0,39	0,54	0,52
15	3,92	0,0034	0,32	0,61	1.618,85	3.518,03	46%	0,37	0,49	0,45
16	3,01	0,0023	0,25	0,50	1.243,40	2.865,17	43%	0,35	0,40	0,35
17	1,94	0,0033	0,16	0,60	798,73	3.479,84	23%	0,18	0,48	0,22
18	0,65	0,0076	0,05	0,91	267,47	5.250,81	5%	0,04	0,73	0,07

Fonte: Próprio autor, auxílio Excel, 2024.

Para uma proposta de dimensionamento com a chuva de  $i = 49,38\text{mm/h}$  para 2h com uma VIB de  $15\text{mm/h}$ , ou seja, uma  $h_e$  de  $0,06878\text{m}$ , foi estipulado um terraço de  $800\text{m}$  de Ct. Encontramos um EV de  $1,4\text{m}$  e um EH de  $44,05\text{m}$ , onde a declividade média da área é de  $3,5\%$ . A área encontrada então foi de  $35.2338,03\text{m}^2$ , ou  $3,52\text{ha}$ . O desnível estipulado foi de  $0,0015\text{m/m}$  obtendo então uma V de  $0,53\text{m/s}$  (sendo o RH estipulado em  $0,20\text{m}$ ) e a secção molhada foi estipulada em  $0,80\text{m}^2$ . Com isso obtivemos um  $V_{\text{máx}}$  de  $1.453,78\text{m}^3$ , uma vazão da chuva – Q de  $0,29\text{m}^3/\text{s}$  através do Método Racional de Ramser (1927) (equação 4) e uma vazão de enxurrada – Q' de  $0,40\text{m}^3/\text{s}$ . O volume que escoar na secção – Vol, em  $\text{m}^3$ , durante essa chuva de 2h foi encontrado pela equação (18), onde t é o tempo de 2h em segundos, portanto,  $7200\text{s}$ , e o Vol resultou em  $3.051,74\text{m}^3$ . Pela relação, em porcentagem, do  $V_{\text{máx}}$  sobre o  $\text{Vol} = 1.453,78\text{m}^3 / 3.051,74\text{m}^3$  temos um resultado de  $48\%$ , demonstrando que a  $S_m$  – secção molhada necessária para este canal seria de  $0,38\text{m}^2$ ,  $48\%$  da secção que havíamos estipulado no início dos cálculos. Pelo Vol foi possível achar uma  $Q_c = \text{Vol} / t$  :  $Q_c = 3.051,74\text{m}^3 / 7200\text{s} = 0,42\text{m}^3/\text{s}$ . E a  $S_t$  foi dimensionada com uma margem de segurança de  $30\%$ , sendo então:  $S_t = 1,3 \times 0,38\text{m}^2 = 0,50\text{m}^2$ .

Para uma proposta de dimensionamento com a chuva de  $i = 49,38\text{mm/h}$  para 8h com uma VIB de  $15\text{mm/h}$ , ou seja, uma he de  $0,275\text{m}$  não foi possível permanecer com o desnível  $m/m$  no valor de  $0,0015\text{m/m}$ , pois a  $Q_c$  daria  $0,42\text{m}^3/\text{s}$  enquanto a  $Q'$  daria  $1,62\text{m}^3/\text{s}$  com o  $V_{\text{máx}}$  no valor de  $5.815,12\text{m}^3$  e o Vol, com essa chuva por 8h, com valor de  $12.206,98\text{m}^3$ . Então, por tentativa e erro, o desnível que suportaria uma  $Q_c$  necessária foi o encontrado no valor de  $0,025\text{m/m}$ . Porém, este desnível acaba por calcular uma  $V$  no valor de  $2,16\text{m/s}$  (tendo usado um RH no mesmo valor de  $0,20\text{m}$ ), que acaba por calcular um Vol de  $49.834,77\text{m}^3$ , com uma  $St$  necessária de  $0,12\text{m}^2$  (através da relação  $V_{\text{máx}} / \text{Vol}$ ), dimensionando uma  $Q_c$  de  $1,73\text{m}^3/\text{s}$ . O perigo deste dimensionamento se dá pela velocidade de escoamento ter excedido a velocidade máxima estipulada de  $1,8\text{m/s}$ , para esse tipo de solo em questão com o tipo de cobertura em questão, como podemos observa na Tabela 11. proposta por Morgan (1986), valores de velocidades máximas permitidas para cada tipo de solo relacionado com a quantidade de material de cobertura.

Tabela 11: Valores de  $V\text{m/s}$  máximas obtidos por Morgan (1986)

<b>Material</b>	<b>Sem cobertura de grama após um ano</b>	<b>Média cobertura de grama após um ano</b>	<b>Boa cobertura de grama após um ano</b>
<b>Areia muito fina</b>	0,3	0,75	1,5
<b>Areia fina solta</b>	0,5	0,9	1,5
<b>Areia grossa</b>	0,75	1,25	1,7
<b>Textura média</b>	0,75	1,5	2,0
<b>Franco-argiloso</b>	1	1,7	2,3
<b>Argiloso c/ ou s/ pedras</b>	1,5	1,8	2,5
<b>Pedregoso (saibro)</b>	1,5	1,8	Não forma cobertura
<b>Rocha pouco resistente</b>	1,8	2,1	Não forma cobertura
<b>Rocha resistente</b>	2,5	Não forma cobertura	Não forma cobertura

Fonte: CPATC –EMBRAPA (2007)

Então, ao escolhermos o dimensionamento dos canais para uma chuva de  $i = 49,38\text{mm/h}$  por 2h com uma VIB de  $15\text{mm/h}$ , ou seja, uma he de  $0,06878\text{m}$ , feito acima, foi possível calcular o gradiente (desnível)  $m/m$  que cada comprimento de terraço –  $C_t$ , de acordo com as características da área 03 e 08, precisaria ter para adquirir uma  $Q_c > Q'$ , mantendo uma  $V$  segura e padronizando estes desníveis em função de um desgaste mais homogêneo dos canais ao longo dos anos. Nota-se um destaque (em verde, Tabela 12.) para terraços maiores que  $800\text{m}$  de comprimento, necessitando uma mudança de desnível de  $0,0015\text{m/m}$  para  $0,0020\text{m/m}$ ; como também para terraços de  $1.000\text{m}$  de comprimento, necessitando de um desnível de  $0,0025\text{m/m}$ .

Tabela 12: Dimensionamento de canais para área 03 e 08

Dimensionamento													
Ct (m)	EH (m)	Área (ha)	Desnível m/m	Denível %	EV (m)	Q (m³/s)	V - (m/s)	Vol (m³)	Vol escoado (m³)	Relação	Sm (m²)	Qc (m³/s)	Q' (m³/s)
100	44,05	0,44	0,0015	0,15%	1,54	0,04	0,53	181,72	3.051,74	6%	0,05	0,42	0,05
200	44,05	0,88	0,0015	0,15%	1,54	0,07	0,53	363,45	3.051,74	12%	0,10	0,42	0,10
300	44,05	1,32	0,0015	0,15%	1,54	0,11	0,53	545,17	3.051,74	18%	0,14	0,42	0,15
400	44,05	1,76	0,0015	0,15%	1,54	0,15	0,53	726,89	3.051,74	24%	0,19	0,42	0,20
500	44,05	2,20	0,0015	0,15%	1,54	0,18	0,53	908,61	3.051,74	30%	0,24	0,42	0,25
600	44,05	2,64	0,0015	0,15%	1,54	0,22	0,53	1.090,34	3.051,74	36%	0,29	0,42	0,30
700	44,05	3,08	0,0015	0,15%	1,54	0,25	0,53	1.272,06	3.051,74	42%	0,33	0,42	0,35
800	44,05	3,52	0,0015	0,15%	1,54	0,29	0,53	1.453,78	3.051,74	48%	0,38	0,42	0,40
900	44,05	3,96	0,0020	0,20%	1,54	0,33	0,61	1.635,50	3.523,85	46%	0,37	0,49	0,45
1.000	44,05	4,40	0,0025	0,25%	1,54	0,36	0,68	1.817,23	3.939,78	46%	0,37	0,55	0,50

Fonte: Próprio autor, auxílio Excel, 2024.

Sobre a área 06, foi calculada uma Q' média de 0,19m³/s, uma V de 0,74m/s, um Vm médio de 680,47m³ e uma St média de 0,66m². Para acharmos uma Sm média, em m², foi estipulado também que ainda havia uma margem de segurança de 20%, por também ter sido embasada sua construção no início, obtendo então uma Sm de 0,53m². A Qc média foi encontrada no valor de 0,49m³/s. Ao analisarmos a Tabela 13. Vemos um destaque em apenas 2 terraços onde Qc < Q':

Tabela 13: Dados levantados para análise da área 06

Levantamento de campo										
Tal 06	Área (ha)	Desnível m/m	Q (m³/s)	V - (m/s)	Vol (m³)	Vol escoado (m³)	Relação	Sm (m²)	Qc (m³/s)	Q' (m³/s)
1	2,82	0,0015	0,20	0,41	714,76	1.557,40	46%	0,24	0,22	0,20
2	3,25	0,0013	0,23	0,38	823,66	1.429,58	58%	0,30	0,20	0,23
3	1,28	0,0119	0,09	1,14	324,59	4.336,45	7%	0,04	0,60	0,09
4	4,00	0,0047	0,29	0,72	1.014,82	2.729,54	37%	0,20	0,38	0,28
5	4,64	0,0031	0,33	0,58	1.177,23	2.218,04	53%	0,28	0,31	0,33
6A	2,53	0,0050	0,18	0,74	642,43	2.794,70	23%	0,12	0,39	0,18
6B	1,91	0,0101	0,14	1,05	484,78	3.982,03	12%	0,06	0,55	0,13
7	2,07	0,0047	0,15	0,71	524,77	2.706,88	19%	0,10	0,38	0,15
8	1,65	0,0032	0,12	0,59	417,18	2.258,65	18%	0,10	0,31	0,12

Fonte: Próprio autor, auxílio Excel, 2024.

Contudo, o maior problema observado no levantamento de dados dessa área foi que, em teoria, nela deveriam constar 10.743m lineares de terraço, ao longo dos 47ha, com um EH calculado de 43,75m, porém, o EH encontrado foi de 47,43m seguido de somente 5.202,93m lineares de terraço ao longo da área. Isso pode ser causa de um possível assoreamento que tem levado sedimentos, declive a baixo, para os canais os quais não tem mais a vazão necessária. Lembrando da diferença de declividade máxima e mínima, encontrada nas áreas, também induz muito essas variações de EH quando os terraços são riscados no chão, sendo essa área a que, entre todas, possuem uma maior diferença entre essas declividades, tendo a máxima de 7,7% e a mínima 2,9%. Além disso, sendo também uma das áreas de solo com menor estrutura, muito

“leve” e pouco agregado da propriedade, necessitando sempre de um tempo mais curto para as reformas de canais.

Para uma proposta de dimensionamento com a chuva de  $i = 49,38\text{mm/h}$  para 2h com uma VIB de  $25\text{mm/h}$ , ou seja, uma  $h_e$  de  $0,04876\text{m}$ , foi estipulado um terraço de  $800\text{m}$  de  $C_t$ . Encontramos um EV de  $1,36\text{m}$  e um EH de  $34,07\text{m}$ , onde a declividade média da área é de  $4,0\%$ . A área encontrada então foi de  $27.258,68\text{m}^2$ , ou  $2,78\text{ha}$ . O desnível estipulado foi o de  $0,0015\text{m/m}$  obtendo então uma  $V$  de  $0,53\text{m/s}$  (sendo o RH estipulado em  $0,20\text{m}$ ) e a secção molhada foi estipulada em  $0,70\text{m}^2$ . Com isso obtivemos um  $V_{\text{máx}}$  de  $691,15\text{m}^3$ , uma  $Q$  de  $0,19\text{m}^3/\text{s}$  através do Método Racional de Ramser (1927) e uma  $Q'$  de  $0,19\text{m}^3/\text{s}$ . O Vol, em  $\text{m}^3$ , durante essa chuva de 2h foi encontrado pela equação (18), onde  $t$  é o tempo de 2h em segundos, portanto,  $7200\text{s}$  resultando em um Vol de  $2.670,28\text{m}^3$ . Pela relação, em porcentagem, do  $V_{\text{máx}}$  sobre o Vol =  $691,15\text{m}^3 / 2.670,28\text{m}^3$  temos um resultado de  $26\%$ , demonstrando que a  $S_m$  necessária para este canal seria de  $0,18\text{m}^2$ ,  $26\%$  da secção que havíamos estipulado no início dos cálculos. Pelo Vol foi possível achar uma  $Q_c = \text{Vol} / t$  :  $Q_c = 2.670,28\text{m}^3 / 7200\text{s} = 0,37\text{m}^3/\text{s}$ . E a  $S_t$  foi dimensionada com uma margem de segurança de  $30\%$ , sendo então:  $S_t = 1,3 \times 0,18\text{m}^2 = 0,24\text{m}^2$ .

Para uma proposta de dimensionamento com a chuva de  $i = 49,38\text{mm/h}$  para 8h com uma VIB de  $25\text{mm/h}$ , ou seja, uma  $h_e$  de  $0,195\text{m}$  não foi possível permanecer com o desnível  $\text{m/m}$  no valor de  $0,0015\text{m/m}$ , pois a  $Q_c$  daria  $0,37\text{m}^3/\text{s}$  enquanto a  $Q'$  daria  $0,77\text{m}^3/\text{s}$  com o  $V_{\text{máx}}$  no valor de  $2.764,60\text{m}^3$  e o Vol, com essa chuva por 8h, com valor de  $10.681,10\text{m}^3$ . Então, por tentativa e erro, o desnível que suportaria uma  $Q_c$  necessária foi o encontrado no valor de  $0,007\text{m/m}$ . Este desnível calculou uma  $V$  no valor de  $1,14\text{m/s}$  (tendo usado um RH no mesmo valor de  $0,20\text{m}$ ) – ainda dentro do limite proposto por Morgan (1986) (Tabela 11.) – que calculou um Vol, durante 8h, de  $23.073,82\text{m}^3$ , com uma  $S_t$  necessária de  $0,11\text{m}^2$  (através da relação  $V_{\text{máx}} / \text{Vol}$ ), dimensionando um  $Q_c$  de  $0,80\text{m}^3/\text{s}$  e uma  $S_m = 0,08\text{m}^2$ ,  $12\%$  da secção que havíamos estipulado em  $0,70\text{m}^2$ .

Escolhendo o dimensionamento dos canais para uma chuva de  $i = 49,38\text{mm/h}$  por 2h com uma VIB de  $25\text{mm/h}$ , ou seja, uma  $h_e$  de  $0,04876\text{m}$ , feito acima, foi possível calcular o gradiente (desnível)  $\text{m/m}$  que cada comprimento de terraço –  $C_t$ , de acordo com as características da área 06, precisaria ter para adquirir uma  $Q_c > Q'$ , mantendo uma  $V$  segura e padronizando estes desníveis em função de um desgaste mais homogêneo dos canais ao longo dos anos (Tabela 14.).

Tabela 14: Dimensionamento de canais para área 06

Dimensionamento												
Ct (m)	EH (m)	Área (ha)	Desnível m/m	Q (m³/s)	V - (m/s)	Vol (m³)	Vol escoado (m³)	Relação	Sm (m²)	Qc (m³/s)	Q' (m³/s)	
100	34,07	0,34	0,0015	0,02	0,53	86,39	2.670,28	3%	0,02	0,37	0,02	
200	34,07	0,68	0,0015	0,05	0,53	172,79	2.670,28	6%	0,05	0,37	0,05	
300	34,07	1,02	0,0015	0,07	0,53	259,18	2.670,28	10%	0,07	0,37	0,07	
400	34,07	1,36	0,0015	0,10	0,53	345,57	2.670,28	13%	0,09	0,37	0,10	
500	34,07	1,70	0,0015	0,12	0,53	431,97	2.670,28	16%	0,11	0,37	0,12	
600	34,07	2,04	0,0015	0,15	0,53	518,36	2.670,28	19%	0,14	0,37	0,14	
700	34,07	2,39	0,0015	0,17	0,53	604,76	2.670,28	23%	0,16	0,37	0,17	
800	34,07	2,73	0,0015	0,19	0,53	691,15	2.670,28	26%	0,18	0,37	0,19	
900	34,07	3,07	0,0015	0,22	0,53	777,54	2.670,28	29%	0,20	0,37	0,22	
1.000	34,07	3,41	0,0015	0,24	0,53	863,94	2.670,28	32%	0,23	0,37	0,24	

Fonte: Próprio autor, auxílio Excel, 2024.

Na área 12 foi calculada uma Q' média de 0,20m³/s, uma V de 0,89m/s, um Vm médio de 735,27m³ e uma St média de 0,77m². Para acharmos uma secção molhada média – Sm, em m², foi estipulado que ainda havia a margem de segurança de 20%, obtendo então uma Sm de 0,62m². A Qc média foi encontrada no valor de 0,69m³/s. Ao analisarmos a Tabela 15. conseguimos observar, destacado em vermelho, os terraços que estão com a Qc < Q'. Isso pode se dar pela diferença entre os teores de argila de um ponto ao outro dentro da mesma área, podendo ter causado assoreamento em alguns canais (aluvião), reduzindo as secções molhadas dos canais, como de possível observação na tabela.

Tabela 15: Dados levantados para análise da área 12

Levantamento de campo											
Tal 12	Área (ha)	Desnível m/m	Q (m³/s)	V - (m/s)	Vol (m³)	Vol escoado (m³)	Relação	Sm (m²)	Qc (m³/s)	Q' (m³/s)	
1	9,51	0,004	0,68	0,68	2.412,22	3.008,05	80%	0,50	0,42	0,67	
2	3,57	0,005	0,25	0,74	906,36	3.286,35	28%	0,17	0,46	0,25	
3	5,39	0,003	0,38	0,54	1.367,24	2.420,87	56%	0,35	0,34	0,38	
4A	4,94	0,003	0,35	0,56	1.251,93	2.502,75	50%	0,31	0,35	0,35	
4B	1,38	0,004	0,10	0,62	349,41	2.773,21	13%	0,08	0,39	0,10	
5	4,36	0,003	0,31	0,55	1.106,07	2.430,83	46%	0,28	0,34	0,31	
6A	3,84	0,001	0,27	0,37	972,57	1.651,34	59%	0,36	0,23	0,27	
6B	2,57	0,002	0,18	0,48	652,71	2.154,34	30%	0,19	0,30	0,18	
7A	4,34	0,004	0,31	0,62	1.099,94	2.755,96	40%	0,25	0,38	0,31	
7B	2,45	0,004	0,17	0,62	621,21	2.773,31	22%	0,14	0,39	0,17	
8A	4,43	0,002	0,32	0,49	1.122,44	2.168,68	52%	0,32	0,30	0,31	
8B	2,46	0,003	0,18	0,59	623,15	2.641,50	24%	0,15	0,37	0,17	
9A	0,30	0,018	0,02	1,39	76,50	6.186,58	1%	0,01	0,86	0,02	
9B	0,62	0,009	0,04	1,01	158,28	4.495,55	4%	0,02	0,62	0,04	
10A	0,38	0,020	0,03	1,46	97,11	6.511,63	1%	0,01	0,90	0,03	
10B	1,61	0,007	0,12	0,90	408,91	3.994,90	10%	0,06	0,55	0,11	
11A	0,58	0,011	0,04	1,12	148,25	4.971,31	3%	0,02	0,69	0,04	
11B	0,42	0,032	0,03	1,87	105,92	8.307,53	1%	0,01	1,15	0,03	
12	1,93	0,004	0,14	0,63	489,90	2.792,39	18%	0,11	0,39	0,14	

Fonte: Próprio autor, auxílio Excel, 2024.

Para uma proposta de dimensionamento com a chuva de  $i = 49,38\text{mm/h}$  para 2h com uma VIB de  $25\text{mm/h}$ , ou seja, uma  $h_e$  de  $0,04876\text{m}$ , foi estipulado um terraço de  $800\text{m}$  de  $C_t$ . Encontramos um EV de  $1,30\text{m}$  e um EH de  $35,21\text{m}$ , onde a declividade média da área é de  $3,7\%$ . A área encontrada então foi de  $28.166\text{m}^2$ , ou  $2,82\text{ha}$ . O desnível estipulado foi o de  $0,0015\text{m/m}$  obtendo então uma  $V$  de  $0,53\text{m/s}$  (sendo o RH estipulado em  $0,20\text{m}$ ) e a secção molhada foi estipulada em  $0,70\text{m}^2$ . Com isso obtivemos um  $V_{\text{máx}}$  de  $714,15\text{m}^3$ , uma  $Q$  de  $0,20\text{m}^3/\text{s}$  através do Método Racional de Ramser (1927) e uma  $Q'$  de  $0,20\text{m}^3/\text{s}$ . O Vol, em  $\text{m}^3$ , durante essa chuva de 2h foi encontrado pela equação (18), onde  $t$  é o tempo de 2h em segundos, portanto,  $7200\text{s}$  resultando em um  $\text{Vol} = 2.670,28\text{m}^3$ . Pela relação, em porcentagem, do  $V_{\text{máx}}$  sobre o Vol =  $714,15\text{m}^3 / 2.670,28\text{m}^3$  temos um resultado de  $27\%$ , demonstrando que a  $S_m$  necessária para este canal seria de  $0,19\text{m}^2$ ,  $27\%$  da secção que havíamos estipulado. Pelo Vol foi possível achar uma  $Q_c = \text{Vol} / t$  :  $Q_c = 2.670,28\text{m}^3 / 7200\text{s} = 0,37\text{m}^3/\text{s}$ . E a  $S_t$  foi dimensionada com uma margem de segurança de  $30\%$ , sendo então:  $S_t = 1,3 \times 0,19\text{m}^2 = 0,24\text{m}^2$ .

Para uma proposta de dimensionamento com a chuva de  $i = 49,38\text{mm/h}$  para 8h com uma VIB de  $25\text{mm/h}$ , ou seja, uma  $h_e$  de  $0,195\text{m}$  não foi possível permanecer com o desnível  $\text{m/m}$  no valor de  $0,0015\text{m/m}$ , pois a  $Q_c$  daria  $0,37\text{m}^3/\text{s}$  enquanto a  $Q'$  daria  $0,79\text{m}^3/\text{s}$  com o  $V_{\text{máx}}$  no valor de  $2.856,620\text{m}^3$  e o Vol, com essa chuva por 8h, com valor de  $10.681,10\text{m}^3$ . Então, por tentativa e erro, o desnível que suportaria uma  $Q_c$  necessária foi o encontrado no valor de  $0,007\text{m/m}$ . Este desnível calculou uma  $V$  no valor de  $1,14\text{m/s}$  (tendo usado um RH no mesmo valor de  $0,20\text{m}$ ) – ainda dentro do limite proposto por Morgan (1986) (Tabela 11.) – que calculou um Vol, durante 8h, de  $23.073,82\text{m}^3$ , com uma  $S_t$  necessária de  $0,11\text{m}^2$  (através da relação  $V_{\text{máx}} / \text{Vol}$ ), dimensionando um  $Q_c$  de  $0,80\text{m}^3/\text{s}$  e uma  $S_m = 0,09\text{m}^2$ ,  $12\%$  da secção que havíamos estipulado em  $0,70\text{m}^2$ .

Escolhendo o dimensionamento dos canais para uma chuva de  $i = 49,38\text{mm/h}$  por 2h com uma VIB de  $25\text{mm/h}$ , ou seja, uma  $h_e$  de  $0,04876\text{m}$ , feito acima, foi possível calcular o gradiente (desnível)  $\text{m/m}$  que cada comprimento de terraço –  $C_t$ , de acordo com as características da área 12, precisaria ter para adquirir uma  $Q_c > Q'$ , mantendo uma  $V$  segura e padronizando estes desníveis em função de um desgaste mais homogêneo dos canais ao longo dos anos (Tabela 16.).

Tabela 16: Dimensionamento de canais para área 12

Dimensionamento											
Ct (m)	EH (m)	Área (ha)	Desnível m/m	Q (m³/s)	V - (m/s)	Vol (m³)	Vol escoado (m³)	Relação	Sm (m²)	Qc (m³/s)	Q' (m³/s)
100	35,21	0,35	0,0015	0,03	0,53	89,27	2.670,28	3%	0,02	0,37	0,02
200	35,21	0,70	0,0015	0,05	0,53	178,54	2.670,28	7%	0,05	0,37	0,05
300	35,21	1,06	0,0015	0,08	0,53	267,81	2.670,28	10%	0,07	0,37	0,07
400	35,21	1,41	0,0015	0,10	0,53	357,08	2.670,28	13%	0,09	0,37	0,10
500	35,21	1,76	0,0015	0,13	0,53	446,35	2.670,28	17%	0,12	0,37	0,12
600	35,21	2,11	0,0015	0,15	0,53	535,62	2.670,28	20%	0,14	0,37	0,15
700	35,21	2,46	0,0015	0,18	0,53	624,89	2.670,28	23%	0,16	0,37	0,17
800	35,21	2,82	0,0015	0,20	0,53	714,15	2.670,28	27%	0,19	0,37	0,20
900	35,21	3,17	0,0015	0,23	0,53	803,42	2.670,28	30%	0,21	0,37	0,22
1.000	35,21	3,52	0,0015	0,25	0,53	892,69	2.670,28	33%	0,23	0,37	0,25

Fonte: Próprio autor, auxílio Excel, 2024.

### 4.3 DERIVAÇÃO E DEDUÇÃO DE EQUAÇÕES

Após os levantamentos de dados do campo, seguido dos dimensionamentos específicos para cada área, destaca-se por fim que, ao escolhermos por canais/terraços em desníveis para uma área, há como utilizarmos uma dedução matemática que gera um resultado próximo e congruente para valores de  $St$ ,  $m^2$  pela equação (19). Se colocarmos de exemplo a área 03 e 08 temos:

$$St = \frac{Q}{V} \therefore St = \frac{0,29m^3}{0,53m/s} = 0,55m^2$$

para uma chuva de  $i = 49,38mm/h$  para 2h com uma VIB de 15mm/h, ou seja, uma he de 0,06878m. Em que para essa mesma chuva e mesma área o dimensionamento recomendado foi de uma  $St$  de 0,50m<sup>2</sup>.

Até mesmo se usarmos uma chuva de  $i = 49,38mm/h$  para 8h com uma VIB de 15mm/h, ou seja, uma he de 0,275m como consta Cruciani (1989), sendo uma chuva de fenômeno extremo temos:  $St = \frac{0,29m^3}{2,16m/s} = 0,13m^2$ , em que para essa mesma chuva e mesma área o dimensionamento recomendado foi de uma  $St$  de 0,11m<sup>2</sup>.

Essa derivação das equações já existentes visa facilitar um dimensionamento de secção para terraços em desníveis, visto que para chegarmos em um resultado de  $St$  não há uma fórmula específica, como para  $St$  de terraços em nível, e acaba por economizar um tempo de estipulação de dados para assim se chegar a um resultado final.

## 5 CONCLUSÕES

Através dos cálculos das implementações já realizadas na propriedade foi possível observar que dentre todas as áreas, a princípio, somente a área 17 se destacou com um volume de secção muito disfuncional, onde claramente não está suportando, com utilidade, as chuvas da região. Porém, com a maior personalização de dados obtidos da propriedade - principalmente sobre os terraços em desnível - foi possível avaliar detalhadamente canal por canal, não só as áreas como um todo, e encontrar aqueles que não estão com uma vazão de canal superior as vazões de enxurradas.

Com isso, os cálculos dos dimensionamentos recomendados ficaram muito mais padronizados e justificáveis para a propriedade, seguindo então não só sua necessidade e otimização operacional, mas também sua funcionalidade específica a cada área.

A fim de se buscar e promover a preservação do solo, também foi constatado que através do uso das deduções das fórmulas já existentes para dimensionamentos de terraços, pode-se usar facilmente, de maneira congruente e próxima a resultados esperados, cálculos práticos para se achar uma secção transversal de um terraço em gradiente facilitando ao produtor rural sua implementação.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo principal levantar dados de terraços já existentes a fim de avaliar suas funcionalidades e questionar, ou não, o manejo e reforma antecipado para essas práticas conservacionistas atuais. A partir das análises e levantamentos realizados, foi possível abordar registros e resultados específicos para a própria propriedade, personalizando muito mais os seus cálculos.

Os principais aspectos relacionados mostraram que, ao mesmo tempo em que o terraceamento é um sistema elegante o qual possui exatidão matemática, ele convive com diversas variáveis que influenciam diretamente em seu dimensionamento, funcionalidade e duração de vida útil. Não coincidentemente essas variáveis se fazem presente ao longo dos cálculos para dimensionamento, como foi visto com tantas tabelas de coeficientes adimensionais da literatura que dependem de variabilidade de chuva, infiltração de solo, fertilidade, cobertura de solo, aspectos físicos, etc. Através de dados coletados da propriedade deu para se ter uma ideia, em um parâmetro mais total, de como derivações de declividade em uma mesma área e grandes variações de textura de solo em uma mesma área acarretam em uma menor homogeneidade de terraços/canais após serem riscados e levantados.

Com isso nota-se que o uso dele sozinho não resolve, em totalidade, os problemas de erosão de solo, atribuindo ao produtor uma procura mais intensa sobre uma produção conservacionista. De nada adiantaria elaborar uma implementação de terraço sem analisar uma janela de tempo adequada, um custo adequado, um maquinário adequado, um revolvimento de solo adequado e acima de tudo, um conhecimento amplo e adequado de sua própria área, sua própria propriedade como um todo.

Além disso, o estudo contribuiu para destacar uma possível maneira de se calcular uma área de secção transversal para canais através de deduções das equações já existentes, simplificando e dinamizando um cálculo necessário para os produtores rurais. Sendo também intencionado a promover uma maior busca pela conservação do solo, evidenciando um cuidado com essa matéria prima essencial.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, W. A. N. **Recursos Florestais em Propriedades Agrícolas: Seleção de Espécies/Procedências e Clones**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2016.

AGUIAR, G. D. de; CAMARGO, M. J. de. A Secretaria da Agricultura no Plano de Ação do Governo do Estado de São Paulo (1959-1963). **Anais do Museu Paulista: História e Cultura Material**, São Paulo, v. 32, p. 1-23, 2024.

BACK, A. J.; WILDNER, L. do P. **HidroTerraço 1.0 - Programa para cálculos hidrológicos e dimensionamento de estruturas de conservação do solo e da água em áreas agrícolas**. Florianópolis: Epagri, 2022, 124p. (Epagri. Documentos, 348).

BADOR, M.; ALEXANDER, L. V.; CONTRACTOR, S.; ROCA, R. Diverse estimates of annual maximum daily precipitation in 22 state-of-the-art quasi-global land observation datasets. **Environmental Research Letters**, v.15, 2020.

BARBARA, F. R. **O cadastro ambiental rural em Mato Grosso do Sul: sua relevância para preservação ambiental**. 2016. 28f. Graduação (Curso de Engenharia Ambiental) - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Dourados/MS, 2016.

BASSANI, M.H; GARCEZ, J.G.; BORTOLANZA, D.R.; SOCCOL, J.J.; PERGHER, M.; MOTA, M.R.; RAMOS, J.C.; WILDNER, L.P.; JUSTEN, J.G.K. **O terraceamento passo a passo**. Florianópolis: Epagri, 2023. 32p. (Boletim Didático, 170).

BENAVIDEZ, R.; JACKSON, B.; MAXWELL, D.; NORTON, K. A review of the (Revised) Universal Soil Loss Equation ((R)USLE): with a view to increasing its global applicability and improving soil loss estimates. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 22, n. 11, p. 6059–6086, 2018.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 10. ed. São Paulo: Ícone, 2017. 392 p.

BOMFIM, P. F.; BERTOLANI, F. C.; PORTUGUAL, A. F. **Determinação da velocidade de infiltração básica da água no Solo sob diferentes manejos**. 2021. 16f. Graduação (Curso de Engenharia Agrônômica) - Centro Universitário Central Paulista – UNICEP, São Paulo/SP, 2021.

BRASIL. **Decreto nº 9.395 de 30 de maio de 2018**. Prorroga o prazo de inscrição no Cadastro Ambiental Rural. Disponível em:<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9395.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9395.htm)>. Acesso em: 10 set. 2024.

BRASIL. **Lei Nº 12.805, de 29 de abril de 2013**. Institui a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e altera a Lei nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991. 2013.

CALDAS, V. I. S. P.; SILVA, A. S.; SANTOS, J. P. C. dos. Suscetibilidade a Erosão dos Solos da Bacia Hidrográfica Lagos – São João, no Estado do Rio de Janeiro – Brasil, a partir do Método AHP e Análise Multicritério. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Pernambuco, v. 12, n. 4, p. 1415-1430, 25 maio 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>. Acesso em: 12 ago. 2023.

CARVALHO, Prof. Daniel Fonseca de; SILVA, Prof. Leonardo Duarte Batista da. Infiltração. In: CARVALHO, Prof. Daniel Fonseca de; SILVA, Prof. Leonardo Duarte Batista da. **Hidrologia**. Rio de Janeiro: Ufrjr, 2006. p. 01-21.

CATI. **Manual de Terraceamento Agrícola**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1991.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA. **Resolução N° 473, de 11 de dezembro de 2015**. Altera o §2º do art. 1º e inciso III do art. 5º da Resolução CONAMA nº 428/2010. 2015. Disponível em: [https://conama.mma.gov.br/?option=com\\_sisconama&task=arquivo.download&id=693](https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=693). Acesso em: 10 set. 2024.

COUTO, G. Z.; SILVA, S. S. da.; DOMINGOS, R. N. O Cadastro Ambiental Rural (CAR) como instrumento de controle ambiental de uso e ocupação do imóvel rural. **XXI Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente - ENGEMA**. p. 1-17, 2019.

CUNHA, B. P. da; AUGUSTIN, S. **Sustentabilidade ambiental**. [recurso eletrônico]: estudos jurídicos e sociais. org. Dados Eletrônicos Caxias do Sul, RS: Educs, 2014.

CPATC - Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros Costeiros. **PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS DE SOLOS E ÁGUAS**. 45 f. Levantamento e Conservação do Solo, Embrapa, Aracaju, 2007.

DE MARIA, I. C.; DRUGOWICH, M. I.; BORTOLETTI, J. O; et al. **Recomendações gerais para a conservação do solo na cultura da cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2016.100p. (Série Tecnologia APTA. Boletim Técnico IAC, 216).

DITZLER, C.; SCHEFFE, K.; MONGER, H. C. **Soil survey manual**. Washington: Government Printing Office, 2017. 603 p. (United States. Soil Science Division Staff. USDA Handbook, 18).

EPE SEGOV. **Estudo sobre a qualidade do solo em Sidrolândia**. Disponível em: <https://www.epe.segov.ms.gov.br/wp-content/uploads/2020/01/63.-Sidrolandia.pdf>. Acesso em: 24 set. 2024.

FAO. The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture. Systems at breaking point. **Synthesis report**. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/cb7654en>. Acesso em: 12 set. 2024.

FLORIANO, E. P. **Manejo Florestal: para sustentabilidade e excelência**. Rio Largo: Edição do Autor, 2018. 356p.

FORTINI, R. M.; BRAGA, M. J.; FREITAS, C. O. Impacto das práticas agrícolas conservacionistas na produtividade da terra e no lucro dos estabelecimentos agropecuários brasileiros. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 2, n. 58, 2020.

FRANCO, A. P. B. **Percepção, recomendação e adoção do terraceamento agrícola comparadas ao seu funcionamento**. 2018. 140f. Doutorado (Tese em Ciências dos Solos e Nutrição das Plantas) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba/SP, 2018.

GAMBOA, C. H. **Funcionamento do sistema solo em diferentes escalas em sistemas de cultura sob plantio direto**. 2020. 210f. Doutorado (Tese Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS, 2020.

GIAROLA, N. F. B. **Caracterização e conservação de solos para olericultura**. Curitiba: SENAR/PR., 2015. 112 p.

GUGLIERI-CAPORAL, A. et al. Revegetação espontânea de voçoroca na região de Cerrado, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Hoehnea**, v. 2, n. 38, 2011.

GUERRA, A. J. T.; FULLEN, M. A.; BEZERRA, J. F. R.; JORGE, M. C. O. **Gully Erosion and Land Degradation in Brazil: A Case Study from São Luís Municipality, Maranhão State. Ravine Lands: Greening for Livelihood and Environmental Security**. 1 ed. Cingapura: Springer Singapore, v. 1, p. 195-216, 2018.

GUERRA, A. J. T.; FULLEN, M. A.; JORGE, M. C. O.; BEZERRA, J. F. R.; SHOKR, M. S. Slope Processes, Mass Movement and Soil Erosion. A Review. *Pedosphere*, v.27, n.1, p. 27–41, 2017.

GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O.; RANGEL, L. A.; BEZERRA, J. F. R.; LOUREIRO, H. A. S.; GARRITANO, F. N. Erosão dos solos, diferentes abordagens e técnicas aplicadas em voçorocas e erosão em trilhas. William Morris Davis. **Revista de Geomorfologia**, v. 1, n. 1, p. 75-117. 2020.

INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE DE MATO GROSSO DO SUL – IMASUL. **Conservação do solo e água é pilar do desenvolvimento sustentável de MS**. Governo do Estado de Mato Grosso do Sul. 2021. [on line]. Disponível em: <https://www.imasul.ms.gov.br/conservacao-do-solo-e-agua-e-pilar-do-desenvolvimento-sustentavel-de-mato-grosso-do-sul/>. Acesso em: 10 set. 2024.

LAUDARES, S. S. A.; SILVA, K. G.; BORGES, L. A. C. Cadastro Ambiental Rural: uma análise da nova ferramenta para regularização ambiental no Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 31, p. 111-122, ago. 2014.

Disponível em: [revistas.ufpr.br/made/article/download/33743/23043](http://revistas.ufpr.br/made/article/download/33743/23043). Acesso em: 10 set. 2024.

LIMA, M.C.D.; GAMA, D.C. O sistema de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil: conceitos, desafios e novas perspectivas. **Agroforestalis News**, Aracaju, v.3, n.1, 2018.

MAGALHÃES, C. A. S. et al. Índices de conforto térmico em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) no ecótono Cerrado/Amazônia. **Boletim Informativo**. Embrapa Agrossilvipastoril Sinop, MT, 2018.

MALUF, R. S.; FLEXOR, G. **Questões agrárias, agrícolas e rurais**. Conjunturas e políticas públicas [recurso eletrônico];1. ed. Rio de Janeiro: E-Papers, 2017.

MASROOR, M.; SAJJAD, H.; REHMAN, S.; SINGH, Roshani; et al. Analysing the relationship between drought and soil erosion using vegetation health index and RUSLE models in Godavari middle sub-basin, India. **Geoscience Frontiers**, v. 13, n. 2, 2022.

NOVAK, E. et al. Chemical and microbiological attributes under different soil cover. **Cerne**, v. 23, p. 19-30, 2017.

OLIVEIRA, V. B. **Plano Estadual de Manejo e Conservação de Solo e Água – PROSOLO**. Governo do Estado de Mato Grosso do Sul/SEMAGRO, 2021. Disponível em: [https://www.semadesc.ms.gov.br/wp-content/uploads/2022/12/PROSOLO\\_PLANO-ESTADUAL-DE-MANEJO-E-CONSERVACAO-DO-SOLO-E-AGUA\\_DEZ22.pdf](https://www.semadesc.ms.gov.br/wp-content/uploads/2022/12/PROSOLO_PLANO-ESTADUAL-DE-MANEJO-E-CONSERVACAO-DO-SOLO-E-AGUA_DEZ22.pdf). Acesso em: 12 set. 2024.

OLMO, M.; BETTOLLI, M. L.; RUSTICUCCI, M. Atmospheric circulation influence on temperature and precipitation individual and compound daily extreme events: Spatial variability and trends over southern South America. **Weather and Climate Extremes**, v. 29, 2020.

PANAGOS, P. et al. Global rainfall erosivity projections for 2050 and 2070. **Journal of Hydrology** 610, Elsevier: Comissão Europeia, 2022.

PEREIRA, L. S.; RODRIGUES, A. M.; JORGE, M. C. O.; GUERRA A. J. T., FULLEN, M. A. Processos hidroerosivos em solos degradados em relevo de baixa declividade. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.17, n.2, p. 299-316, 2016.

PETSCK, C.; AMARAL, E C.; SANCHES, F. O. Eventos de precipitação extrema y erosionen la cuenca hidrografica del río Santa Maria (RS). *Revista Brasileira de Climatologia*. Dourados/MS, v. 33, 2023.

POLIDORO, J. C. **Programa Nacional de Levantamento e Interpretação de Solos do Brasil (PronaSolos)**: Diretrizes para implementação. Rio de Janeiro. Embrapa Solos, 2021. 189p.

PRADEEP G. S.; KRISHNAN M. V. N.; VIJITH H. Identification of critical soil erosion prone áreas and annual average soil loss in an upland agricultural watershed of Western Ghats, using analytical hierarchy process (AHP) and RUSLE techniques. **Arabian Journal of Geosciences**, v. 8, p. 697–3711, 2015.

Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12517-014-1460-5>. Acesso em: 12 ago. 2024.

RODRIGUES, A. S. **Avaliação do impacto do projeto hora de plantar sobre a sustentabilidade dos agricultores familiares da microrregião do Cariri (CE): o caso do milho híbrido**. 2016. 250f. Doutorado (Tese em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

RODRIGUES, R. A. S. **Ciência do Solo: Morfologia e Gênese**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018. 264 p.

SÁ, L. N. de.; LEITE, J. P. A.; ROCHA FILHO, G. B. da. A importância da cobertura vegetal no processo de erosão e degradação do solo no ensino da geografia. Sociedade 5.0: Educação, Ciência, Tecnologia E Amor. Recife. **VII COINTER PDVL**, Instituto Internacional Despertando Vocações, p. 1-14, 2020.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5.ed., Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE, DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, PRODUÇÃO E AGRICULTURA FAMILIAR – SEMAGRO. **Plano Estadual de Manejo e Conservação de Solo e Água – PROSOLO**. Governo do Estado do Mato Grosso

do Sul, 2021. Disponível em: [https://www.semadesc.ms.gov.br/wpcontent/uploads/2022/12/PROSOLO\\_PLANO\\_ESTADUAL-DE-MANEJO-E-CONSERVACAO-DO-SOLO-E-AGUA-DEZ22.pdf](https://www.semadesc.ms.gov.br/wpcontent/uploads/2022/12/PROSOLO_PLANO_ESTADUAL-DE-MANEJO-E-CONSERVACAO-DO-SOLO-E-AGUA-DEZ22.pdf). Acesso em: 09 set. 2024.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE, DESENVOLVIMENTO, CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO – SEMADDESC. **SEMAGRO - Decreto nº 15.197 de 21 de março de 2019**. Membros da Câmara Técnica de Conservação de Solo e Água são indicados. 2021. [on line]. Disponível em: <https://www.semadesc.ms.gov.br/membros-da-camara-tecnica-de-conservacao-de-solo-e-agua-sao-indicados/>. Acesso em: 10 set. 2024.

SILVA, A. F. N. da. **Perda de solo e estimativa de degradação do relevo em encosta no Planalto Dissecado do Rio Uruguai (RS)**. 2022. 70 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Chapecó/SC, 2022.

SILVA, L. **Retração do solo e relação com as propriedades físico hídricas de latossolos e nitossolos do sul do Brasil**. 2019. 109f. Doutorado (Tese do Curso em Ciência do Solo) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages/SC, 2019.

SINDICATO RURAL. **Terraceamento agrícola com locação em nível: prática importante de conservação de solo**. Campo Grande: Sindicato Rural de Campo Grande - MS, 2020.

SOUZA NETO, J. G. de. A Agricultura Conservacionista: Uma revisão. Desenvolvimento Rural e Sustentabilidade: energia, produção e novos mercados. **Editora Científica Digital**, v. 1, p. 1-13, 2022. Disponível em: [www.editoracientifica.org](http://www.editoracientifica.org). Acesso em: 12 set. 2024.

TELLES, T. S.; ARAÚJO, A. G. de. **Evolução do manejo do solo convencional ao conservacionista: panorama da erosão no Paraná**. In: MERTEN, G. H.; ARAÚJO, A. G.; BARBOSA, G. M. C. Erosão no Estado do Paraná: fundamentos, estudos experimentais e desafios. Londrina: IAPAR, p. 16-26. 2016.

TOMAZ, G. A.; WANDER, A. E. Barreiras à adoção do sistema ILPF em Goiás. **Revista de Política Agrícola**, V. 1, 2017.

VIEIRA, T. P. P. **Os Benefícios dos Sistemas de Integração Lavoura, Pecuária e Floresta (ILPF)**. 2019. 14f. Bacharel (Curso de Medicina Veterinária) - Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos (Uniceplac), Gama/DF, 2019.

WANDERLEY, L. S. A.; NÓBREGA, R. S.; MOREIRA, A. B.; ANJOS, R. F.; ALMEIDA, C. A. P de. As chuvas na cidade do Recife: uma climatologia de extremos. **Revista Brasileira de Climatologia**, n. 22, 2021.

WREFORD, A.; IGNACIUK, A.; GRUÈRE, G. Overcoming barriers to the adoption of climate-friendly practices in agriculture - **OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers**, n. 101. Paris: OECD Publishing. 2017.

ZSCHEISCHLER, J. et al. Future climate risk from compound events. **Nature Climate Change**, v. 6, n.8, p.469-477, 2018.