

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

SAMUEL FERNANDES GRANCE

**GEOTECNIA AMBIENTAL UTILIZANDO TÉCNICAS DE BIOENGENHARIA DE
SOLOS NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS NAS MARGENS DO
RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA DE JUPIÁ**

**Ilha Solteira
2021**

SAMUEL FERNANDES GRANCE

**GEOTECNIA AMBIENTAL UTILIZANDO TÉCNICAS DE BIOENGENHARIA DE
SOLOS NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS NAS MARGENS DO
RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA DE JUIPÁ**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira –
Unesp como parte dos requisitos para
obtenção do título de Engenheiro Civil.

Nome do orientador

Prof. Dr. Artur Pantoja Marques

Nome do coorientador

Prof. Dr. Hélio Ricardo Silva

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

Grance, Samuel Fernandes.

G749g

Geotecnia ambiental utilizando técnicas de bioengenharia de solos na recuperação de áreas degradadas nas margens do reservatório da Usina Hidrelétrica de Jupia / Samuel Fernandes Grance. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2021
187 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) -
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2021

Orientador: Artur Pantoja Marques

Coorientador: Hélio Ricardo Silva

Inclui bibliografia

1. Bioengenharia. 2. Geotecnia. 3. Assoreamento. 4. Reservatório. 5. Usina hidrelétrica.


Raiane da Silva Santos

Supervisora Técnica de Seção
Seção Técnica de Referência, Atendimento ao usuário e Documentação
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação
CRB/8 - 9999

Samuel Fernandes Grance

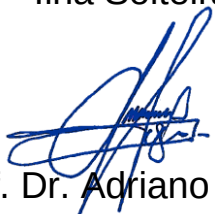
**GEOTECNIA AMBIENTAL UTILIZANDO TÉCNICAS DE BIOENGENHARIA DE
SOLOS NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS NAS MARGENS DO
RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA DE JUPIÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado como parte dos requisitos para
obtenção do grau de Engenheiro Civil, junto ao
Curso de Graduação em Engenharia Civil, da
Faculdade de Engenharia da Universidade
Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho",
Câmpus de Ilha Solteira.

Aprovado em 22/12/2021

Comissão Examinadora


Prof. Dr. Artur Pantoja Marques
UNESP/FE - Ilha Solteira (Orientador)


Prof. Dr. Adriano Souza
UNESP/FE Ilha Solteira (Examinador)


Profa. Dra. Claudia Scoton Antonio Marques
UNIFUNEC/Santa Fé do Sul (Examinadora)

Ilha Solteira

22 de dezembro de 2021

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos professores Artur Pantoja Marques e Hélio Ricardo Silva e a empresa CTG Brasil que proporcionaram essa oportunidade e tornaram possível a elaboração deste trabalho.

Gostaria de agradecer aos meus pais, Adalgisa Fernandes Oliveira Grance e Nilson Marcio Nantes da Silva Grance e toda a minha família que sempre me apoiaram sem medir esforços para eu atingir os meus objetivos e chegar na reta final dessa graduação.

Agradeço também a FEIS e todo o seu corpo docente que contribuíram para a minha formação.

Por fim, agradeço aos moradores da Eterna República Moita que com certeza contribuíram em todo o processo da minha graduação, e todas as pessoas envolvidas direta ou indiretamente.

RESUMO

A produção de energia elétrica é de extrema importância devido ao grande consumo hoje em dia. E a forma mais empregada para gerar essa energia no Brasil há muitos anos são as usinas hidrelétricas, nas quais se emprega uma barragem ao longo de um curso d'água gerando um reservatório à montante, aumentando assim a energia potencial para girar as turbinas que geram a energia. Reservatório este que pode sofrer degradação de acordo com suas características, principalmente o assoreamento, diminuindo então o tempo de vida útil da usina em questão. Logo é essencial combater ou pelo menos desacelerar os processos degradativos, pensando na produção energética e na questão ambiental envolvida. Para isso, pode-se fazer uso da geotecnia ambiental através de técnicas da bioengenharia. Técnicas essas, não tradicionais, que envolvem conceitos e práticas de engenharia civil, agronomia e biologia. E este trabalho testa técnicas de bioengenharia na recuperação de áreas degradadas na região do reservatório da Usina Hidrelétrica de Jupia, o que evitou a erosão continuada de um talude modelo.

Palavras-chave: Degradação Ambiental, Talude, Reservatório, Assoreamento, Usina Hidrelétrica.

ABSTRACT

The production of electrical energy is extremely important due to the high consumption nowadays. And the most used way to generate this energy in Brazil for many years has been hydroelectric plants, in which a dam is used along a watercourse, generating an upstream reservoir, thus increasing the potential energy to turn the turbines that generate the energy. This reservoir can suffer degradation according to its characteristics, mainly siltation, thus reducing the useful life of the plant in question. Therefore, it is essential to combat or at least slow down the degradation processes, thinking about energy production and the environmental issue involved. For this, one can make use of environmental geotechnics through bioengineering techniques. These are non-traditional techniques that involve concepts and practices in civil engineering, agronomy and biology. And this work tests bioengineering tools to control the erosion of the Jupia HPP reservoir margins, which avoided the continued erosion of a model slope.

Keywords: Ambiental Degradation, Slope, Reservoir, Siltation, Hydroelectric Power Plant.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - As fases do solo: (a) no estado natural, (b) separada em volume.....	5
Figura 2 - As fases do solo (c) em função do volume de sólidos.....	7
Figura 3 - Triângulo de Classificação Textural -FERRET	10
Figura 4 - Localização dos taludes pré-selecionados e vias de acesso.	17
Figura 5 - Localizações da bacia hidrográfica Córrego Santa Vera e das Estações Meteorológicas (Três Lagoas, Itapura e Ilha Solteira) para aplicação do Método de Thiessen.....	19
Figura 6 - Estações Meteorológicas e área da bacia importadas no AutoCAD.....	20
Figura 7 - Segmentos de retas ligando as 03 estações.....	20
Figura 8 - Mediatriizes de cada segmento de reta.	21
Figura 9 - Determinação das regiões de domínio das Estações Meteorológicas de Três Lagoas e Itapura.	21
Figura 10 - Área em km ² da região de domínio da estação de Três Lagoas-MS.....	22
Figura 11 - Área em km ² da região de domínio da estação de Itapura-SP.	22
Figura 12 - Materiais e equipamentos utilizados.	24
Figura 13 - Observação do talude.....	25
Figura 14 - Medição da profundidade de coleta.	26
Figura 15 - Anel volumétrico sendo introduzido no solo com auxílio do cursor.	26
Figura 16 - Anel volumétrico cravado no solo.	27
Figura 17 - Anel volumétrico sendo retirado.....	27
Figura 18 - Anel volumétrico retirado com excesso de solo.	28
Figura 19 - Amostra indeformada pronta.....	28
Figura 20 - Amostras indeformadas prontas para envio ao laboratório.	29
Figura 21 - Amostras já em laboratório.	29
Figura 22 - Penetrômetro STOLF-KAMAQ.....	30
Figura 23 - Posicionamento do aparelho.....	32
Figura 24 - Penetrômetro cravado e realização das leituras de profundidade.	32
Figura 25 - Capsulas numeradas.	34
Figura 26 - Estufa para secagem do solo.....	34
Figura 27 - Pesagem capsula 1.	35
Figura 28 - Planta Topográfica.....	36
Figura 29 - Seções transversais A01 e A02.	37
Figura 30 - Seções transversais A03 e A04.	38
Figura 31 - Seções transversais A05 e A06.	39
Figura 32 - Pontos de medição para o levantamento batimétrico complementar.	40
Figura 33 - Levantamento batimétrico complementar.	41

Figura 34 - Divisão das parcelas experimentais.....	42
Figura 35 - Corte transversal no Talude, informando o posicionamento dos tratamentos. ...	42
Figura 36 - Escavadeira hidráulica executando o retaludamento do Talude 227.....	43
Figura 37 - Leira em Nível acima da crista do talude 227.	44
Figura 38 - Placas de identificação das parcelas experimentais.	44
Figura 39 - Demarcação das parcelas.	45
Figura 40 - Fixação da placa de identificação de uma das parcelas de Biomanta mais mix de sementes.....	46
Figura 41 - Execução da hidrossemeadura.....	46
Figura 42 - Mega mulch ® utilizado.....	48
Figura 43 - Composto orgânico utilizado.....	48
Figura 44 - Adubo NPK 04-14-08 utilizado.....	49
Figura 45 - Adesivo fixador AG 60 utilizado.	49
Figura 46 - Enxada para coveamento.	50
Figura 47 - Coveamento do solo em parcela que recebeu a hidrossemeadura.....	50
Figura 48 - Solo coveado observando.	51
Figura 49 - Mistura das sementes.....	51
Figura 50 - Mix de sementes.....	52
Figura 51 - Caminhão de hidrossemeadura.	52
Figura 52 - Despejo do adubo NPK no tanque.....	53
Figura 53 - Despejo do mix de sementes no tanque.	53
Figura 54 - Despejo do fixador AG 60 no tanque.	53
Figura 55 - Despejo do mega mulch no tanque.....	54
Figura 56 - Execução da hidrossemeadura.....	54
Figura 57 - Biomantas Almax 400 RD embaladas.....	55
Figura 58 - Biomantas Fibrax 300 RD embaladas.....	56
Figura 59 - Ilustração das biomantas utilizadas.	56
Figura 60 - Grampos de aço CA 60 5mm.....	57
Figura 61 - Escavação da vala de ancoragem das biomanta.	57
Figura 62 - Biomanta Fibrax 300 RD sendo desenrolada.....	58
Figura 63 - Grampeamento da biomanta no fundo da vala de ancoragem.....	58
Figura 64 - Execução da ancoragem da biomanta.	59
Figura 65 - Plantação de capim vetiver na fazenda da UNESP – Ilha Solteira.	59
Figura 66 - Execução da valeta para retirada de mudas do capim vetiver.	60
Figura 67 - Retirada das touceiras de capim vetiver.	60
Figura 68 - Subdivisão e transporte das touceiras de capim vetiver.....	61
Figura 69 - Plantação da barreira de vetiver no pé do talude.	62

Figura 70 - Valeta para fixação de biorretentor.	62
Figura 71 - Fixação do biorretentor com estacas de madeira.	63
Figura 72 - Biorretentores fixados.	63
Figura 73 - Capim vetiver plantado acima do biorretentor.	64
Figura 74 - Biorretentores e barreiras de capim vetiver instalados.	64
Figura 75 - Biorretentor de fibra de capim.	65
Figura 76 - Identificação das parcelas experimentais.	66
Figura 77 - Capim vetiver coberto com plantas aquáticas.	66
Figura 78 - Mudas de capim vetiver do viveiro do Sr. José.	67
Figura 79 - Replântio da fileira de capim vetiver à frente do pé do talude.	67
Figura 80 - Pilha de biorretentores e biomanta de fibra de coco armazenadas na crista do talude.	68
Figura 81 - Biorretentor sendo encapado com biomanta de fibra de coco.	68
Figura 82 - Instalação dos biorretentores no pé do Talude 227.	69
Figura 83 - Fileira de biorrtentor instalada.	69
Figura 84 - Pontos de controle para ortorretificação das imagens.	70
Figura 85 - Georreferenciamento de ponto de controle para ortorretificação das imagens. .	71
Figura 86 - Talude 223 – município de Selvíria (MS).	73
Figura 87 - Talude 224 – município de Três Lagoas (MS).	73
Figura 88 - Talude 225 – município de Selvíria (MS).	74
Figura 89 - Talude 226 - município de Três Lagoas (MS).	74
Figura 90 - Talude 227 - município de Três Lagoas (MS).	75
Figura 91 - Talude 228 - município de Três Lagoas (MS).	75
Figura 92 - Talude 229 - município de Três Lagoas (MS).	76
Figura 93 - Localização do ponto no triângulo textural para o solo em estudo (gerada pelo aplicativo Triângulo Textural de Esdras Teixeira Costa).	90
Figura 94 - Classes de resistência do solo à penetração.	95
Figura 95 - Modelo digital do Talude 227 antes do retaludamento.	96
Figura 96 - Finalização da instalação do experimento.	99
Figura 97 - Experimento instalado.	99
Figura 98 - Experimento instalado.	100
Figura 99 - Biomanta Almax 400 RD instalada.	100
Figura 100 - Biomanta Fibrax 300 RD instalada.	101
Figura 101 - Hidrossemeadura executada.	101
Figura 102 - Barreiras de Capim Vetiver e Biorretentores instalados.	102
Figura 103 - Plântulas em uma parcela com mix de sementes.	103
Figura 104 - Plântulas em uma parcela com mix de sementes e biomanta de capim.	103

Figura 105 - Plântulas em uma parcela com mix de sementes e biomanta de fibra de coco.	103
Figura 106 - Solapamento em parcela de mix.	104
Figura 107 - Foto do Talude 227 tirada no dia 29/09/2019 com sentido de montante à jusante.	105
Figura 108 - Foto do Talude 227 tirada no dia 16/10/2019 com sentido de jusante a montante.	105
Figura 109 - Foto do Talude 227 tirada no dia 27/11/2019 com sentido de jusante a montante.	105
Figura 110 - Formigas atacando plantas no Talude 227 no dia 19/10/2019.	106
Figura 111 - Capim Vetiver comido por animais silvestres (foto de 27/11/2019).	106
Figura 112 - Foto de pegada de animal silvestre tirada no dia 20/11/2019 no pé do talude.	106
Figura 113 - Solapamento no Talude 227 (foto de 16/10/2019).	107
Figura 114 - Inseticida Fipronil em pó.	107
Figura 115 - Dispersão do inseticida Fipronil no Talude 227.	108
Figura 116 - Gotículas da solução com o formicida nas folhas da planta no Talude 227 no dia 19/10/2019.	108
Figura 117 - Identificação de um olheiro de formigueiro.	108
Figura 118 - Formicida 7 Belo PCO FIPRONIL na forma de peletes.	109
Figura 119 - Aplicação do formicida 7 Belo PCO FIPRONIL.	109
Figura 120 - Parcela 1, foto de 29/09/2019.	110
Figura 121 - Solapamento identificado na Parcela 1 no dia 29/09/2019.	110
Figura 122 - Parcela 1, foto de 27/11/2019.	110
Figura 123 - Solo parcialmente exposto face ao desprendimento do Mix de Sementes na Parcela 1 no dia 27/11/2019.	111
Figura 124 - Parcela 2, foto de 29/09/2019.	111
Figura 125 - Parcela 2, foto de 27/11/2019.	112
Figura 126 - Parcela 3, foto de 29/09/2019.	112
Figura 127 - Parcela 3, foto de 27/11/2019.	113
Figura 128 - Parcela 4, foto de 29/09/2019.	113
Figura 129 - Parcela 4, foto de 27/11/2019.	114
Figura 130 - Foto tirada da fileira mais próxima do pé do talude na parcela 4 no dia 27/11/2019.	114
Figura 131 - Foto tirada a partir da crista do talude no dia 27/09/2019 da Parcela 4.	114
Figura 132 - Parcela 5, foto de 29/09/2019.	115
Figura 133 - Parcela 5, foto de 27/11/2019.	115

Figura 134 - Solapamento na Parcela 5 (foto tirada no dia 29/09/2019).	116
Figura 135 - Parcela 6, foto de 29/09/2019	116
Figura 136 - Parcela 6, foto de 27/11/2019	117
Figura 137 - Planta nativa na Parcela 6 (foto tirada no dia 27/11/2019).	117
Figura 138 - Solo parcialmente exposto face ao desprendimento do Mix de Sementes na Parcela 6 (foto tirada no dia 27/11/2019).	117
Figura 139 - Parcela 7, foto de 29/09/2019.	118
Figura 140 - Parcela 7, foto de 27/11/2019.	118
Figura 141 - Parcela 8, foto de 29/09/2019.	119
Figura 142 - Parcela 8, destacando o solapamento ocorrido nessa parcela (foto de 09/10/2019).	119
Figura 143 - Parcela 8, foto de 27/11/2019.	120
Figura 144 - Parcela 9, foto de 29/09/2019.	120
Figura 145 - Presença de plantas nativa no pé da Parcela 9, foto de 27/11/2019.	121
Figura 146 - Parcela 9, foto de 27/11/2019.	121
Figura 147 - Parcela 9, foto de 27/11/2019.	121
Figura 148 - Foto tirada da Parcela 10 no dia 29/09/2019.	122
Figura 149 - Foto tirada da Parcela 10 no dia 27/11/2019.	122
Figura 150 - Parcela 11, foto de 29/09/2019.	123
Figura 151 - Parcela 11, foto de 27/11/2019.	123
Figura 152 - Solo parcialmente exposto na Parcela 11. (foto tirada no dia 27/11/2019).	124
Figura 153 - Parcela 12, foto de 29/09/2019.	124
Figura 154 - Parcela 12, foto de 09/10/2019.	125
Figura 155 - Parcela 12, foto de 09/10/2019.	125
Figura 156 - Parcela 12, foto de 27/11/2019.	125
Figura 157 - Parcela 13, foto de 29/09/2019.	126
Figura 158 - Parcela 13, foto de 27/11/2019.	126
Figura 159 - Parcela 14, foto de 29/09/2019.	127
Figura 160 - Parcela 14, foto de 27/11/2019.	127
Figura 161 - Parcela 14, foto de 27/11/2019.	128
Figura 162 - Parcela 15, foto de 29/09/2019.	128
Figura 163 - Parcela 15, foto de 29/09/2019.	129
Figura 164 - Parcela 15, foto de 27/11/2019.	129
Figura 165 - Linha do capim vetiver no pé do Talude 227 que foi levemente empurrada pela ação das ondas.	130
Figura 166 - Linha do capim vetiver no pé do Talude 227.	130
Figura 167 - Nível da água atingindo os biorretentores no dia 05/03/2020.	131

Figura 168 - Nível da água atingindo os biorretentores no dia 05/03/2020.....	131
Figura 169 - Fotografia do Talude 227 de 06 de fevereiro de 2020.....	133
Figura 170 - Fotografia do Talude 227 de 27 fevereiro de 2020.....	133

LISTA DE TABELAS, QUADROS E GRÁFICOS

Tabela 1 - Termos gerais para descrever a textura do solo em relação ao nome das classes texturais.....	9
Quadro 1 - Correlações entre os índices físicos.....	7
Quadro 2 - Correlação entre os índices físicos (continuação).....	8
Quadro 3 - Classificação da porosidade e do índice de vazios nos solos.	8
Quadro 4 - Coordenadas das Estações Meteorológicas.	19
Quadro 5 - Áreas de domínio das duas Estações Meteorológicas	22
Quadro 6 - Precipitação no Posto de Itapura (2012-2018).	23
Quadro 7 - Precipitação no Posto de Três Lagoas (2012-2018).	23
Quadro 8 - Identificação das amostras coletadas.	30
Quadro 9 - Características do penetrômetro de impacto STOF-KAMAQ.....	31
Quadro 10 - Dados coletados no ensaio de penetração.	33
Quadro 11 - Levantamento batimétrico auxiliar.....	41
Quadro 12 - Discriminação do MIX Vila Verde utilizado na hidrossemeadura.....	47
Quadro 13 - Valores de precipitação (mm) no Posto Itapura, no período de 2012 – 2018. ..	77
Quadro 14 - Valores médios de temperatura (°C) no Posto Itapura, no período de 2012 – 2018.	79
Quadro 15 - Média dos valores mínimos de temperatura (°C) no Posto Itapura, no período de 2012 – 2018.	79
Quadro 16 - Média dos valores máximos de temperatura (°C) no Posto Itapura, no período de 2012– 2018.	80
Quadro 17 - Valores médios mensais de umidade relativa do ar (%) no Posto Itapura, no período de 2012-2018.	81
Quadro 18 - Valores médios mensais de velocidade (m/s) e direção do vento (°) no Posto Itapura, no período de 2012 – 2018.....	82
Quadro 19 - Aplicação do Método de Thiessen para as médias mensais de precipitação no período de 2012 a 2018.	85
Quadro 20 - Aplicação do Método de Thiessen para o total anual de precipitação no período de 2012 a 2018.	85
Quadro 21 - Dados de precipitação a partir da instalação do experimento.	86
Quadro 22 - Precipitação Mensal de outubro de 2019 a fevereiro de 2020.....	87
Quadro 23 - Determinação do teor de umidades “in situ”.	89
Quadro 24 - Análise granulométrica.....	90
Quadro 25 - Índices de consistência.	91

Quadro 26 - Determinação da consistência do solo.....	91
Quadro 27 - Resultados do ensaio de penetração.....	92
Quadro 28 - Altura e inclinação de cada perfil gerado no levantamento topográfico.....	96
Quadro 29 - Cálculo das áreas para mix, biomanta 1, biomanta 2 e grampos de fixação. ...	97
Quadro 30 - Cálculo dos comprimentos dos retentores de sedimentos, barreira de vetiver e estacas para fixar os retentores.	98
Quadro 31 - Determinação da quantidade total dos materiais a serem utilizados nos tratamentos.....	98
Gráfico 1 - Total pluviométrico anual do Posto Itapura, para o período de 2012-2018.	78
Gráfico 2 - Valores da precipitação média mensal (mm) do Posto Itapura, para o período de 2012 - 2018.	78
Gráfico 3 - Temperaturas médias, máximas e mínimas mensais no Posto Itapura para o período de 2012-2018.	80
Gráfico 4 - Valores médios mensais de umidade relativa do ar (%) no Posto Itapura, no período de 2012 – 2018.....	82
Gráfico 5 - Valores da precipitação média mensal (mm), e temperaturas médias, médias mínimas e médias máximas do Posto Itapura, para o período de 2012 – 2018.	83
Gráfico 6 - Valores da precipitação média mensal (mm) e umidade do ar (%) do Posto Itapura, para o período de 2012 - 2018.	84
Gráfico 7 - Precipitação desde a Instalação do Experimento até o dia 15/03.	87
Gráfico 8 - Comparação entre a precipitação mensal dos meses de avaliação do experimento e as precipitações médias mensais.	88
Gráfico 9 - Resistência à penetração no perfil 248.....	93
Gráfico 10 - Resistência à penetração no perfil 250.....	93
Gráfico 11 - Resistência à penetração no perfil 251.....	94
Gráfico 12 - Resistência à penetração média entre os três perfis.	94
Gráfico 13 - Precipitação no período de 18/09/2019 a 25/09/2019 registradas na estação meteorológica de Itapura-SP.	102
Gráfico 14 - Desenvolvimento da cobertura vegetal.....	132

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO GERAL.....	2
3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
4.1. LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO	3
4.2. LEVANTAMENTO DE SOLO.....	3
4.2.1. ÍNDICES FÍSICOS.....	5
4.2.2. GRANULOMETRIA DO SOLO	8
4.2.2.1. SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO TRIANGULAR – FERRET	9
4.2.3. PENETRÔMETRO	10
4.2.4. LIMITES DE CONSISTÊNCIA (LIMITES DE ATTERBERG).....	11
4.2.5. ATIVIDADE DAS ARGILAS	12
4.2.6. RETALUDAMENTO.....	13
4.2.7. SATURAÇÃO POR BASE (V) E PH DO SOLO	13
4.3. PRECIPITAÇÃO MÉDIA SOBRE UMA BACIA HIDROGRÁFICA	13
4.4. HIDROSSEMEADURA	15
4.5. BIOMANTAS	15
4.6. BIORRETENTORES DE SEDIMENTOS	15
4.7. CAPIM VETIVER.....	15
4.8. LEVANTAMENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO.....	16
5. METODOLOGIA.....	16
5.1. ÁREA DE ESTUDO	16
5.2. ESTUDO HIDROCLIMÁTICO.....	18
5.2.1. VOLUME DE ÁGUA DA CHUVA QUE SE DEPOSITA NA BACIA HIDROGRÁFICA Córrego Santa Vera ao longo do ano	18

5.3.	COLETA DE AMOSTRAS DE SOLO	24
5.3.1.	MATERIAIS E EQUIPAMENTOS:	24
5.3.2.	PROCEDIMENTOS	25
5.4.	ENSAIO DE PENETRAÇÃO	30
5.4.1.	CARACTERÍSTICAS DO PENETRÔMETRO:	31
5.4.2.	PROCEDIMENTOS	31
5.5.	ANÁLISE FÍSICA E QUÍMICA DO SOLO	33
5.5.1.	TEOR DE UMIDADE “IN SITU”	34
5.5.2.	LIMITES DE CONSISTÊNCIA	35
5.6.	LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO	35
5.7.	INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO	41
5.7.1.	DIMENSIONAMENTO DO MATERIAL A SER UTILIZADO	41
5.7.2.	RETALUDAMENTO	43
5.7.3.	DEMARCAÇÃO DAS PARCELAS EXPERIMENTAIS	44
5.7.4.	HIDROSSEMEADURA	46
5.7.4.1.	ESPECIFICAÇÕES E DESCRIMINAÇÕES DOS INSUMOS UTILIZADOS NA HIDROSSEMEADURA	47
5.7.4.1.1.	MIX VILA VERDE	47
5.7.4.1.2.	MEGA MULCH ®	47
5.7.4.1.3.	COMPOSTO ORGÂNICO	48
5.7.4.1.4.	ADUBO NPK 04-14-08	48
5.7.4.1.5.	Adesivo Fixador AG 60 (Figura 45)	49
5.7.4.2.	APLICAÇÃO	50
5.7.5.	BIOMANTAS	54
5.7.5.1.	ESPECIFICAÇÕES	54
5.7.5.1.1.	BIOMANTA ALMAX 400 RD	54
5.7.5.1.2.	BIOMANTA FIBRAX 300 RD	55
5.7.5.1.3.	GRAMPOS	56
5.7.5.2.	INSTALAÇÃO DAS BIOMANTAS	57
5.7.6.	BARREIRAS DE CAPIM VETIVER (<i>Chrysopogon zizanioides</i>)	59
5.7.6.1.	PREPARAÇÃO DAS MUDAS	59
5.7.6.2.	PLANTIO DO CAPIM VETIVER	61

5.7.6.2.1.	BARREIRA NO PÉ DO TALUDE.....	61
5.7.6.2.2.	BARREIRA NAS PARCELAS EXPERIMENTAIS	62
5.7.6.2.2.1.	BIORRETENTOR	64
5.8.	MONITORAMENTO DO EXPERIMENTO.....	65
5.9.	REPLANTIO DO CAPIM VETIVER (<i>Chrysopogon zizanioides</i>) À FRENTE DO PÉ DO TALUDE.....	66
5.10.	INSTALAÇÃO DOS BIORRETENTORES	68
5.11.	COLETA DE IMAGENS HORIZONTAIS E VERTICAIS	70
5.12.	ANÁLISE DO CRESCIMENTO VEGETATIVO NAS PARCELAS EXPERIMENTAIS	71
6.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	72
6.1.	SELEÇÃO DA ÁREA PARA IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO	72
6.2.	ESTUDO HIDROCLIMÁTICO.....	77
6.2.1.	PRECIPITAÇÃO MÉDIA NA BACIA HIDROGRÁFICA Córrego Santa VERA 84	
6.2.2.	PRECIPITAÇÃO APÓS A INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	85
6.3.	ANÁLISE DE SOLO.....	88
6.3.1.	TEOR DE UMIDADE “IN SITU”.....	88
6.3.2.	DETERMINAÇÃO DOS ÍNDICES FÍSICOS.....	89
6.3.3.	ANÁLISE GRANULOMÉTRICA.....	90
6.3.4.	ÍNDICES DE CONSISTÊNCIA	91
6.3.5.	ATIVIDADE DAS ARGILAS	91
6.3.6.	PENETRÔMETRO DE IMPACTO	92
6.3.7.	ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO	95
6.4.	LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO	96
6.5.	DIMENSIONAMENTO DO MATERIAL A SER UTILIZADO NO EXPERIMENTO ..	96
6.6.	INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	99
6.7.	MONITORAMENTO DO EXPERIMENTO.....	102
6.7.1.	MONITORAMENTO 1: MONITORAMENTO INICIAL	102
6.7.2.	MONITORAMENTO 2	104

6.7.2.1.	VISÃO GERAL DO TALUDE 227	104
6.7.3.	MONITORAMENTO 3: VISÃO INDIVIDUAL DAS PARCELAS EXPERIMENTAIS.....	109
6.7.3.1.	PARCELA 1: MIX DE SEMENTES	109
6.7.3.2.	PARCELA 2: MIX + BIOMANTA DE CAPIM.....	111
6.7.3.3.	PARCELA 3: MIX + BIOMANTA DE COCO	112
6.7.3.4.	PARCELA 4: CAPIM VETIVER + BIORRETENTOR	113
6.7.3.5.	PARCELA 5: TESTEMUNHA	115
6.7.3.6.	PARCELA 6: MIX DE SEMENTES	116
6.7.3.7.	PARCELA 7: MIX + BIOMANTA DE CAPIM.....	118
6.7.3.8.	PARCELA 8: MIX + BIOMANTA DE COCO	119
6.7.3.9.	PARCELA 9: CAPIM VETIVER + BIORRETENTOR	120
6.7.3.10.	PARCELA 10: TESTEMUNHA	122
6.7.3.11.	PARCELA 11: MIX DE SEMENTES	123
6.7.3.12.	PARCELA 12: MIX + BIOMANTA DE CAPIM.....	124
6.7.3.13.	PARCELA 13: MIX + BIOMANTA DE COCO	126
6.7.3.14.	PARCELA 14: CAPIM VETIVER + BIORRETENTOR	127
6.7.3.15.	PARCELA 15: TESTEMUNHA	128
6.8.	REPLANTIO DO CAPIM VETIVER (<i>Chrysopogon zizanioides</i>) À FRENTE DO PÉ DO TALUDE.....	129
6.9.	INSTALAÇÃO DOS BIORRETENTORES	130
6.10.	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS.....	131
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	134
	REFERÊNCIAS	135
	APÊNDICE A - ÍNDICES FÍSICO.....	140
	APÊNDICE B - IDENTIFICAÇÃO DAS PARCELAS EXPERIMENTAIS NO TALUDE 227.	141
	APÊNDICE C - DIMENSÕES DAS PARCELAS ESPERIMENTAIS AO LONGO DO TALUDE 227.	142

ANEXO A - TALUDE 227.....	143
ANEXO B - TALUDE 226.....	148
ANEXO C - TALUDE 229	152
ANEXO D - ANÁLISE GRANULOMÉTRICA	157
ANEXO E - DENSIDADE E POROSIDADE DO SOLO	158
ANEXO F - ANÁLISE QUÍMICA.....	159
ANEXO G - FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DO ADUBO NPK 04-14-08 ...	161
ANEXO H - FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DO ADESIVO FIXADOR AG-60	166

1. INTRODUÇÃO

A usina hidrelétrica Engenheiro Souza Dias (Jupiá), com 1.551,20 MW de potência instalada, forma com a usina Ilha Solteira o Complexo Hidroelétrico de Urubupungá. O Paraná é um típico rio de planalto e, por suas grandes quedas d'água, apresenta condições favoráveis à construção de usinas hidrelétricas (CESP, 2009).

O primeiro plano para o aproveitamento da bacia do Paraná surgiu em 1953, quando se formou uma comissão interestadual que após estudar as condições e a viabilidade técnico-econômica da exploração da bacia, em 1960 foi finalizado o projeto que previu a construção de duas usinas: Jupiá e Ilha Solteira. As obras civis tiveram início em 1961, tendo o primeiro grupo entrado em operação em abril de 1969. Concluída em 1974, Jupiá foi a primeira unidade do parque gerador da CESP a ultrapassar a marca do milhão de quilowatts. (CESP, 2009).

Associado ao importante aproveitamento energético, a construção de Jupiá trouxe grandes benefícios para o país, como ligação rodoviária entre os estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul, eclusa de navegação que permitiu a ligação de São Paulo e do Brasil, pela hidrovía Tietê-Paraná, aos países do Mercosul, até então impossibilitados pelos saltos de Urubupungá e Itapura, respectivamente nos rios Paraná e Tietê. (CESP, 2009).

Visto à importância desta usina, é notório a necessidade de manutenção dos recursos adjacentes, principalmente da água responsável pela geração da energia. Segundo Cabral (2004) a principal causa na diminuição do volume de água utilizável por uma usina hidrelétrica, diminuindo assim a energia gerada, é o assoreamento do reservatório desta usina. Que por sua vez causa também redução das áreas navegáveis, enchentes a montante do remanso, erosão a jusante da barragem, abrasão de estruturas e equipamentos e o crescimento de plantas aquáticas (BARBISA; PINTO; CASTRO, [20--]).

Em estudo no reservatório artificial – PACUERA, CESP (2009), fez a caracterização da susceptibilidade à erosão natural do reservatório da usina hidrelétrica de Jupiá numa faixa de 2 quilômetros envoltórios a este reservatório, baseando-se no cruzamento das características geológicas, edológicas e principalmente de declividade, concluiu-se que o solo predominante nas margens deste reservatório é enquadrado num grupo de solo com baixa suscetibilidade, ou seja, a erosão por conta da declividade do terreno é baixa. Este fato ressalta a influência da água do reservatório no solapamento das margens.

De acordo com Gatto e Doe (1987) os principais fatores relacionados à erosão em margens de reservatórios ocorrem pela ação das ondas causadas por vento e embarcações, erosão hídrica por salpicamento, escoamento superficial e deslizamentos. Estes processos erosivos são dependentes de diversos fatores, estando relacionados principalmente à morfologia do reservatório, condições meteorológicas e pedológicas da área.

A erosão das margens de reservatórios muitas vezes acaba resultando em taludes, denominação que se dá a qualquer superfície inclinada de um maciço de solo ou rocha. Ele pode ser natural, também denominado encosta, ou construído pelo homem, como, por exemplo, os aterros e cortes. Os taludes naturais estão sempre sujeitos a problemas de instabilidade, porque as ações das forças gravitacionais contribuem naturalmente para a deflagração do movimento (GERSCOVICH, 2016).

Portanto, identificar áreas vulneráveis e estudar a estabilidade de taludes, avaliando a necessidade de medidas de estabilização são de extrema importância para evitar o solapamento das encostas de reservatórios de usinas hidrelétricas, diminuindo o assoreamento e prolongando a vida útil da usina em questão.

Como forma de estabilizar declives e controlar processos erosivos, pode-se fazer uso das técnicas de bioengenharia. Estas biotécnicas são conhecidas e utilizadas há décadas na Europa (em países como Alemanha, Suíça e Áustria) e na América do Norte. No Brasil, entretanto, são ainda pouco conhecidas, dada a falta de uma visão sistemática, decorrente de estudos, observações e experimentos, que permitam sua utilização e difusão (SUTILI, 2004).

Bioengenharia nada mais é do que a constituição de percepções da engenharia civil, agronomia e biologia de maneira que seja exata o ato de estabilizar as camadas superficiais dos solos sob ações erosivas das águas e de deslizamentos. De modo a desenvolver e agregar recursos naturais não tradicionais da engenharia civil extraindo discernimentos da vida atual dos solos (biologia) e das plantas (agronomia) tratando de revigorar ou estabilizar os solos. Ela combina elementos inertes e vivos para preservar ou estabilizar solos superficialmente (GEOCONTRACT, 2018).

A usina hidrelétrica de Jupia foi inaugurada em 1974 e o seu reservatório com um espelho d'água de 330 km², vem há muito tempo sofrendo o processo de assoreamento, pelo solapamento das suas margens. O projeto inédito que implantamos na margem direita desse reservatório visa avaliar a viabilidade técnica e econômica da bioengenharia na solução desse grave problema que, se não solucionado, poderá reduzir a vida útil desse empreendimento.

2. OBJETIVO GERAL

Experimentar técnicas de bioengenharia na recuperação de áreas degradadas na região da Usina Hidrelétrica de Jupia.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Escolher elementos inertes e espécies vegetais; definir técnicas de recuperação e aspectos edafoclimáticos para evitar a erosão continuada; apresentar os resultados alcançados.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

O levantamento topográfico tem como objetivo mapear a superfície de um terreno. Tal mapeamento gera dados que posteriormente serão usados para a elaboração de plantas, perfis e representações gráficas das características do terreno. Para a realização dessa tarefa, é necessário realizar um conjunto de operações e processos, os quais se refletem nos tipos de levantamentos topográficos que podem ser utilizados para a execução do trabalho (CPE TECNOLOGIA, 2019).

De acordo com a Cpe Tecnologia (2019), existem três principais tipos de levantamento topográfico. O levantamento topográfico planimétrico, também chamado Planimetria, se caracteriza pela medição das projeções horizontais que definem uma área. Por outro lado, o levantamento altimétrico consiste na definição das alturas de um terreno. Esse método também pode ser chamado de altimetria, e registra o grau de declividade de um terreno. Já o levantamento planialtimétrico consiste, basicamente, na união entre os levantamentos planimétrico e altimétrico. Esse método permite tanto a medição das projeções horizontais quanto das diferenças de alturas do relevo. Portanto, gera um mapeamento mais completo.

Outro levantamento importante, quando se trata de encostas, é a batimetria. Batimetria é a medição da profundidade dos oceanos, lagos e rios. É expressa cartograficamente por curvas batimétricas que unem pontos da mesma profundidade com equidistâncias verticais. Com semelhança às curvas de nível topográfico. Os levantamentos batimétricos iniciam-se com a coleta de dados no local. Esses dados servem para criar a modelagem 3D, caso necessário (GEOURBE GEOTECNOLOGIA E ENGENHARIA, 2017).

4.2. LEVANTAMENTO DE SOLO

Quando se trata de sondagens e ensaios de solo, a confiabilidade nos resultados dos ensaios depende fundamentalmente da qualidade e da representatividade das amostras retiradas do solo (STANCATI; NOGUEIRA; VILAR, 1981).

Uma amostra de solo consiste em uma pequena porção de terra capaz de representá-lo em uma análise química e física. Como esta porção é pequena em relação à quantidade de solo que irá representar, deve-se tomar todo cuidado na retirada dessa amostra. Com a amostragem, feita de maneira técnica, pretende-se chegar a uma cópia fiel do terreno que queremos analisar (SQUIBA, L.M.; MONTE SERRAT, B.; LIMA, M.R, 2002).

São de dois tipos as amostras utilizadas nos laboratórios de Mecânica dos Solos: amostras deformadas e amostras indeformadas. As amostras deformadas são representativas dos solos, quanto a textura e constituição mineral, não conservando a estrutura do solo “in situ”, nem a umidade do mesmo, no local e data da amostragem. Estas amostras são utilizadas nos ensaios de classificação (granulometria, limites de consistência, massa específica dos sólidos), ensaios de compactação e na moldagem dos corpos de prova com características definidas e utilizados nos ensaios de resistência, compressibilidade e permeabilidade. Além de possibilitarem análises químicas do solo (STANCATI; NOGUEIRA; VILAR, 1981).

As amostras indeformadas são representativas do solo quanto a estrutura, umidade, constituição mineralógica, além daquelas já mencionadas para amostras deformadas. Elas são utilizadas quando se quer determinar as características do solo “in situ”, quanto aos índices físicos, resistência ao cisalhamento, compressibilidade e permeabilidade. As amostras indeformadas podem ser obtidas através de amostradores especiais ou retiradas em bloco no fundo de um poço, ou no talude de um corte. Cuidados adicionais devem ser tomados com as amostras indeformadas durante o transporte até o laboratório, e no manuseio das mesmas na fase preparatória dos ensaios, a fim de que sejam preservadas as características do solo “in situ” (STANCATI; NOGUEIRA; VILAR, 1981).

Outra principal causa da degradação do solo é a compactação, resultado do processo de aumento da densidade e resistência à penetração. A compactação do solo ocorre de maneira muito frequente em ambientes que utilizam máquinas e implementos ou em áreas onde o pisoteio de animais é intenso, constituindo um dos mais sérios fatores de restrição ao desenvolvimento das plantas (CAMARGO, 1997).

Para analisar a compactação do solo “in situ”, podemos fazer o uso do penetrômetro. Que são aparelhos destinados à avaliação da resistência mecânica à penetração do solo. São classificados em convencionais e de impacto. Esses equipamentos possuem uma haste com uma ponta cônica na extremidade inferior. Na parte superior possui um dinamômetro (convencional) ou um cilindro (impacto) (CARVALHO, 2009).

A resistência mecânica à penetração é o esforço de reação que o solo oferece à pressão de penetração de uma haste do penetrômetro com ponta cônica no solo, cuja área é conhecida. Simula a reação do solo à elongação radicular (CARVALHO, 2009).

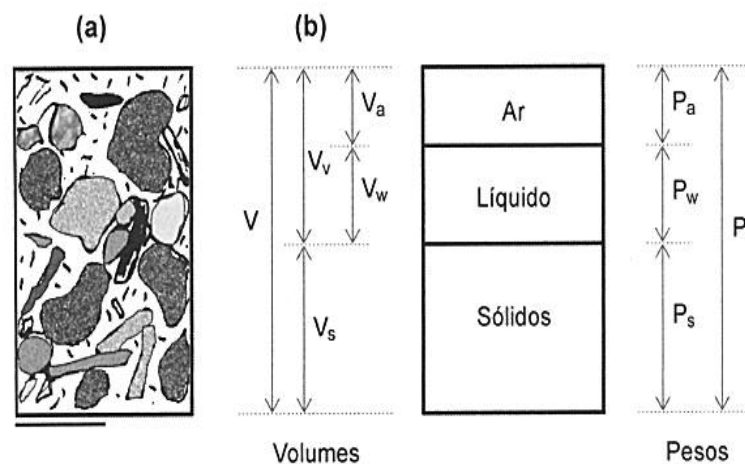
O valor da resistência mecânica do solo varia conforme a umidade do solo, portanto, o penetrômetro de impacto não serve para avaliar em termos absolutos se um dado solo está ou não compactado, e esse problema ocorre com qualquer tipo de penetrômetro. Mas admitindo-se que determinado terreno necessite de preparo do solo, é possível, através da curva obtida, determinar até que profundidade deve-se preparar o solo para diminuir a compactação ou quebrar zonas adensadas (STOLF; FERNANDES; FURLANI NETO, 2016).

4.2.1. ÍNDICES FÍSICOS

Segundo Caputo (1996), o solo é um material constituído por um conjunto de partículas sólidas, deixando entre si vazios que poderão estar parciais ou totalmente preenchidos pela água. É, no caso mais geral, um sistema disperso formado por três fases: sólida, líquida e gasosa.

O comportamento de um solo depende da quantidade relativa de cada uma das três fases (sólidos, água e ar). Diversas relações são empregadas para expressar as proporções entre elas. Na Figura 1a, estão representadas, simplificadamente, as três fases que normalmente ocorrem nos solos, ainda que, em alguns casos, todos os vazios possam estar ocupados pela água. Na Figura 1b as três fases estão separadas proporcionalmente aos volumes que ocupam, facilitando a definição e a determinação das relações entre elas. Os volumes de cada fase são apresentados à esquerda e os pesos a direita (PINTO, 2006).

Figura 1 - As fases do solo: (a) no estado natural, (b) separada em volume.



Fonte: Pinto (2006).

Onde:

V = volume total;

V_s = volume de sólidos;

V_v = volume de vazios;

V_w = volume de água;

V_a = volume de ar;

P = peso total;

P_s = peso de sólidos;

P_w = peso de água;

P_a = peso de ar ($P_a = 0$);

$$P = P_s + P_w.V = V_s + V_v \quad (1)$$

onde $V_v = V_w + V_a$.

Em princípio, as quantidades de água e ar podem variar. A evaporação pode diminuir a quantidade de água, substituindo-a por ar, e a compressão do solo pode provocar a saída de água e ar, reduzindo o volume de vazios. O solo, no que se refere às partículas que o constituem, permanece o mesmo, mas seu estado se altera. As diversas propriedades do solo dependem do estado em que se encontra. Quando diminui o volume de vazios, por exemplo, a resistência aumenta (PINTO, 2006).

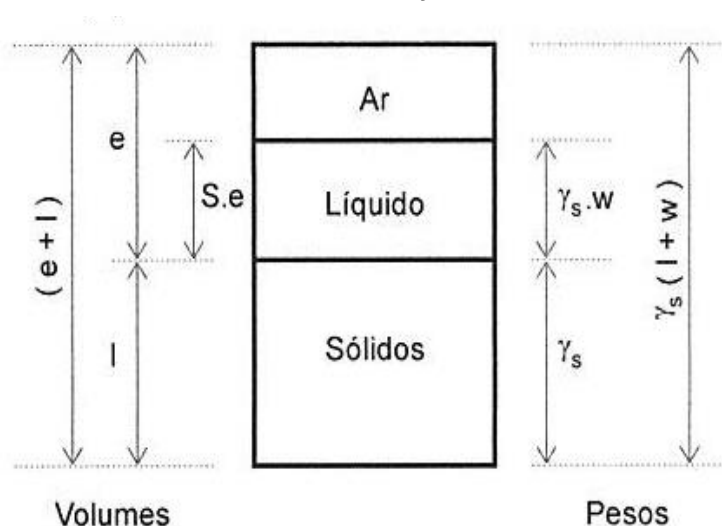
A seguir é apresentado alguns índices físicos e suas definições de acordo com Pinto (2006):

- Teor de Umidade de um Solo: relação entre o peso da água e o peso dos sólidos. É expressa pela letra w . Para sua determinação, pesa-se o solo no seu estado natural, seca-se em estufa a 105°C, até constância de peso, e pesa-se novamente. Com o peso das duas fases, calcula-se a umidade.
- Índice de Vazios: relação entre o volume de vazios e o volume das partículas sólidas. É expresso pela letra e . Não pode ser determinado diretamente, mas é calculado a partir dos outros índices.
- Porosidade: relação entre o volume de vazios e o volume total. Indica a mesma coisa que o índice de vazios. É expresso pela letra n .
- Grau de Saturação: relação entre volume de água e o volume de vazios. Expresso pela letra S . Não é determinado diretamente, mas calculado.
- Peso Específico dos Sólidos: é a característica dos sólidos. Relação entre o peso das partículas sólidas e o seu volume. É expresso pelo símbolo γ_s e determinado em laboratório para cada solo.
- Peso Específico da Água: embora varie um pouco com a temperatura, adota-se sempre como igual a 10kN/m³, a não ser em certos procedimentos de laboratório. É expresso pelo símbolo γ_w .
- Peso Específico Natural: relação entre o peso total do solo e seu volume total. É expresso pelo símbolo γ_n . A expressão “peso específico natural” é, algumas vezes, substituída por “peso específico” do solo.
- Peso Específico Seco: relação entre o peso dos sólidos e o volume total. Corresponde ao peso específico que o solo teria se ficasse seco, se isso pudesse ocorrer sem variação do volume. Expresso pelo símbolo γ_d . Não é determinado diretamente em laboratório, mas calculado a partir do peso específico natural e a umidade.

- **Peso Específico Saturado:** peso específico do solo se ficasse saturado com água e se isso ocorresse sem variação de volume. De pouca aplicação prática, serve para programação de ensaios ou análise de depósitos de areia que possam se saturar. Expresso pelo símbolo γ_{sat} .
- **Peso Específico Submerso:** é o peso específico efetivo do solo quando submerso. Serve para cálculos de tensões efetivas. É igual ao peso específico natural menos o peso específico da água; portanto, com valores da ordem de 10 KN/m³. É expresso pelo símbolo γ_{sub} .

Na Figura 2, apresenta-se, à direita um esquema que representa as três fases com base na definição de índices e que facilita os cálculos. Com esse esquema, correlações são facilmente obtidas (PINTO, 2006) conforme os QUADROS 1 e 2.

Figura 2 - As fases do solo (c) em função do volume de sólidos.



Fonte: Pinto (2006).

Quadro 1 - Correlações entre os índices físicos.

γ $0 < S < 100\%$	γ_{sat} $S = 100\%$	γ_d $S = 0 \%$	γ' $S = 100\%$	γ_s
Peso específico natural	Peso específico saturado	Peso específico seco	Peso específico submerso	Peso específico dos sólidos
$\frac{\gamma_s + S_r e \gamma_w}{1 + e}$	$\frac{\gamma_s + e \gamma_w}{1 + e}$	$\frac{\gamma_s}{1 + e}$	$\frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + e}$	$\gamma_d (1 + e)$
$\gamma_s - (\gamma_s + S_r \gamma_w)n$	$\gamma_s - (\gamma_s - \gamma_w)n$	$(1 - n)\gamma_s$	$(1 - n)(\gamma_s - \gamma_w)$	$\frac{\gamma_d}{1 - n}$
$\gamma_d (1 + w)$	$\frac{\gamma_s (1 + w)}{1 + e}$	-	$\frac{\gamma_s (1 - w)}{1 + e}$	$\frac{S_r e \gamma_w}{w}$

Fonte: Unemat, disponível em:

<http://sinop.unemat.br/site_antigo/prof/foto_p_downloads/fot_139091_pdf_1.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2019.

Quadro 2 - Correlação entre os índices físicos (continuação).

S	e	n	w
Grau de saturação	Índice de vazios	Porosidade	Teor de umidade
$\frac{w\gamma_s}{e\gamma_w}$	$\frac{\gamma_s}{\gamma_d} - 1$	$\frac{e}{1+e}$	$\frac{S_r e \gamma_w}{\gamma_s}$
$\frac{1-n}{n} w \frac{\gamma_s}{\gamma_w}$	$\frac{n}{1-n}$	$1 - \frac{\gamma_d}{\gamma_s}$	$\frac{n S_r \gamma_w}{(1-n)\gamma_s}$
$\frac{\gamma_s \gamma_d w}{\gamma_w (\gamma_s - \gamma_d)}$	$\frac{\gamma_s w}{S_r \gamma_w}$	$\frac{\gamma_s w}{S_r \gamma_w + \gamma_s w}$	$\frac{S_r \gamma_w (\gamma_s - \gamma_d)}{\gamma_s \gamma_d}$

Fonte: Unemat, disponível em:

< http://sinop.unemat.br/site_antigo/prof/foto_p_downloads/fot_139091_pdf_1.pdf >. Acesso em: 25 jul. 2019.

Segundo o IAEG (1979), a porosidade e o índice de vazios podem ser classificados segundo o Quadro 3.

Quadro 3 - Classificação da porosidade e do índice de vazios nos solos.

Porosidade (%)	Índice de Vazios	Denominação
> 50	> 1	Muito alta
45 – 50	0,80 – 1,00	Alta
35 – 45	0,55 – 0,80	Média
30 – 35	0,43 – 0,55	Baixa
< 30	< 0,43	Muito baixa

Fonte IAEG (1979).

4.2.2. GRANULOMETRIA DO SOLO

O ensaio de granulometria é utilizado para determinar a distribuição granulométrica do solo, ou em outras palavras, a percentagem em peso que cada faixa especificada de tamanho de grãos representa na massa seca total utilizada para o ensaio (Torres Geotecnia E Estruturas Metálicas, 2019)

Segundo as dimensões das partículas e dentro de determinados limites convencionais, as “frações constituintes” dos solos recebem designações próprias que se identificam com as acepções usuais dos termos. Essas frações, de acordo com a escala granulométrica brasileira (ABNT), são: pedregulho – conjunto de partículas cujas dimensões (diâmetros equivalentes) estão compreendidas entre 76 e 4,8 mm; areia, entre 4,8 e 0,05 mm; silte, entre 0,05 e 0,005 mm; argila, inferiores a 0,005 mm (CAPUTO, 1996).

As classes texturais do solo são definidas em função da porcentagem de areia, silte e argila. Dentro de cada grupo, classes texturais específicas fornecem uma ideia da distribuição de tamanho de partículas e indicam o comportamento das propriedades físicas do solo. As 12

classes texturais encontradas Tabela 1 apresentam uma sequência gradual desde partículas de areia, as quais possuem textura grosseira e fácil manejo, até partículas de argila, que possuem textura muito fina e são mais dificilmente manejadas (WEIL, 2019).

Em solos arenosos e franco arenosos ocorre predomínio das propriedades da areia, quando estas compreendem pelo menos 70% do material em peso (solos com menos do que 15 % de argila). Características da fração argila predominam em solos argilosos, argilo-arenosos e argilo-siltosos (WEIL, 2019).

Tabela 1 - Termos gerais para descrever a textura do solo em relação ao nome das classes texturais.

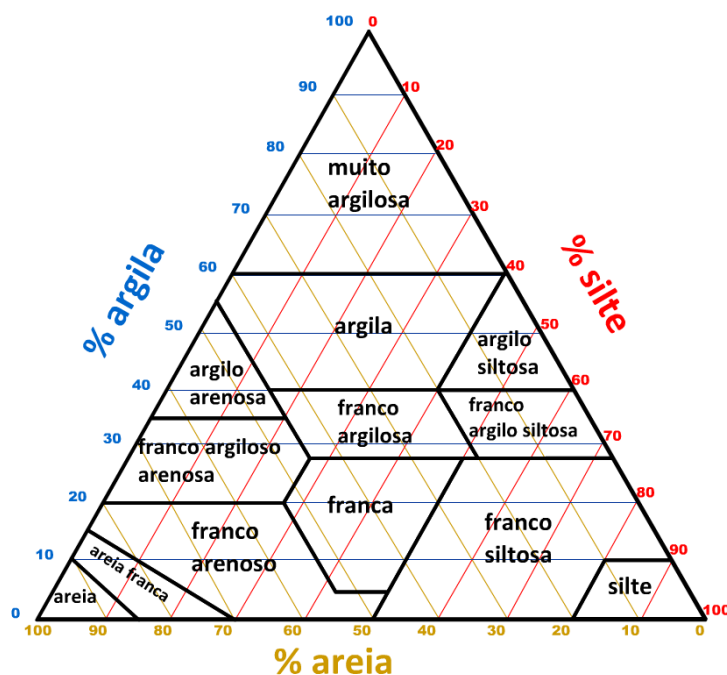
Termos Gerais		Classe textural
Nomes Comuns	Textura	
Solos Arenosos	Grosseira	Arenoso Areia franca
	Moderadamente grosseira	Franco arenoso
Solos Franco	Média	Franco Franco Siltosa Siltosa
	Moderadamente fina	Franco argiloarenosa Franco argilosiltosa
		Franco argilosa
Solos Argilosos	Fina	Argiloso arenosa Argiloso siltosa
		Argilosa

Fonte: WEIL (2019)

4.2.2.1. SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO TRIANGULAR – FERRET

É apresentado em triângulo equilátero, graduado em escala de 0% a 100%, correspondendo a frações de: pedregulho + areia, silte e argila. A localização do ponto no triângulo referente as frações do solo estudado, corresponde a zona classificatória do material ensaiado.

Figura 3 - Triângulo de Classificação Textural -FERRET



Fonte: IFSC (2019).

4.2.3. PENETRÔMETRO

O penetrômetro de impacto Stolf é um aparelho de medida da resistência do solo, do tipo dinâmico, cuja penetração ocorre por impacto. Lançado em 1982, tornou-se popular entre os agricultores por meio de publicações técnicas que abordavam aspectos práticos, ou seja, características do equipamento e da operação e outras exemplificando o uso em cana-de-açúcar e em pomares de laranja. Nos trabalhos iniciais, adotou-se a unidade prática de resistência do solo, impactos/dm, comum em engenharia civil. A teoria para transformação da resistência em MPa foi apresentada inicialmente em congresso (STOLF et al., 2014).

Recentemente, foram estabelecidos dois projetos de desenvolvimento de tecnologia facilitadora do uso do penetrômetro de impacto. O primeiro, já concluído, refere-se à introdução de uma régua facilitadora de leitura de profundidade e o segundo, utilizado no presente projeto, para solucionar dificuldades quanto à computação de dados, está descrita a seguir (STOLF et al., 2014).

Na utilização de penetrômetros de impacto, o operador não tem controle quanto à espessura da camada penetrada provocada pelo impacto. Portanto, não é possível gerar resultados de resistência em intervalos de profundidade constante, como nas camadas de 0-5; 5-10; e 10-15 cm. Esse aspecto dificulta a análise de resultados de resistência, de vários perfis, em camadas na mesma profundidade, e estudos de variabilidade espacial. Para contornar essa dificuldade, foi desenvolvido um programa computacional denominado Penetrômetro de Impacto Stolf-

programa de manipulação de dados em Excel-VBA, disponível para download em <http://www.servidores.ufscar.br/hprubismar/index.php>. No qual basta inserir os dados coletados em campo que ele retorna à resistência à penetração do solo (STOLF et al., 2014).

4.2.4. LIMITES DE CONSISTÊNCIA (LIMITES DE ATTERBERG)

Só a distribuição granulométrica não caracteriza bem o comportamento dos solos sob o ponto de vista da Engenharia. A fração fina dos solos tem uma importância muito grande nesse comportamento. Quanto menores as partículas, maior a superfície específica (superfície das partículas dividida por seu peso ou por seu volume). Um cubo com 1 cm de aresta tem 6 cm² de área e volume de 1 cm³. Um conjunto de cubos com 0,05 mm (siltes) apresentam 125 cm² por cm³ (1 cm³ é suficiente para cobrir uma sala de aula) (PINTO, 2006).

O comportamento de partículas com superfícies específicas tão distintas perante à água é muito diferenciado. E esses fatores interferem no comportamento do solo, mas o estudo dos minerais-argilas é muito complexo. À procura de uma forma mais prática de identificar a influência das partículas argilosas, a Engenharia substituiu-a por uma análise indireta, baseada no comportamento do solo na presença de água. Generalizou-se, para isto, o emprego de ensaios e índices propostos pelo engenheiro químico Atterberg, pesquisador do comportamento dos solos sob o aspecto agrônomo, adaptados e padronizados pelo professor de Mecânica dos Solos, Arthur Casagrande (PINTO, 2006).

No século XX, o químico sueco Atterberg realizou pesquisas sobre as propriedades dos solos finos (consistência). Segundo ele os solos finos apresentam variações de estado de consistência em função do teor de umidade. Isto é, os solos apresentam, características de consistência diferentes conforme os teores de umidade que possuem. Há teores de umidade-limite que foram definidos como limites de consistência ou limites de Atterberg (SANTOS; DAIBERT, 2014)

Atterberg definiu quatro estados de consistência do solo, segundo a variação crescente do teor de umidade da amostra: sólido, semissólido, plástico e líquido. E também, três teores de umidade-limite: o Limite de Contração (LC), o Limite de Plasticidade (LP), e o Limite de Liquidez (LL). Esses limites são teores de umidade do solo na mudança de estado, determinados sob condições padronizadas de ensaio, e fornecem uma base excelente para a classificação e a identificação de solos de granulometria fina.

No estado líquido o solo apresenta as propriedades e a aparência de uma suspensão. Não possui forma própria e não apresenta nenhuma resistência ao cisalhamento. Isto ocorre acima do limite de liquidez (LL). No estado plástico o solo apresenta a propriedade de plasticidade (ocorre entre o limite de plasticidade e o de liquidez), e pode sofrer deformações rápidas, sem que ocorra variação volumétrica apreciável, ruptura ou fissuramento. No estado semissólido o

solo tem a aparência de um sólido, entretanto ainda passa por variações de volume ao ser secado (o solo ainda se encontra saturado). No estado sólido o solo não sofre mais variações volumétricas por secagem (SILVA, 2013).

Segundo Morais (2015) define-se a consistência de um solo como sendo relativa ao grau de adesão/coesão entre as partículas solidadas e a decorrente resistência oferecida às forças que tendem a deformar ou romper a massa de solo (resistência ao cisalhamento). A consistência de um solo no seu estado natural, com teor de umidade w , é expressa numericamente pela equação 2:

$$\text{Índice de consistência (IC)} = \frac{(LL-w)}{IP} \quad (2)$$

Onde:

IP é o índice de plasticidade determinado pela diferença entre o LL e o LP. Sendo:

Muito moles(vasas)	IC < 0	R < 0,25 kg/cm ²
Moles.....	0 < IC < 0,50	0,25 < R < 0,5 kg/cm ²
Médias.....	0,50 < IC < 0,75	0,5 < R < 1 kg/cm ²
Rijas.....	0,75 < IC < 1,00	1 < R < 4 kg/cm ²
Duras.....	IC > 1,00	R > 4 kg/cm ² .

4.2.5. ATIVIDADE DAS ARGILAS

Segundo Pinto (2006), os Índices de Atterberg indicam a influência dos finos argilosos no comportamento do solo. Certos solos com teores elevados de argila podem apresentar índices mais baixos do que aqueles com pequenos teores de argila. Isto pode ocorrer porque a composição mineralógica dos argilominerais é bastante variável. Pequenos teores de argila e altos índices de consistência indicam que a argila é muito ativa.

Mas os índices determinados são também função da areia presente. Solos de mesma procedência, com o mesmo mineral-argila, mas com diferentes teores de areia, apresentarão índices diferentes, tanto maiores quanto maior o teor de argila, numa razão aproximadamente constante. Quando se quer ter uma ideia sobre a atividade da fração argila, os índices devem ser comparados com a fração argila presente. É isso que mostra o índice de atividade de uma argila, definido na relação 3:

$$\text{Índice de atividade} = \frac{\text{índice de plasticidade (IP)}}{\text{fração argila (menor que 0,002 mm)}} \quad (3)$$

A argila presente num solo é considerada normal quando seu índice de atividade situa-se entre 0,75 e 1,25. Quando o índice é menor que 0,75, considera-se a argila como inativa e, quando o índice é maior que 1,25, ela é considerada ativa (PINTO, 2006).

4.2.6. RETALUDAMENTO

Segundo Dutra (2013), retaludamento consiste em um processo de terraplanagem, através do qual se alteram, por cortes e/ou aterros, os Taludes originalmente existentes em um determinado local, a fim de aumentar sua estabilidade tão quanto desejada.

Na engenharia geotécnica um problema frequente é analisar a estabilidade de Taludes, devido principalmente a instabilidade do solo causada pela redução da sua resistência, como consequência das características próprias do clima tropical (DUTRA, 2013).

4.2.7. SATURAÇÃO POR BASE (V) E PH DO SOLO

A saturação por base (V) é um excelente indicativo das condições gerais de fertilidade do solo, sendo utilizada até como complemento na nomenclatura dos solos. Os solos podem ser divididos de acordo com a saturação por bases: solos eutróficos (férteis) = $V\% \geq 50\%$; solos distróficos (pouco férteis) = $V\% < 50\%$ (RONQUIM, 2010)

O pH fornece indícios das condições químicas gerais do solo. Solos com acidez elevada (baixos valores de pH) geralmente apresentam: pobreza em bases (cálcio e magnésio principalmente); elevado teor de alumínio tóxico; excesso de manganês; alta fixação de fósforo nos coloides do solo e deficiência de alguns micronutrientes.

De acordo com Ronquim (2010), a maioria das culturas apresenta boa produtividade quando no solo é obtido valor V% entre 50 e 80% e valor de pH entre 6,0 e 6,5.

4.3. PRECIPITAÇÃO MÉDIA SOBRE UMA BACIA HIDROGRÁFICA

A precipitação média numa área é considerada como a altura de água uniforme interceptada por essa área num período de tempo. Esse parâmetro pode ser calculado em diferentes intervalos de tempo: anual, mensal ou diária. Para calcular a precipitação média de uma superfície, é necessário utilizar as observações dos postos dentro dessa superfície e/ou nas suas vizinhanças. Existem vários métodos para o cálculo da precipitação média, mas os principais são: o método da média Aritmética, o método de Thiessen e o método das Isoietas (BERTONI e TUCCI, 2002).

O método da média aritmética é o método mais simples e consiste na média dos registros dos valores de precipitação, este método é influenciado pelos valores extremos e apresenta-se satisfatório quando a distribuição da amostra é uniforme (CAMURÇA, 2011).

O método dos polígonos de Thiessen foi empregado na meteorologia pelo meteorologista americano Alfred H. Thiessen e está relacionado ao diagrama de Voronoi (THIESSEN, 1911). Segundo Villela (1975) este método se caracteriza pela atribuição de pesos relativos aos postos

considerados mais representativos para uma área específica. O método de Thiessen assume que em qualquer ponto da bacia o valor da precipitação é igual à medida no posto pluviométrico mais próximo. Assim sendo o registro da altura em um dado posto é aplicado em outros pontos, desde que estes estejam até meia distância do outro posto.

A expressão matemática para o cálculo da precipitação média sobre uma bacia pelo Método de Thiessen, para uma dada área A, é dada pela equação 4:

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i P_i}{A} \quad (4)$$

Onde a variável P_i representa o i ésimo posto como dados de precipitação em milímetros, A_i é a área de influência de cada posto dada em km² e A é a área total.

O outro método para calcular a precipitação média sobre uma região é o método das isoietas. Que corresponde na determinação de linhas de igual pluviosidade chamadas de isoietas, sendo que o valor da precipitação média sobre uma determinada bacia hidrográfica é obtido multiplicando-se a área entre cada par de isoietas pela média da precipitação entre elas e dividindo-se pela área total. Esse procedimento é realizado para todas as isoietas consideradas da bacia (CAMURÇA, 2011), de acordo com a equação 5:

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{P_i + P_{i+1}}{2} \right) A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (5)$$

Em que P_i é o valor de precipitação na isoietas e A_i é a área entre duas isoietas sucessivas.

Ao realizar um estudo pluviométrico, um fator importante a se considerar é o período temporal, ou seja, quais anos serão considerados na obtenção dos dados climatológicos. A Organização Meteorológica Mundial (OMM) define Normais como “valores médios calculados para um período relativamente longo e uniforme, compreendendo no mínimo três décadas consecutivas” e padrões climatológicos normais como “médias de dados climatológicos calculadas para períodos consecutivos de 30 anos. No caso de estações para as quais a mais recente Normal Climatológica não esteja disponível, seja porque a estação não esteve em operação durante o período de 30 anos ou por outra razão qualquer, Normais Provisórias, que são médias de curto período, podem ser calculadas (Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, 2019).

4.4. HIDROSSEMEADURA

A Hidrossemeadura é um processo de semeio por via aquosa, cujo maior benefício é a grande produtividade e homogeneidade na distribuição das sementes. É uma técnica muito utilizada para plantio em taludes. Consiste na aplicação de um mix de sementes, adubos e aditivos (GRUPO VILA VERDE, 2019).

Cada componente desempenha determinada função para garantir a germinação das sementes e a cobertura do solo. São utilizadas espécies de gramíneas e leguminosas, que juntas vão garantir cobertura vegetal para o solo, protegendo-o dos efeitos causadores de erosões (GRUPO VILA VERDE, 2019).

4.5. BIOMANTAS

Biomantas são esteiras compostas por fibras desidratadas que são entrelaçadas por meio de costuras de fios, látex natural, colas ou ainda grelhas de polipropileno (GEOCONTRACT, 2018). A aplicação de biomanta proporciona a proteção imediata contra o efeito dos agentes erosivos e protege o solo, além de reter umidade ao terreno, o que potencializa a germinação das sementes. A aplicação de biomanta proporciona o revestimento do terreno e auxilia na estabilização de taludes (GRUPO VILA VERDE, 2019).

4.6. BIORRETENTORES DE SEDIMENTOS

Biorretentores são estruturas cilíndricas compostas de um saco de rede de sisal ou coco e polipropileno multifilamentado de grande resistência à ação da água, muito compacta, de 30, 40, e 50 cm de diâmetro e 3m ou 6 m de longitude (GEOCONTRACT, 2018).

A aplicação de biorretentores de sedimentos protege o solo contra erosões e suas consequências. Minimiza o carreamento de material para as partes mais baixas do terreno, promovendo a retenção de partículas e redução da velocidade da água caso haja escoamento superficial. (GRUPO VILA VERDE, 2019).

4.7. CAPIM VETIVER

O vetiver, uma gramínea de origem indiana, conhecido no mundo científico como *Chrysopogon zizanioides*, tem sido utilizado para diversas finalidades, como aromatizantes, perfumes finos, planta medicinal e protetores do solo. Entretanto, o vetiver tem sido plantado, em sua maioria, junto a banquetas de arroz, nas margens de rios e lagos, taludes de canais, para

estabilizar e evitar o carreamento de sedimentos para os cursos d'água (DEFLOR BIOENGENHARIA, 2006).

Desde o início da década de 1990, essa planta se tornou importante ferramenta na engenharia ambiental, na estabilização de taludes, na proteção de cursos d'água e de praias, difundindo seu uso para todos os continentes (DEFLOR BIOENGENHARIA, 2006).

O vetiver não é uma planta invasora, pois só se reproduz por meio de mudas, não disseminando por sementes, rizomas ou estolões, facilitando, assim, sua recomendação para qualquer sítio ecológico. No Brasil, apesar de a produção de vetiver ainda ser pequena e haver pouco conhecimento sobre a função da planta no controle da erosão, as perspectivas são animadoras nesse sentido, por isso, certamente, será ampliado o uso dela (DEFLOR BIOENGENHARIA, 2006).

4.8. LEVANTAMENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO

De acordo com a RTM Topografia & Engenharia (2020) aerofotogrametria é a ciência ou a técnica da obtenção de medição fidedignas de imagens fotográficas e refere-se às operações realizadas com fotografias da superfície terrestre, obtidas por uma câmera de precisão com o eixo ótico do sistema de lentes mais próximo da vertical e montada em uma aeronave preparada espacialmente. A técnica aerofotogramétrica é utilizada nas atividades cartográficas, no planejamento e desenvolvimento urbano, análise de qualidade e sanidade da vegetação, nas Engenharias Civil, Agrônômica, Florestal, entre outras.

5. METODOLOGIA

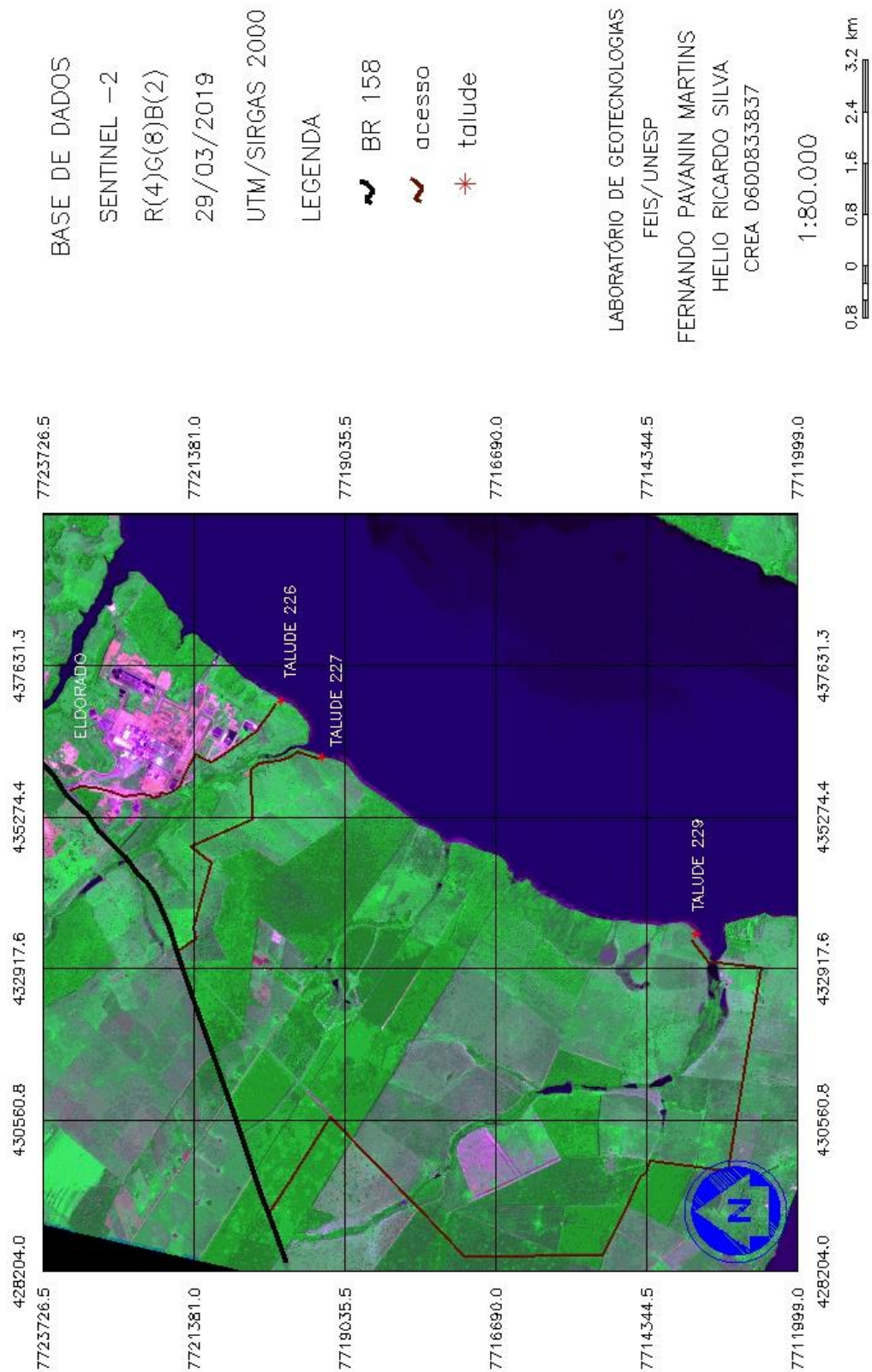
5.1. ÁREA DE ESTUDO

Juntamente com a equipe da CTG foi realizado um trabalho de campo através da navegação na margem direita do reservatório da UHE de Jupiá, onde foram localizados alguns taludes que estavam sofrendo o processo de solapamento. Nestes locais foram identificadas as suas coordenadas geográficas utilizando o GPS Garmin Oregon 550. Além disso, por meio de fotos e vídeos, foram registradas e descritas as condições de todos os taludes (altura, extensão, inclinação, tipo de vegetação presente nos taludes), descrição da cobertura do solo sobre esses taludes (herbácea ou arbórea), evidências de assoreamento das margens e de plantas aquáticas.

Em seguida estes dados acima foram tabulados e foram traçadas as vias de acesso aos taludes (Figura 4), tomando como referência a rodovia federal BR-158, que liga Selvíria a Três

Lagoas (MS). Foram utilizadas imagens de alta resolução espacial e esses dados foram posteriormente convertidos para o formato kml e visualizados no Google Earth.

Figura 4 - Localização dos taludes pré-selecionados e vias de acesso.



Fonte: Silva e Martins (2019).

Após a análise desses dados, foi selecionado o local para implantação do experimento que apresentava vegetação herbácea sobre o talude e que não estava muito próximo à fábrica de celulose da empresa Eldorado.

A área de estudo, que foi denominada talude 227, está localizado na bacia hidrográfica do Rio Paraná e sub-bacia hidrográfica do Córrego Santa Vera, no município de Três Lagoas, MS, possuindo 3.555 hectares.

5.2. ESTUDO HIDROCLIMÁTICO

O tipo climático segundo Köppen e Geiger (1928), é Aw (clima tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno). Possui pluviosidade anual aproximada de 1.250 mm, e a temperatura média anual em Três Lagoas é 24.2 °C.

Este quadro climático também se caracteriza por apresentar elevadas temperaturas anuais e um regime pluviométrico marcado pela ocorrência de duas estações: verão quente e chuvoso, com precipitação mais ou menos abundante, e geralmente superior à evapotranspiração, permitindo a reposição das reservas hídricas superficiais (rios, córregos e lagos) e subterrâneas (aquíferos e lençóis freáticos). O inverno é seco com temperaturas consideradas amenas e/ou baixas, durante o qual a evapotranspiração tende a exceder a precipitação (MOREIRA e PIRES NETO, 1998).

Para confirmar as afirmações expostas acima e trazer outras a este trabalho, analisaremos os dados disponibilizados pela Estação Meteorológica de Itapura, que é a mais próximo ao experimento, extraindo, classificando e organizando os dados, além de elaborarmos gráficos para tal. Esta estação está localizada à montante da barragem da UHE de Jupia, nas coordenadas latitude: 20.0°38.0' 28.1" e longitude: 51.0°28.0' 29.9", a uma altitude de 335 m e monitorada pelo Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS) da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP).

5.2.1. VOLUME DE ÁGUA DA CHUVA QUE SE DEPOSITA NA BACIA HIDROGRÁFICA CÓRREGO SANTA VERA AO LONGO DO ANO

Para o cálculo da precipitação média na bacia hidrográfica Córrego Santa Vera foi utilizado o Método de Thiessen, levando em consideração os pesos relativos de cada ponto a ser considerado. Inicialmente foi realizada a pesquisa das estações meteorológicas (E.M.) existentes na região onde se encontra a área de estudo. Foram identificadas quatro estações: Ilha Solteira - SP e Itapura-SP de responsabilidade da Unesp – Ilha Solteira, e Três Lagoas-MS e Selvíria - MS, de responsabilidade do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Ao analisar os postos

disponíveis, foram selecionadas as estações de Ilha Solteira, Itapura e Três Lagoas e apenas os dados do período de 2012 a 2018, pois a E.M. de Itapura começou a coletar dados a partir de novembro de 2011. A estação de Selvíria foi descartada pois apresenta dados a partir de 2018, sendo insuficiente para o cálculo da precipitação média na bacia hidrográfica.

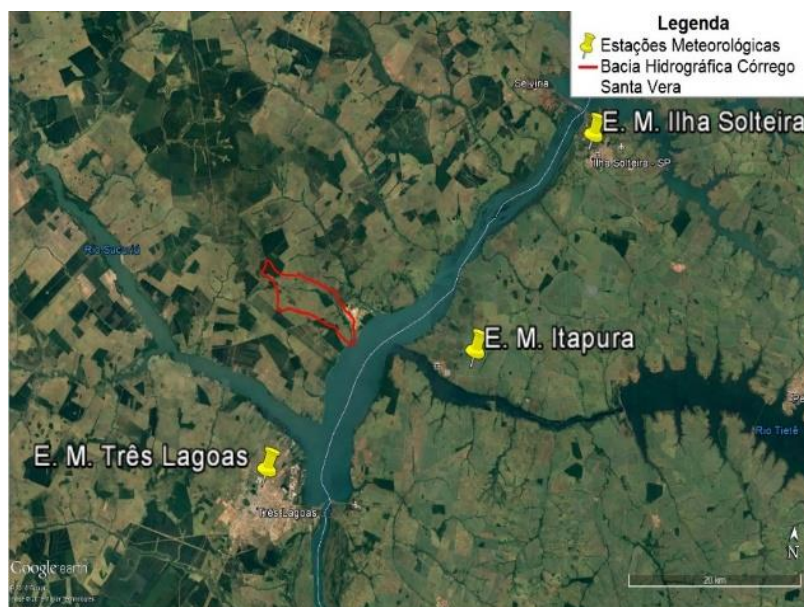
As coordenadas geográficas da localização de cada estação meteorológica (Quadro 4) e área da bacia hidrográfica foram lançadas no Google Earth (Figura 5), e posteriormente importadas para o AutoCAD com auxílio do TopoCAD2000 (Figura 6).

Quadro 4 - Coordenadas das Estações Meteorológicas.

Estação Meteorológica	Coordenadas	
	Latitude	Longitude
Três Lagoas	S20°47'24,0"	O51°42'43,9"
Itapura	S20°38'28,1"	O51°28'29,9"
Ilha Solteira	S20°25'24,4"	O51°21'13,1"

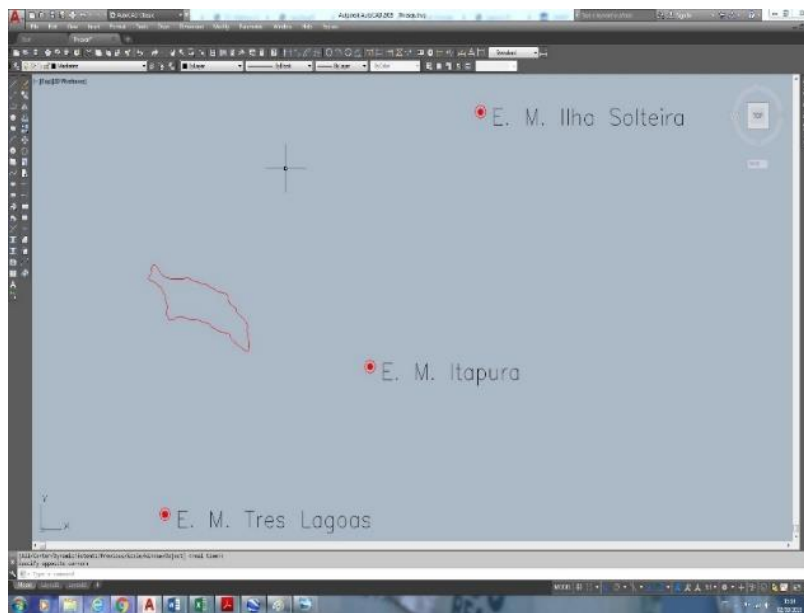
Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 5 - Localizações da bacia hidrográfica Córrego Santa Vera e das Estações Meteorológicas (Três Lagoas, Itapura e Ilha Solteira) para aplicação do Método de Thiessen.



Fonte: Próprio autor (2019).

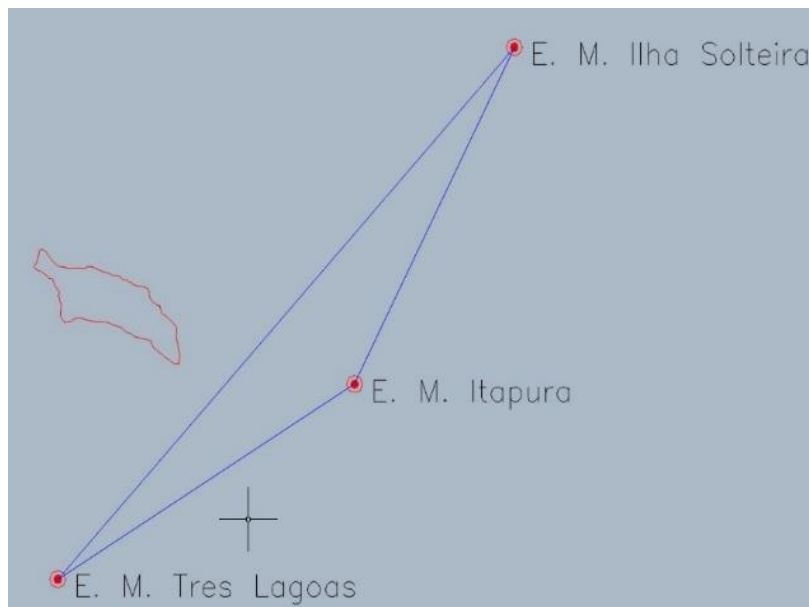
Figura 6 - Estações Meteorológicas e área da bacia importadas no AutoCAD.



Fonte: Próprio autor (2019).

No AutoCAD as estações meteorológicas foram conectadas com um segmento de reta conforme Figura 7.

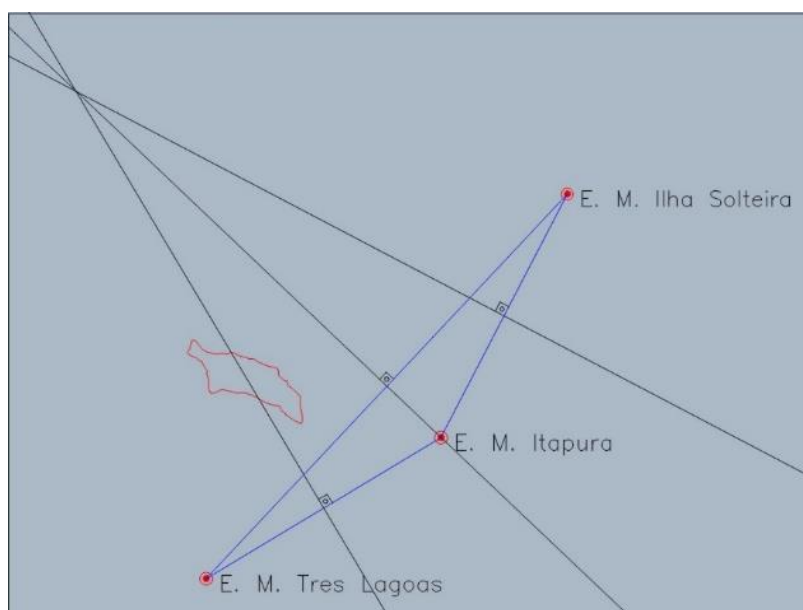
Figura 7 - Segmentos de retas ligando as 03 estações.



Fonte: Próprio autor (2019).

Posteriormente foram traçadas as mediatrizes de cada segmento de reta, definindo as regiões de domínio de cada estação (Figura 8).

Figura 8 - Mediatrizes de cada segmento de reta.



Fonte: Próprio autor (2019).

Analisando a Figura 8 podemos notar que das três estações meteorológicas apenas duas tem influência na área de estudo, são as E.M. de Três lagoas e de Itapura, podendo descartar a E.M. de Ilha Solteira (Figura 9).

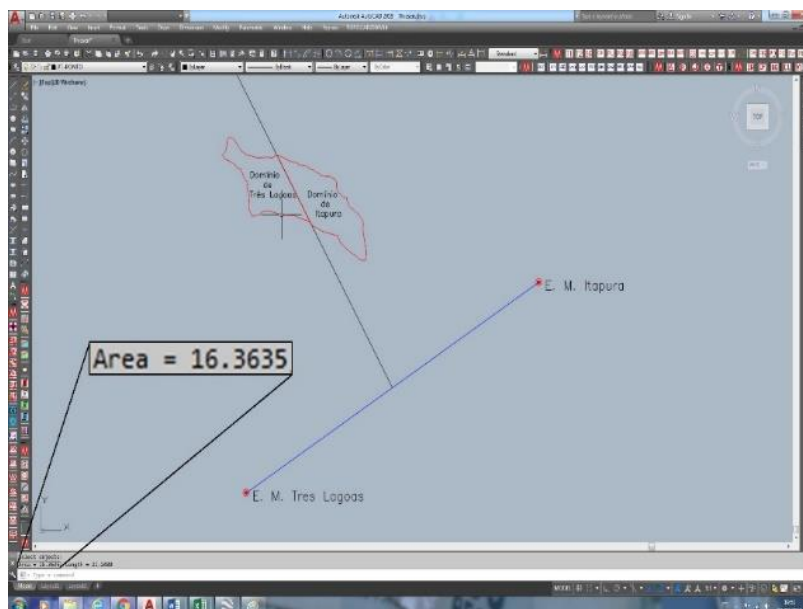
Figura 9 - Determinação das regiões de domínio das Estações Meteorológicas de Três Lagoas e Itapura.



Fonte: Próprio autor (2019)

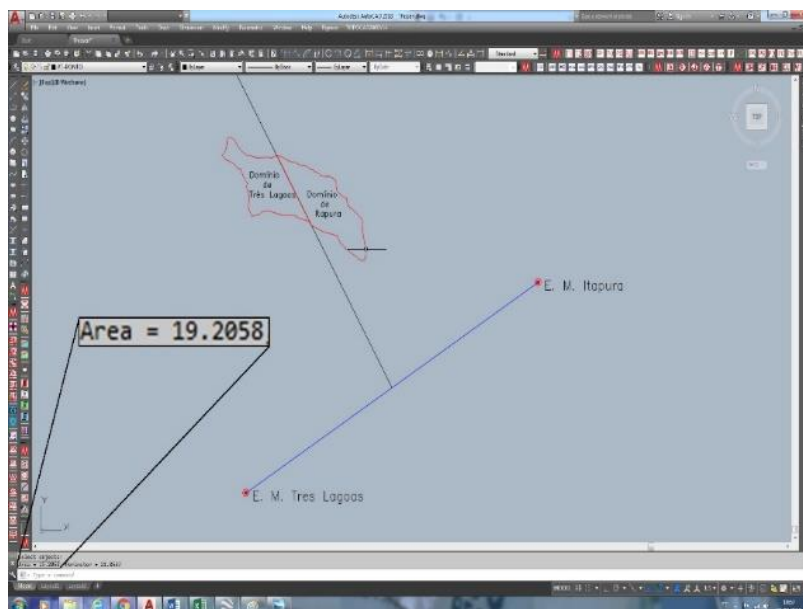
Como mostrado nas Figura 10 e Figura 11, foram determinadas, então, a área de cada região de domínio, e apresentadas no Quadro 5.

Figura 10 - Área em km² da região de domínio da estação de Três Lagoas-MS.



Fonte: Próprio autor (2019)

Figura 11 - Área em km² da região de domínio da estação de Itapura-SP.



Fonte: Próprio autor (2019)

Quadro 5 - Áreas de domínio das duas Estações Meteorológicas

Área da Bacia para a E.M. de Itapura (km ²)	19,2058
Área da Bacia para a E.M. de Três Lagoas (km ²)	16,3635
Área Total da Bacia (km ²)	35,5693

Fonte: Próprio autor (2019)

Com os dados de precipitação da E.M. de Itapura fornecidos pela UNESP – Ilha Solteira, e os dados de precipitação da E.M. de Três Lagoas fornecidos pelo INMET, foram elaborados os Quadros 6 e Quadro 7, com as precipitações de 2012 a 2018, para posteriormente calcularmos as precipitações médias mensais pelo método de Thiessen utilizando as áreas conforme Quadro 5. Porém, possíveis falhas decorrentes de problemas (pane) nos sensores ou sinal de satélite podem ter ocorrido. Talvez por isso foi encontrado o valor zero como precipitação em alguns meses.

Quadro 6 - Precipitação no Posto de Itapura (2012-2018).

Ano Mês	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Média (mm)
Jan	209,8	74,9	110,7	128,8	215,2	284,7	210,8	176,4
Fev	201,2	261,9	188,0	238,8	182,9	81,0	105,9	180,0
Mar	29,5	204,7	356,9	187,4	109,0	191,0	97,8	168,0
Abr	64,5	80,8	87,9	26,2	96,5	83,6	11,7	64,5
Mai	65,3	11,9	20,3	81,3	161,6	112,0	5,8	65,5
Jun	124,5	84,6	4,8	24,4	26,9	5,6	6,1	39,6
Jul	3,6	20,8	70,1	50,5	3,0	0,0	0,0	21,1
Ago	0,5	0,0	1,3	11,4	72,9	64,3	21,3	24,5
Set	131,8	73,2	30,7	136,7	41,7	16,8	135,9	81,0
Out	34,5	84,3	36,1	90,4	80,3	213,4	100,1	91,3
Nov	83,8	41,7	249,9	271,5	49,5	258,5	148,6	157,6
Dez	141,7	93,7	133,9	159,5	98,0	152,2	103,4	126,1
Total Anual (mm)	1090,7	1032,5	1290,6	1406,9	1137,5	1463,1	947,4	1195,5

Fonte: Próprio autor (2019)

Quadro 7 - Precipitação no Posto de Três Lagoas (2012-2018).

Ano Mês	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Média (mm)
Jan	210	175,6	75	134,4	270	289,8	312,2	209,6
Fev	118	230,4	61	190,2	140	171,4	81	141,7
Mar	38,8	165,4	263,8	130	133	131,2	41	129,0
Abr	47,8	94,4	20,6	28,2	81,2	139,8	3,8	59,4
Mai	81,2	16,4	46,6	102,8	164,4	96,8	3,8	73,1
Jun	160,4	86,8	3,6	23,6	43,8	14,2	2,4	47,8
Jul	6,6	12,2	88	62	4,8	0	0	24,8
Ago	0	0,6	0	13,6	2,2	0	30	6,6
Set	102,4	37,8	58,8	105,8	0	0	107,2	58,9
Out	28,2	94,8	81,2	170,8	18	104,2	122,2	88,5
Nov	155	107,6	148,4	297,2	70	246,8	206	175,9
Dez	219,4	242,8	96,8	193,8	77,4	194,6	85	158,5
Total Anual (mm)	1167,8	1264,8	943,8	1452,4	1004,8	1388,8	994,6	1173,9

Fonte: Próprio autor (2019)

5.3. COLETA DE AMOSTRAS DE SOLO

5.3.1. MATERIAIS E EQUIPAMENTOS:

Os materiais e equipamentos utilizados estão elencados abaixo, e alguns deles ilustrados na Figura 12:

- a) marreta ;
- b) faca;
- c) anéis volumétricos;
- d) enxadão;
- e) percursor, para introdução do anel volumétrico no solo;
- f) saco plástico;
- g) pedaços de pano;
- h) fita métrica;
- i) caneta permanente;
- j) prancheta e planilhas para anotação das informações;
- k) anel de borracha;
- l) colher.

Figura 12 - Materiais e equipamentos utilizados.



Fonte: Próprio autor (2019).

5.3.2. PROCEDIMENTOS

Primeiramente o talude foi analisado visualmente quanto as camadas existentes nele (Figura 13). Concluiu-se que este apresenta um perfil com duas camadas sendo uma superficial, mais escura, indicando maior concentração de matéria orgânica. Então as amostragens ocorreram em três perfis ao longo do talude, uma em cada extremidade (pontos 248 e 251) e a terceira aproximadamente no centro do talude (ponto 250). Foram coletadas amostras em três profundidades, sendo uma na crista, outra aproximadamente no meio do perfil e a terceira no pé do talude.

Figura 13 - Observação do talude.



Fonte: Próprio autor (2019).

Em cada um dos três perfis selecionados foi realizado o seguinte procedimento:

- a) foi limpo e nivelado cuidadosamente a superfície do local de coleta das amostras, retirando, quando necessário, a vegetação e outros materiais que não solo;
- b) com o auxílio de uma fita métrica (Figura 14) mediu-se o ponto de coleta no talude em relação à crista (profundidade);

Figura 14 - Medição da profundidade de coleta.



Fonte: Próprio autor (2019).

- c) Para a coleta da amostra indeformada, introduziu-se o anel volumétrico perpendicularmente à superfície do solo (Figura 15), com auxílio do percussor, até a amostra ultrapassar pelo menos 2 mm a borda superior do anel (Figura 16);

Figura 15 - Anel volumétrico sendo introduzido no solo com auxílio do percussor.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 16 - Anel volumétrico cravado no solo.



Fonte: Próprio autor (2019).

- d) foi removido o anel volumétrico cheio de solo, escavando-se sua volta (Figura 17), primeiramente, com o enxadão e por fim com a faca e introduzindo a faca cerca de 5 cm abaixo do anel para sua remoção, tomando-se cuidado para não perder parte da amostra (Figura 18);

Figura 17 - Anel volumétrico sendo retirado.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 18 - Anel volumétrico retirado com excesso de solo.



Fonte: Próprio autor (2019).

- e) retirou os excessos de solo das bordas do anel com auxílio da faca, cuidando-se para não danificar a amostra contida no anel;
- f) colocou-se na extremidade inferior do anel (extremidade chanfrada) um pano preso com um anel de borracha, para evitar perdas de solo no transporte para o laboratório (Figura 19);

Figura 19 - Amostra indeformada pronta.



Fonte: Próprio autor (2019).

- g) utilizou-se uma bandeja para acomodar as amostras indeformadas sem provocar batidas e solavancos que viessem a prejudicar sua qualidade (Figura 20);

Figura 20 - Amostras indeformadas prontas para envio ao laboratório.



Fonte: Próprio autor (2019).

- h) para as amostras deformadas foram coletadas nos sacos plásticos, com o auxílio do enxadão e da colher, duas porções de solo de cada ponto de coleta. Uma com aproximadamente 2kg, para análise granulométrica, limites de consistência, análise química e classificação, e a outra com cerca de 300g, para determinação da umidade “in situ”, está última cuidadosamente lacrada para evitar perdas de água;
- i) por fim, todas as amostras, tanto deformadas quanto indeformadas, foram devidamente identificadas com a caneta permanente, anotando-se as identificações, o ponto georreferenciado de cada perfil e a profundidade de cada coleta (Figura 21), conforme Quadro 8.

Figura 21 - Amostras já em laboratório.



Fonte: Próprio autor (2019).

Quadro 8 - Identificação das amostras coletadas.

Data: 24/05/2019				Clima: nublado		Coletado por: Samuel e Hélio	
Perfil	Amostra			Profundidade (m)	Latitude	Longitude	
	Indeformada	Deformada					
		2kg	300g				
248	248-1	248-3	248-2	0,67	20°37'23.07"S	51°36'43.68"O	
248	248-4	248-6	248-5	1,58	20°37'23.07"S	51°36'43.68"O	
248	248-7	248-9	248-8	0	20°37'23.07"S	51°36'43.68"O	
250	250-10	250-12	250-11	2,55	20°37'23.91"S	51°36'44.11"O	
250	250-13	250-15	250-14	1,05	20°37'23.91"S	51°36'44.11"O	
250	250-25	250-27	250-26	0	20°37'23.91"S	51°36'44.11"O	
251	251-16	251-18	251-17	2,35	20°37'25.04"S	51°36'44.64"O	
251	251-19	251-21	251-20	1,34	20°37'25.04"S	51°36'44.64"O	
251	251-22	251-24	251-23	0	20°37'25.04"S	51°36'44.64"O	

Fonte: Próprio autor (2019).

5.4. ENSAIO DE PENETRAÇÃO

Para o ensaio de penetração foi utilizado o penetrômetro STOLF – KAMAQ, representado da Figura 22.

Figura 22 - Penetrômetro STOLF-KAMAQ.



Fonte: Kamaq (2019).

5.4.1. CARACTERÍSTICAS DO PENETRÔMETRO:

O instrumento constitui-se de uma haste com um cone na extremidade inferior, sendo que na parte superior possui um peso de curso constante para provocar a penetração da haste no solo através de impactos. A leitura da penetração é feita na régua ao lado da haste, que é graduada em milímetros. As dimensões do aparelho são apresentadas no Quadro 9.

Quadro 9 - Características do penetrômetro de impacto STOF-KAMAQ.

Instrumento	Altura (m)	Peso Total (kg)	Peso Total Dinâmico (kg)	Régua Graduada (cm)	Curso de queda livre (cm)
Penetrômetro de Impacto	1,65	8,2	7,2	70	40

Fonte: Kamaq (2019).

5.4.2. PROCEDIMENTOS

Foram feitas três repetições do ensaio de penetração, todas na crista do talude, e coincidindo com os perfis onde foram feitas as coletas de amostra de solo.

- Primeiramente deve-se limpar o local do ensaio, retirando, quando necessário, a vegetação ou outros materiais que pudessem interferir na realização do ensaio. Porém, como os locais de ensaio já estavam limpos devido a coleta de amostras, esta etapa não precisou ser repetida.
- O aparelho foi, então, montado e posicionado sobre o ponto de coleta, mantendo-o na posição vertical e apoiando a ponteira cuidadosamente para não gerar nenhum impacto inicial indesejado (Figura 23).

Figura 23 - Posicionamento do aparelho.



Fonte: Próprio autor (2019).

- c) Foi feito então a primeira leitura, com número de impactos igual zero. Ou seja, o quanto a haste penetrou devido apenas a ação inercial do peso de impacto.
- d) Posteriormente iniciou-se os impactos. À medida que a haste foi aprofundando-se, foram sendo contadas e anotadas a quantidade de batidas do peso de impacto e a profundidade marcada na haste (Figura 24). Conforme o Quadro 10, onde temos o perfil do ensaio, a quantidade de impactos entre cada medição, e a profundidade atingida pela haste.

Figura 24 - Penetrômetro cravado e realização das leituras de profundidade.



Fonte: Próprio autor (2019).

Quadro 10 - Dados coletados no ensaio de penetração.

Perfil 248		Perfil 250		Perfil 251	
Impactos	Prof. (cm)	Impactos	Prof. (cm)	Impactos	Prof. (cm)
0	0,6	0	2,0	0	2,4
1	1,5	1	3,6	1	4,4
2	4	2	5,6	2	7,2
2	7,7	3	10,0	3	9,7
2	11,6	3	13,6	3	12,2
2	15,6	3	15,5	3	14,3
2	18,9	3	18,0	3	15,9
2	23,5	3	20,2	3	17,7
2	26,7	3	22,6	3	19,6
2	30,4	3	26,0	3	21,4
2	34,3	3	28,0	3	23,7
2	38,9	3	30,5	3	25,2
2	42,1	3	32,7	3	27,7
2	45,4	3	35,2	3	29,6
2	49,7	3	38,3	3	31,7
2	53,4	3	40,0	3	34,0
2	57,1	3	42,0	3	36,7
2	62	3	43,6	3	39,5
2	65,3	3	46,4	3	42,2
2	67,6	3	47,7	3	44,4
		3	50,0	3	47,1
		3	51,8	3	49,0
		3	53,8	3	51,0
		3	55,8	3	53,2
		3	58,4	3	55,7
		3	61,0	3	58,4
		3	64,4	3	61,9
		3	67,2	3	64,6
				2,0	66,4

Fonte: Próprio autor (2019).

5.5. ANÁLISE FÍSICA E QUÍMICA DO SOLO

As amostras de solo coletadas nos três perfis (pontos 248, 250 e 251) foram encaminhadas para o Laboratório de Física do Solo da UNESP – Ilha Solteira, para determinação da densidade, porosidade, umidade “in situ” e análise granulométrica, e para o Laboratório de Fertilidade do Solo da UNESP – Ilha Solteira, para análise química.

5.5.1. TEOR DE UMIDADE “IN SITU”

Para a determinação do teor de umidade do solo “in situ” foram utilizadas as amostras deformadas com cerca de 300g devidamente lacradas no local da coleta. Os procedimentos foram os seguintes:

1. Foram disponibilizadas capsulas devidamente numeradas como recipiente para o solo (Figura 25);

Figura 25 - Capsulas numeradas.



Fonte: Próprio autor (2019).

2. Com uma balança de precisão foi pesada e anotada a tara de cada capsula ainda vazia;
3. Cada amostra de solo foi colocada em uma capsula e pesada posteriormente. Subtraindo a tara de cada lata de suas respectivas pesagens, obteve-se a massa úmida do solo;
4. As amostras foram, então, colocadas em uma estufa por 48h para secagem (Figura 26);

Figura 26 - Estufa para secagem do solo.



Fonte: Próprio autor (2019).

5. Depois de seco o solo foi pesado novamente em uma balança de precisão (Figura 27), obtendo a massa seca;

Figura 27 - Pesagem capsula 1.



Fonte: Próprio autor (2019).

6. A massa de água em cada amostra foi obtida subtraindo a massa úmida da massa seca;
7. Relacionando a massa de água com a massa seca do solo foi encontrado o teor de umidade “in situ” de cada amostra.

5.5.2. LIMITES DE CONSISTÊNCIA

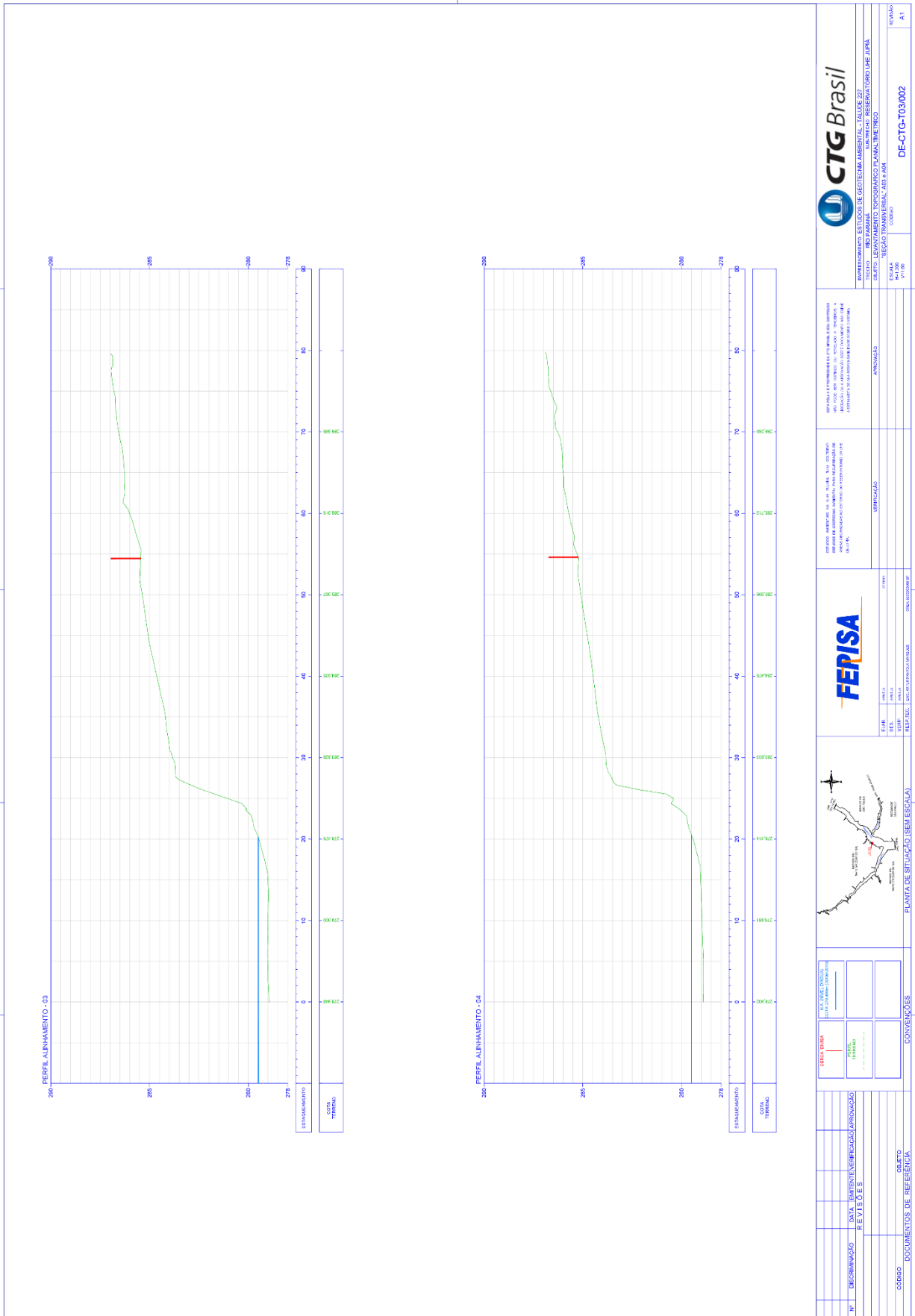
Entre as amostras deformadas coletadas ao longo do Talude 227, foram selecionadas duas amostras para serem determinados os índices de consistência. Sendo a amostra 248-3, localizada a uma profundidade de 0,67 m, e a amostra 251-21, com profundidade de 1,34 m no Talude. Esta quantidade reduzida de amostras se justifica devido à homogeneidade visual do solo no Talude.

Na prática, pode-se caracterizar o solo por seu Limite de Liquidez (LL) e o seu Índice de Plasticidade (IP), que é a diferença entre o LL e o LP. Portanto, esses índices foram obtidos para essas amostras no Laboratório de Geotecnia do Departamento de Engenharia Civil da UNESP – Ilha Solteira.

5.6. LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

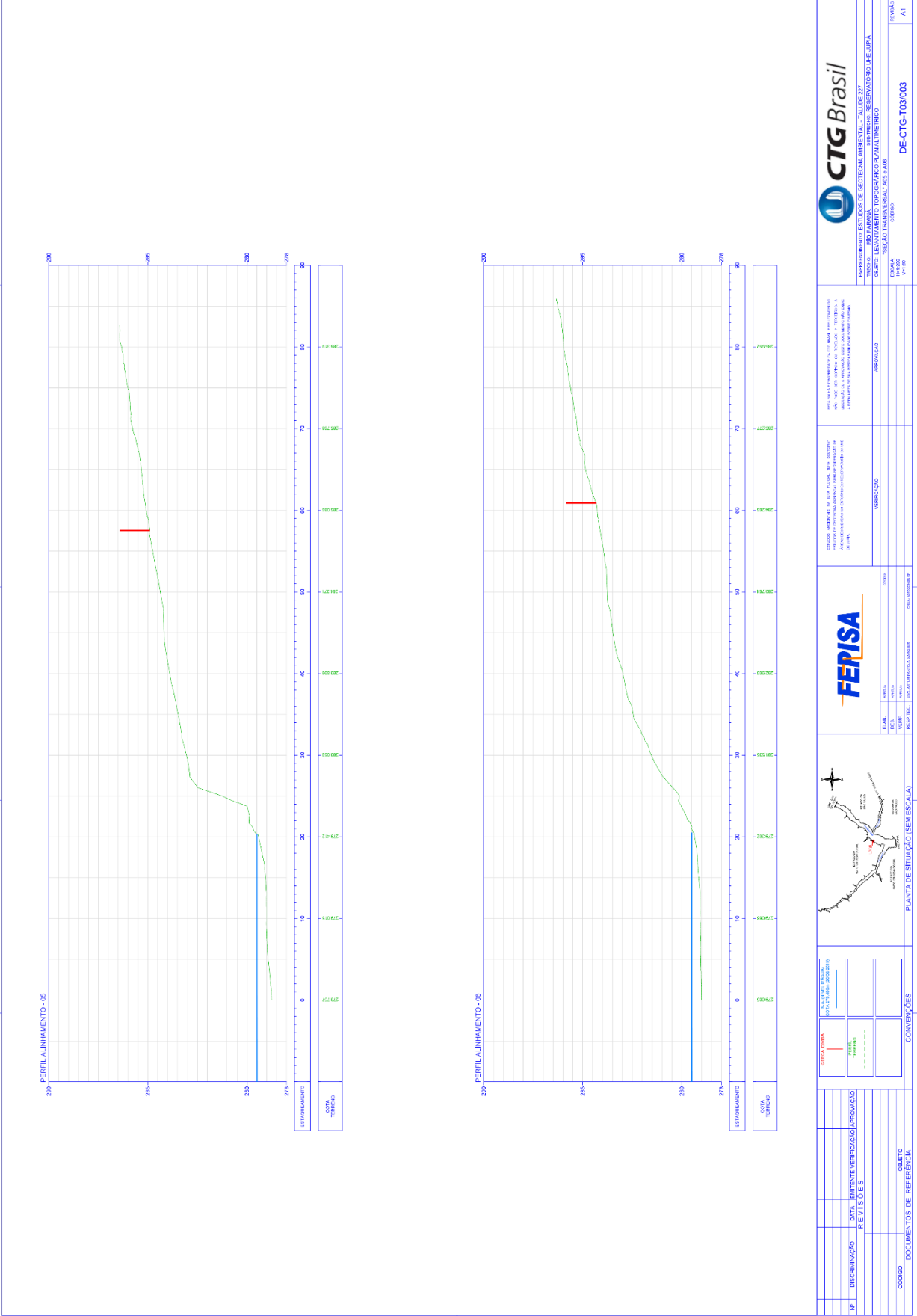
O engenheiro civil Prof. Dr. Artur Pantoja Marques e sua equipe: Ronaldo Mendes do Amaral (técnico) e Diego Amaral da Silva (discente), realizaram o levantamento topográfico que gerou um relatório de onde foram utilizadas a planta topográfica (Figura 28) e as seções transversais (Figuras 29, 30 e 31).

Figura 30 - Seções transversais A03 e A04.



Fonte: Marques (2019).

Figura 31 - Seções transversais A05 e A06.



Fonte: Marques (2019).

Além do levantamento feito pelo Prof. Dr. Artur, foi realizado um levantamento batimétrico complementar, afim de se obter dados de batimetria nos alinhamentos de coleta de solo. Esses dados, apresentados no Quadro 11, foram coletados utilizando uma fita métrica, GPS de navegação e uma régua graduada (Figuras 32 e 33). Como referência do levanto batimétrico foram utilizados os pontos 248, 250 e 251, situados no pé do talude. A medição foi realizada a 3m, 6m e 10m de distância do encontro do NA com a margem.

Figura 32 - Pontos de medição para o levantamento batimétrico complementar.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 33 - Levantamento batimétrico complementar.



Fonte: Próprio autor (2019).

Quadro 11 - Levantamento batimétrico auxiliar.

Ponto	Alinhamento	Profundidade (m)	Distância (m)	Latitude	Longitude
258	248	0,44	6,00	20°37'23.31"S	51°36'43.42"O
259	248	0,47	10,00	20°37'23.36"S	51°36'43.29"O
260	Entre 248 e 249	0,45	10,00	20°37'23.56"S	51°36'43.41"O
261	Entre 248 e 249	0,42	6,00	20°37'23.49"S	51°36'43.57"O
262	Entre 248 e 249	0,31	3,00	20°37'23.43"S	51°36'43.66"O
263	250	0,37	3,00	20°37'23.89"S	51°36'43.87"O
264	250	0,43	6,00	20°37'23.96"S	51°36'43.77"O
265	250	0,43	10,00	20°37'24.02"S	51°36'43.69"O
267	Entre 250 e 251	0,445	6,00	20°37'24.33"S	51°36'44.05"O
268	Entre 250 e 251	0,43	10,00	20°37'24.48"S	51°36'43.84"O
269	251	0,49	10,00	20°37'25.15"S	51°36'44.22"O
270	251	0,445	6,00	20°37'25.12"S	51°36'44.38"O
271	251	0,35	3,00	20°37'25.09"S	51°36'44.44"O

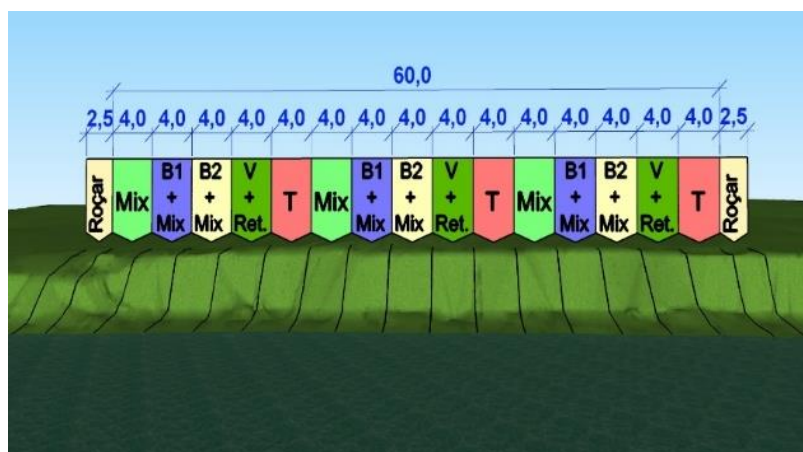
Fonte: Próprio autor (2019).

5.7. INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

5.7.1. DIMENSIONAMENTO DO MATERIAL A SER UTILIZADO

Foram estabelecidas parcelas experimentais de 4m de largura, 4 tipos de tratamentos diferentes, os quais serão mais bem descritos em breve, com três repetições de cada, conforme Figura 34. Além das parcelas onde se empregou algum tipo de tratamento, também foram estabelecidas as parcelas testemunhas, onde não foi empregado nenhum tratamento para se fazer um comparativo com as demais parcelas.

Figura 34 - Divisão das parcelas experimentais.



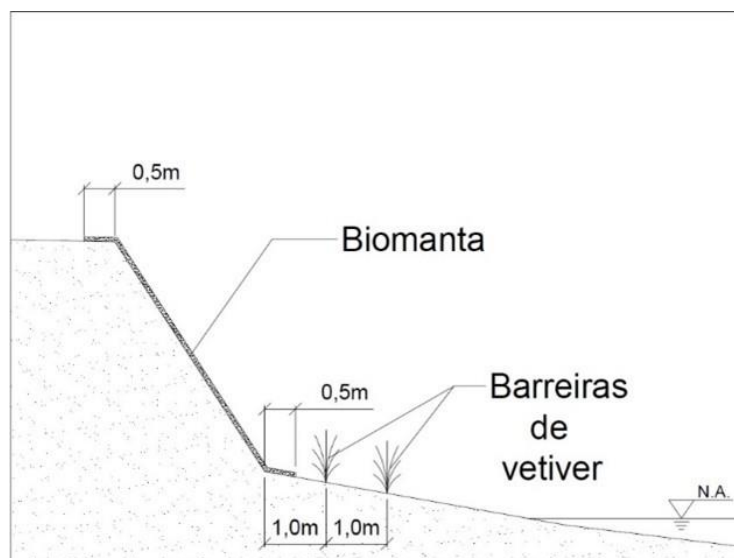
Fonte: Próprio autor (2019).

Descrição:

- Mix: mix de sementes com um mínimo de 5 gramíneas e 5 leguminosas;
- B1: Biomanta de palha com mínimo de 500g por metro quadrado sementes;
- B2: Biomanta de fibra com 300g por metro quadrado;
- V: barreiras de capim vetiver;
- Ret: retentor de sedimentos com diâmetro de 20 cm;

As biomantas serão fixadas a 0,5 m depois da crista e 0,5 m depois do pé do talude. Nos 60m totais de tratamento, serão implantadas duas barreiras do capim vetiver, sendo que a primeira distante 1 m do pé do talude e a segunda espaçada em 1 m da primeira, conforme Figura 35 Isto para reter sedimentos oriundos do alude, e ao mesmo tempo minimizar o efeito das ondas do reservatório.

Figura 35 - Corte transversal no Talude, informando o posicionamento dos tratamentos.



Fonte: Próprio autor (2019).

Com a caracterização geométrica do Talude obtida pelo levantamento topográfico, foi determinada a área de cada parcela. E com essas áreas foram calculadas as quantidades de cada material a ser utilizado.

5.7.2. RETALUDAMENTO

Visto que em alguns pontos o talude apresenta inclinação superior a 45° , e com o auxílio da análise de solo, optou-se por realizar o retaludamento do Talude 227, de forma que toda a sua extensão ficasse com uma inclinação de 45° (1:1). Isto para tornar padrão as condições geométricas de cada parcela experimental.

Essa operação foi realizada por uma escavadeira hidráulica Komatsu PC160 LC, conforme Figura 36. Além disso foi necessário executar uma leira em nível, acima da crista do talude para proteger o experimento da água que escorre pela vertente da bacia hidrográfica do Rio Santa Vera, como mostrado na Figura 37.

Figura 36 - Escavadeira hidráulica executando o retaludamento do Talude 227.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 37 - Leira em Nível acima da crista do talude 227.



Fonte: Próprio autor (2019).

5.7.3. DEMARCAÇÃO DAS PARCELAS EXPERIMENTAIS

Para facilitar a implantação dos tratamentos, após o retaludamento, as parcelas experimentais foram demarcadas com a utilização de estacas e fita zebreada, de 4 em 4 metros ao longo do comprimento do talude, e devidamente identificadas com placas contendo os tratamentos instalados em cada parcela (Figura 38).

Figura 38 - Placas de identificação das parcelas experimentais.



Fonte: Próprio autor (2019).

Para demarcar as parcelas, primeiramente, foi selecionado o trecho homogêneo com extensão de 60 metros do talude já retaludado. Em seguida foi definido o ponto inicial do

experimento. A partir deste ponto, iniciou-se o estaqueamento seguindo o sentido de jusante para montante do reservatório, com o auxílio de uma fita métrica e a 1,1 metro acima da crista do talude. Foram fincadas as estacas na crista de 4 em 4 metros e posteriormente iniciou-se o estaqueamento no pé do talude, acompanhando a direção da declividade no talude no limite de cada parcela. Em seguida foi esticada e fixada a fita zebraada nas estacas do pé e da crista do talude. Para evitar o corte da fita zebraada devido ao forte vento, foi colocada mais uma fileira de estacas na porção mediana do talude (Figura 39).

Figura 39 - Demarcação das parcelas.



Fonte: Próprio autor (2019).

Por fim foram colocadas as placas de identificação na parte superior de cada parcela experimental, a uma distância da crista que não atrapalhasse a implantação dos tratamentos (Figura 40).

Figura 40 - Fixação da placa de identificação de uma das parcelas de Biomanta mais mix de sementes



Fonte: Próprio autor (2019).

5.7.4. HIDROSSEMEADURA

As atividades de retaludamento e levantamento da leira em curva de nível deixaram o talude susceptível a processos erosivos pela ação do vento e pela chuva que cai diretamente no talude, além de poder transportar os insumos utilizados nas técnicas de bioengenharia aplicadas. Assim, se fez necessária substituir a semeadura manual, pela hidrossemeadura (Figura 41), para melhor homogeneidade, adesão e retenção das sementes no local de aplicação.

Figura 41 - Execução da hidrossemeadura.



Fonte: Próprio autor (2019).

5.7.4.1. ESPECIFICAÇÕES E DESCRIMINAÇÕES DOS INSUMOS UTILIZADOS NA HIDROSSEMEADURA

5.7.4.1.1. MIX VILA VERDE

As espécies utilizadas na composição do Mix Vila Verde são gramíneas e as leguminosas, que juntas cumprem a função de cobrir o solo, protegendo-o dos efeitos causadores de erosão. Estas espécies apresentam crescimento rápido, baixa exigência em fertilidade, boa capacidade de produção de matéria orgânica para manter o sistema funcionando através da reciclagem de nutrientes, fixação de nitrogênio no solo e formando uma rede de raízes dando sustentabilidade ao solo trabalhado (GRUPO VILA VERDE, 2019).

As espécies utilizadas no Mix Vila Verde assim como as massas utilizadas de cada uma para aplicação em todas as parcelas onde se aplicou a hidrossemeadura estão apresentadas no Quadro 12.

Quadro 12 - Descrição do MIX Vila Verde utilizado na hidrossemeadura.

SEMENTES	KG
Brachiária decumbens (<i>Brachiaria Decubens</i>)	3,750 kg
Brachiária peluda (<i>Brachiaria ruziziensis</i>)	2,00 kg
Crotalária (<i>Crotalaria ochroleuca</i>)	3,00 kg
Nabo forrageiro (<i>Raphanus sativus</i>)	2,00 kg
Ervilhaca (<i>Vicia sativa</i>)	2,00 kg
Aveia-branca (<i>Avena sativa</i>)	3,990 kg
Estilosante (<i>Stylosantethes guianensis</i>)	1,00 kg
Milheto (<i>Pennisetum americanum</i>)	1,80 kg

Fonte: Grupo Vila Verde (2019).

5.7.4.1.2. MEGA MULCH ®

É um composto rico em fibras vegetais, celulose e matéria orgânica (Figura 42), formando uma biomanta sobre o solo, protegendo as sementes e demais insumos da ação dos predadores e das intempéries (GRUPO VILA VERDE, 2019).

Figura 42 - Mega mulch ® utilizado.



Fonte: Próprio autor (2019).

5.7.4.1.3. COMPOSTO ORGÂNICO

Composto orgânico vegetal utilizado para nutrição e recuperação do solo (Figura 43). O produto contém todos os nutrientes e é completo:

- Macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S);
- Micronutrientes (Cu, Fe, Mn, Zn);
- Liberação gradual durante o desenvolvimento;
- Maior capacidade de troca catiônica (CTC);
- Proporciona uma maior eficiência da adubação química.

Figura 43 - Composto orgânico utilizado.



Fonte: Próprio autor (2019).

5.7.4.1.4. ADUBO NPK 04-14-08

NPK é uma sigla utilizada em estudos de agricultura, que designa a relação dos três nutrientes principais para as plantas (nitrogênio, fósforo e potássio) (Figura 44), também

chamados de macronutrientes, na composição de um fertilizante (VILLA VERDE AGRO, 2019). Neste caso o adubo utilizado tem uma proporção de 4 partes de nitrogênio, 14 partes de fósforo e 8 de potássio. A Ficha de Informações de Segurança do Produto Químico deste produto se encontra no Anexo G.

Figura 44 - Adubo NPK 04-14-08 utilizado.



Fonte: Próprio autor (2019).

5.7.4.1.5. Adesivo Fixador AG 60 (Figura 45)

É um aglomerante orgânico, recomendado para aplicações em taludes para controle de erosão, controle de arraste eólico em pilhas de finos de minério, carvão, material fino em geral, e aplicações de hidrossemeadura. A Ficha de Informações de Segurança do Produto Químico deste produto se encontra no Anexo H.

Figura 45 - Adesivo fixador AG 60 utilizado.



Fonte: Próprio autor (2019).

5.7.4.2. APLICAÇÃO

O solo das parcelas a serem hidrossemeadas foi previamente preparado. Utilizando um cinto de segurança para se alcançar toda a rampa do talude, foram confeccionadas, com uso de enxadas apropriadas (Figura 46), pequenas covas, bem próximas umas das outras, cerca de 15 cm, com profundidade de 5 cm (Figuras 47 e 48), suficiente para retenção dos insumos aplicados no plantio.

Figura 46 - Enxada para coveamento.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 47 - Coveamento do solo em parcela que recebeu a hidrossemeadura.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 48 - Solo coveado observando.



Fonte: Próprio autor (2019).

Em seguida, as sementes que estavam separadas foram devidamente misturadas em um saco plástico, conforme Figuras 49, resultando o mix de sementes de acordo com a Figura 50.

Figura 49 - Mistura das sementes.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 50 - Mix de sementes.



Fonte: Próprio autor (2019).

Então, todos os componentes da hidrossemeadura foram despejados no tanque, com cerca de 3.000 litros de água, de um caminhão próprio para hidrossemeadura mostrado na Figura 51, de acordo com as Figuras 52, 53, 54 e 55.

Figura 51 - Caminhão de hidrossemeadura.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 52 - Despejo do adubo NPK no tanque.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 53 - Despejo do mix de sementes no tanque.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 54 - Despejo do fixador AG 60 no tanque.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 55 - Despejo do mega mulch no tanque.



Fonte: Próprio autor (2019).

Após ocorrer a mistura de todos os insumos foi iniciada a hidrossemeadura nas parcelas com mix de sementes (Figura 56). Essa operação foi realizada a partir do pé do talude e posteriormente repetida a partir da crista do talude.

Figura 56 - Execução da hidrossemeadura.



Fonte: Próprio autor (2019).

5.7.5. BIOMANTAS

5.7.5.1. ESPECIFICAÇÕES

5.7.5.1.1. BIOMANTA ALMAX 400 RD

Produto translúcido e flexível, constituído de 100% de fibra de capim (brachiário) desidratada, costurada sobre duas redes de polipropileno, resistentes à ação de raios

ultravioletas, em sentido longitudinal, por meio de processo industrial com fios resistentes a raios UV, de polipropileno, com espaçamento de 5 cm entre os fios e 6 cm entre os pontos, formando uma trama que confere alta resistência e durabilidade ao produto (Figura 57). Fibra de capim à razão de 400 gramas por m² (GRUPO VILA VERDE, 2019).

Apresentação: Rolos embalados com filme stretch, medindo 2,40 m x 42 m. Considerado 100 m² por cada Rolo.

Peso: 60 kg/rolo.

Diâmetro: 45 cm.

Figura 57 - Biomantas Almax 400 RD embaladas.



Fonte: Grupo Vila Verde (2019).

5.7.5.1.2. BIOMANTA FIBRAX 300 RD

Produto translúcido e flexível, constituído de 100% de fibra de coco, costurada entre duas redes de polipropileno (Figura 59), resistentes à ação dos raios ultravioletas, em sentido longitudinal, por meio de processo industrial com fios resistentes a raios UV, de polipropileno, com espaçamento de 5 cm entre os fios e 6 cm entre os pontos, formando uma trama que confere alta resistência e durabilidade ao produto (Figura 58). Fibra de coco à razão de 300 gramas por m² (GRUPO VILA VERDE, 2019).

Apresentação: Rolos embalados com filme stretch com 2,40 m x 42 m. Considerado 100 m² por cada Rolo.

Peso: 34 kg/rolo.

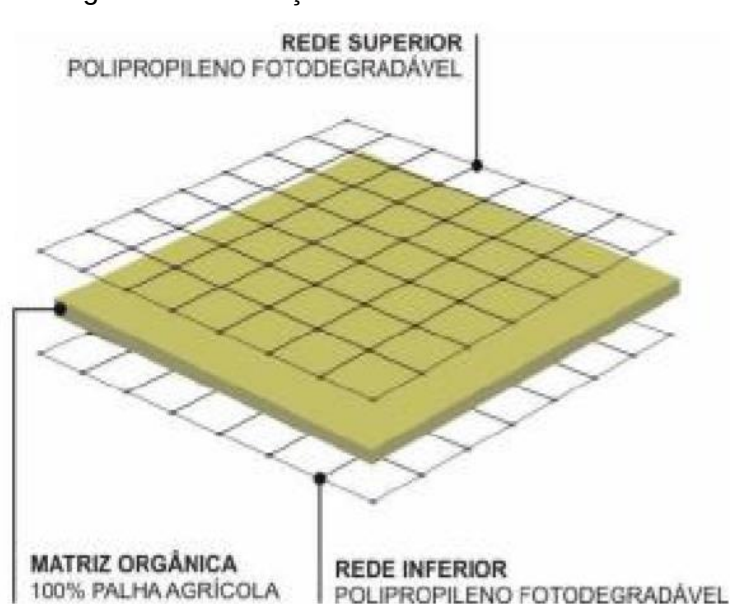
Diâmetro: 35 cm.

Figura 58 - Biomantas Fibrax 300 RD embaladas.



Fonte: Grupo Vila Verde (2019).

Figura 59 - Ilustração das biomantas utilizadas.



Fonte: Grupo Vila Verde (2019).

5.7.5.1.3. GRAMPOS

A fixação das biomantas foi efetuada através de grampos de aço CA60 5mm de acordo com a dureza terreno (Figura 60). A densidade executada foi de 4 a 6 grampos/m², procurando sempre, deixar a tela o mais rente possível ao solo, impedindo dessa forma o escoamento de água e escorrimento de sedimentos sob ela (GRUPO VILA VERDE, 2019).

Figura 60 - Grampos de aço CA 60 5mm.



Fonte: Próprio autor (2019).

5.7.5.2. INSTALAÇÃO DAS BIOMANTAS

Antes da instalação das biomantas foram abertas valas com seção transversal de 15 x 15 cm, com comprimento de 4 metros e distantes 0,5 m acima da crista (Figura 61). Essas valas foram abertas nas parcelas de tratamento com mix de sementes mais biomantas, e serviram para ancorar as essas últimas.

Figura 61 - Escavação da vala de ancoragem das biomanta.



Fonte: Próprio autor (2019).

A instalação das biomantas iniciou-se pelo topo do talude, deixando ultrapassar cerca de 20 cm além da vala de ancoragem, e desenrolando a biomanta no sentido do pé do talude (Figura 62), onde foi cortada com 0,5 m além do pé do talude. As parcelas possuem 4 m de largura e a biomanta possui 2,40 m. Assim para a cobertura total da parcela esse processo foi repetido

sobrepondo a biomanta em 40 cm. A ancoragem foi realizada com grampeamento da biomanta no fundo da vala, conforme Figura 63 e em seguida encheu-se a vala com solo que foi compactado, de acordo com a Figura 64. Então, fixou-se a biomanta com grampeamento em toda a parcela e assim como no topo, foi ancorada a 0,5 m do pé do talude.

Figura 62 - Biomanta Fibrax 300 RD sendo desenrolada.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 63 - Grampeamento da biomanta no fundo da vala de ancoragem.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 64 - Execução da ancoragem da biomanta.



Fonte: Próprio autor (2019).

5.7.6. BARREIRAS DE CAPIM VETIVER (*Chrysopogon zizanioides*)

5.7.6.1. PREPARAÇÃO DAS MUDAS

As mudas utilizadas no experimento foram todas retiradas de uma plantação de capim vetiver na fazenda da UNESP – Ilha Solteira (Figura 65).

Figura 65 - Plantação de capim vetiver na fazenda da UNESP – Ilha Solteira.



Fonte: Próprio autor (2019).

As fileiras de vetiver foram previamente roçadas a 15 cm do chão e irrigadas até o dia da retirada das mudas. Para retirar as mudas, primeiro foi feita uma valeta com uma escavadeira paralela a fileira de vetiver, conforme Figura 66, para posteriormente arrancar, perpendicularmente a valeta, touceiras de vetiver com aproximadamente 25 cm de solo com raiz de acordo com a Figuras 67. Para facilitar o transporte as touceiras foram subdivididas em frações menores com auxílio de enxada, pá e facão (Figura 68).

Figura 66 - Execução da valeta para retirada de mudas do capim vetiver.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 67 - Retirada das touceiras de capim vetiver.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 68 - Subdivisão e transporte das touceiras de capim vetiver.



Fonte: Próprio autor (2019).

Já no local do experimento as touceiras de capim vetiver foram divididas em mudas com pelo menos três perfilhos alinhados e plantadas manualmente em fila perpendicularmente à declividade do talude, em forma de barreira e com espaçamento entre mudas de 10 cm.

5.7.6.2. PLANTIO DO CAPIM VETIVER

5.7.6.2.1. BARREIRA NO PÉ DO TALUDE

Com o objetivo de proteger o pé do talude contra os efeitos erosivos causados pelas ondas do reservatório foi implantado o capim vetiver. E foi executada apenas a primeira fileira a 0,5m do pé do talude, de acordo com a Figura 69, e não a 1,0m como foi planejado, além de descartarmos a segunda fileira distante 1,0 a partir da primeira. Isso devido a subida do nível d'água do reservatório, diminuindo a distância entre o pé do talude e o encontro do NA com a margem.

Figura 69 - Plantação da barreira de vetiver no pé do talude.



Fonte: Próprio autor (2019).

5.7.6.2.2. BARREIRA NAS PARCELAS EXPERIMENTAIS

Nas parcelas experimentais, o plantio da barreira com vetiver foi acompanhado do biorretentor instalado abaixo do vetiver. Isso para potencializar e proteger do processo erosivo, as barreiras de capim vetiver.

Foram feitas duas barreiras de capim vetiver com biorretentor em cada parcela experimental com esse tratamento. A primeira a uma distância de 1,5 m da crista, e a segunda distante 2 m da primeira.

Para a instalação dos biorretentores foram feitas valetas (berço) transversais ao sentido da declividade do talude (Figura 70), onde os biorretentores foram fixados com estacas de madeira com cerca de 1 m de comprimento, conforme Figura 71. Como os biorretentores fornecidos eram de 2,40 m de comprimento, e as parcelas experimentais com 4,0 m, foram utilizados dois biorretentores por barreira, comprimindo-os para atingirem os 4,0, de acordo com a Figura 72. E para aumentar a durabilidade dos biorretentores, foram utilizadas biomantas para encobri-los e fixadas com os grampos metálicos.

Figura 70 - Valeta para fixação de biorretentor.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 71 - Fixação do biorretentor com estacas de madeira.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 72 - Biorretentores fixados.



Fonte: Próprio autor (2019).

Para o plantio do capim vetiver, os espaços acima dos biorretentores foram preenchidos com solo do próprio talude (Figura 73). E o processo de plantio se repetiu conforme já especificado para o pé do talude (Figura 74).

Figura 73 - Capim vetiver plantado acima do biorretentor.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 74 - Biorretentores e barreiras de capim vetiver instalados.



Fonte: Próprio autor (2019).

5.7.6.2.2.1. BIORRETENTOR

Produto constituído de 100% de fibra de capim, extrusada em tecido tubular de polipropileno. Produzido por meio de processo industrial com fechamento hermético das pontas e rigidez própria para ser fixado no solo com estacas ou grampos (Figura 75). Sendo indicado para direcionamento de drenagem em curso d'água e contenção fazendo a vez da curva de nível (GRUPO VILA VERDE, 2019).

Comprimento: 2,40 m.

Diâmetro: 40 cm.

Figura 75 - Biorretentor de fibra de capim.



Fonte: Grupo Vila Verde (2019).

5.8. MONITORAMENTO DO EXPERIMENTO

Após a instalação do experimento no Talude 227 nos dias 18 e 19 de setembro de 2019, foram realizados trabalhos de campo semanais para o monitoramento das parcelas experimentais. Essa atividade consistiu em avaliar o desenvolvimento das parcelas, registrando também eventuais anormalidades, como ataque de formigas, animais silvestres, solapamento devido à ação das ondas, etc. Além disso foi realizada a manutenção das estacas e a reposição das faixas de sinalização. O monitoramento das parcelas foi registrado através de áudios e também foi realizado o registro fotográfico de cada parcela e do conjunto das parcelas. Esses dados foram obtidos a partir da crista e do pé do talude.

Para facilitar o monitoramento e registro fotográfico, as parcelas foram numeradas de 01 a 15 no sentido de jusante à montante do reservatório (Figura 76). Então, os áudios e as fotos de cada parcela foram utilizados para registrar as mudanças temporais e gerar um levantamento comparativo para datas diferentes. Assim o registro fotográfico foi realizado utilizando como referências as placas de identificação de cada parcela, para que o mesmo fosse obtido aproximadamente nas mesmas posições.

Figura 76 - Identificação das parcelas experimentais.



Fonte: Próprio autor (2019).

5.9. REPLANTIO DO CAPIM VETIVER (*Chrysopogon zizanioides*) À FRENTE DO PÉ DO TALUDE

Infelizmente alguns dias após a instalação do experimento, parte da fileira de capim vetiver plantada à frente do pé do talude, por ainda não estar com as raízes desenvolvidas, foi arrancada pelas ondas e/ou coberta por plantas aquáticas como mostra no Figura 77.

Figura 77 - Capim vetiver coberto com plantas aquáticas.



Fonte: Próprio autor (2019).

Portanto, decidiu-se replantá-la, além disso, foi implantada uma fileira de biorretentores entre a fileira de capim vetiver e o encontro da margem com o NA, instalada da mesma forma que os biorretentores das parcelas, assim como a proteção com biomanta. Essa fileira teve como

objetivo proteger as mudas de capim vetiver até se desenvolverem e consequentemente também protegeu o pé do talude contra as ações das águas do reservatório.

Para executar esse replantio, foram obtidas mudas do capim vetiver no canteiro de mudas existente na Fazenda de Ensino e Pesquisa (FEPE)/UNESP, localizada no município de Selvíria e também do viveiro de mudas do Sr. José dos Santos Moraes, localizado no município de Floreal, SP (Figura 78). As mudas do Sr. José estavam plantadas em sacos plásticos, sendo menos agressivo a retirada delas, melhorando a preservação das raízes antes do plantio.

Figura 78 - Mudas de capim vetiver do viveiro do Sr. José.



Fonte: Próprio autor (2019).

A fileira de capim vetiver foi replantada à frente do pé do talude com espaçamento entre mudas de aproximadamente de 15 cm, porém dessa vez não foi realizada a poda das mudas, elas foram transplantadas com as mesmas condições que se encontravam no canteiro/viveiro de origem (Figura 79).

Figura 79 - Replântio da fileira de capim vetiver à frente do pé do talude.



Fonte: Próprio autor (2019).

5.10. INSTALAÇÃO DOS BIORRETENTORES

Como já explicado, foi necessário adicionar a instalação de biorretentores (Figura 80) à frente do pé do talude devido a ação das ondas do reservatório. Após a aquisição e entrega pela empresa Vila Verde, os biorretentores foram colocados dispostos em uma fileira única entre a fileira de capim vetiver e o encontro da margem com o NA, isso para proteger o talude e permitir que o capim se desenvolvesse o suficiente para também proteger o pé do talude contra a ação das ondas. Para aumentar a sua durabilidade eles foram encapados com biomanta de fibra de coco (Figura 81), e estas eram cortadas com cerca de 0,70m e presas nos biorretentores pelas estacas de 0,50m e por grampos metálicos (Figuras 82 e 83).

Figura 80 - Pilha de biorretentores e biomanta de fibra de coco armazenadas na crista do talude.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 81 - Biorretentor sendo encapado com biomanta de fibra de coco.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 82 - Instalação dos biorretentores no pé do Talude 227.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 83 - Fileira de biorrtentor instalada.



Fonte: Próprio autor (2019).

5.11. COLETA DE IMAGENS HORIZONTAIS E VERTICAIS

O registro do desenvolvimento do experimento foi realizado através de imagens horizontais tiradas no solo por meio de câmera de celular, com resolução de 32 megapixels. Porém, quando a vegetação nas parcelas experimentais estavam muito altas foi realizado o levantamento aéreo utilizando o VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado), Phantom 4 Pro para obter imagens verticais. Sendo que no segundo caso foi necessário um processamento prévio com o objetivo de gerar uma ortofotomosaico, que é a união de todas as fotos retiradas durante o voo, formando uma imagem de alta resolução que cobre toda a área de estudo.

As etapas de coleta com o VANT foram as seguintes:

- Implantação de pontos de controle (Figura 84) para ortorretificação das imagens, utilizando equipamentos receptores GNSS GRX1 Sokkia, (L1/L2) + GLONASS + SBAS – UHF Modem e GSM/GPRS e Modem para trabalho RTK - Real Time Kinematic. Amarração dos pontos de controle a Rede Geodésica Nacional através da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo – RBMC – IBGE (Figura 85);
- Imageamento Aerofotogramétrico – Vãos com Veículo Aéreo Não Tripulado – VANT/DRONE – acoplado com câmera 4k e Geoprocessamento das imagens, com Montagem do Mosaico, Ortorretificação das imagens;
- Vetorização das ortofotos e extração de Altimétrica Georreferenciada.

Figura 84 - Pontos de controle para ortorretificação das imagens.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 85 - Georreferenciamento de ponto de controle para ortorretificação das imagens.



Fonte: Próprio autor (2019).

5.12. ANÁLISE DO CRESCIMENTO VEGETATIVO NAS PARCELAS EXPERIMENTAIS

De maneira a acompanhar o crescimento da vegetação implantada no Talude 227, foi feita uma análise do crescimento vegetativo nas parcelas onde foram realizadas as hidrossemeaduras, ou seja, nas parcelas denominadas MIX, B1+MIX e B2+MIX. Esta análise consistiu no processamento das imagens realizado pelo acadêmico de Eng. Agrônômica Fernando Pavanin Martins e com a metodologia explicada a seguir, visando quantificar a área total ocupada pela vegetação nas parcelas acima mencionadas, bem como seu desenvolvimento ao longo do período de acompanhamento, tendo então uma ideia de qual tratamento se desenvolveu melhor visando a rápida cobertura e proteção do talude.

Nos casos das análises feitas nas fotos obtidas a partir do VANT, os ortofotomosaicos foram obtidos por processamento no *software* Agisoft Photoscan. Ao inserir as imagens no projeto, primeiro é feita uma análise de qualidade, com a finalidade de avaliar as imagens que precisam ser retiradas do processo caso tenham baixa qualidade. Finda esta análise faz-se então um tratamento de brilho (automático) e a criação de uma máscara, usada para facilitar a criação do modelo digital de terreno. Após aplicar os tratamentos e a máscara é feito então o alinhamento das fotos, que tem por objetivo a junção das fotos lado a lado a partir da sobreposição entre elas.

Terminado este alinhamento é criado uma nuvem de pontos espaçados onde então é feito uma edição de acordo com alguns parâmetros predefinidos pelo *software*. Densifica-se então a nuvem de pontos, a qual pode ser associada então a classificações de acordo com o terreno ou cobertura do solo, além de serem reconhecidos os pontos fora do plano do projeto, devendo estes serem apagados ou ignorados no decorrer do processamento. Esta associação pode ser feita de maneira automática ou manual, onde a primeira pode ser complementada pela segunda. A partir desta nuvem, definidos os pontos de terreno e vegetação, são gerados o modelo digital de elevação, posteriormente o modelo digital de superfície e então o arquivo raster final do

mosaico das fotos tiradas, o ortofotomosaicos, que pode ser exportado em diferentes formatos. O utilizado foi em “jpeg”, para processamento com as demais imagens retiradas via solo por uma câmera de celular.

Depois de processar as imagens do VANT, foi feita uma análise em todas as imagens, objetivando a quantificação de cobertura, como mencionado acima. Esta análise, realizada por meio do *software* SPRING, pode ser dividida em duas etapas: a primeira é chamada de classificação, onde, a partir da fotografia tirada da parcela, separou-se a vegetação por meio da ferramenta de edição de imagem “Classificação”, diferenciando-a das partes com solo exposto. A segunda etapa foi a quantificação desta cobertura, que é feita após a conversão do arquivo imagem classificado em arquivo temático, permitindo assim que a ferramenta “Medida de Classes” faça as mensurações da vegetação em comparação com as partes de solo exposto. Caso necessário pode-se recortar as imagens para maior precisão no momento da medida de classes, criando um plano de informação com o polígono do tamanho adequado, utiliza-se a ferramenta “recortar plano de informação”.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. SELEÇÃO DA ÁREA PARA IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO

No dia 27 de fevereiro de 2019, foi realizada a primeira campanha de campo, partindo da rampa do porto de Ilha Solteira, sendo percorrida uma extensão de 41 quilômetros na margem direita do reservatório da UHE de Jupiá, entre os municípios de Selvíria e Três Lagoas (MS). Neste trecho foram identificados diversos locais com taludes em diferentes estágios de degradação, totalmente desprovidos de vegetação e conseqüentemente sofrendo processo de desbarrancamento das margens e contribuindo para o assoreamento do reservatório.

As Figuras 86, 87, 88, 89, 90, 91 e 92 mostram os sete taludes onde foram coletados dados:

- **Talude 223** (Figura 86) - 20°35'27.73"S e 51°33'22.90"O

Descrição: Talude com horizonte C exposto, 2.5 metros de altura, vegetação arbórea na parte superior do talude.

Figura 86 - Talude 223 – município de Selvíria (MS).



Fonte: Próprio autor (2019).

- **Talude 224** (Figura 87) - 20°35'56.67"S e 51°35'8.26"O

Descrição: Talude com solapamento da margem, 2 metros de altura, vegetação herbácea na parte superior do talude. Local próximo ao ponto de captação de água da fábrica de celulose da empresa Eldorado.

Figura 87 - Talude 224 – município de Três Lagoas (MS).



Fonte: Próprio autor (2019).

- **Talude 225** (Figura 88) - 20°35'38.25"S e 51°35'3.17"O

Descrição: Talude com 2 metros de altura de aproximadamente 45 metros de extensão, vegetação herbácea na parte superior do talude. Em frente ao porto seco da fábrica de celulose da empresa Eldorado.

Figura 88 - Talude 225 – município de Selvíria (MS).



Fonte: Próprio autor (2019).

- **Talude 226** (Figura 89) - 20°37'5.24"S e 51°36'11.89"O

Descrição: Talude com 2 a 3 metros de altura e 200 metros de extensão, vegetação herbácea na parte superior do talude, alguns trechos do talude com vegetação herbácea e presença de taboa na margem.

Figura 89 - Talude 226 - município de Três Lagoas (MS).



Fonte: Próprio autor (2019).

- **Talude 227** (Figura 90) - 20°37'25.14"S e 51°36'41.81"O

Descrição: Talude com 3 metros de altura e 120 metros de extensão, vegetação herbácea na parte superior do talude.

Figura 90 - Talude 227 - município de Três Lagoas (MS).



Fonte: Próprio autor (2019).

- **Talude 228** (Figura 91) - 20°38'34.21"S e 51°37'28.22"O

Descrição: Talude com 3 metros de altura e 250 metros de extensão, na parte superior do talude presença de vegetação herbácea e após 15 metros em sentido à costa, presença de vegetação arbórea.

Figura 91 - Talude 228 - município de Três Lagoas (MS).



Fonte: Próprio autor (2019).

- **Talude 229** (Figura 92) - 20°40'33.23"S e 51°38'14.68"O

Descrição: Talude com 4 metros de altura e 350 metros de extensão e presença de vegetação herbácea na parte superior do talude.

Figura 92 - Talude 229 - município de Três Lagoas (MS).



Fonte: Próprio autor (2019).

Como para escolha do talude levou-se em consideração a presença de vegetação herbácea sobre o talude e que não estavam muito próximos da planta da usina Eldorado localizada na margem direita do reservatório, os taludes pré-selecionados foram os 226, 227 e 229.

No dia 2 de abril de 2019 foi realizada a segunda campanha de campo, onde foram coletados os dados em 6 pontos ao longo do talude 227 e 2 pontos na parte superior deste talude conforme consta no Anexo A. Pôde-se perceber neste talude uma altura média de 3,00 metros, presença de solapamento causada pelo escoamento da água pluvial na parte superior do talude, bem como pela água do reservatório. Além deste já estar isolado em relação à criação de animais.

No dia 3 de abril de 2019 foi realizada a terceira campanha de campo, onde foram coletados os dados em 6 pontos ao longo do Talude 226 e 6 pontos no Talude 229. Como o Talude 226 era dividido em duas partes por uma vegetação, a sua descrição foi separada em 2, conforme Anexo B, sendo que a primeira contém 3 pontos e 35 metros de extensão e a segunda, também contendo 3 pontos, e cerca de 80 metros de extensão.

O Talude 229 também foi dividido em 2 partes, como mostrado no Anexo C, por conta da sua extensão (aproximadamente 350 metros de extensão). Em cada parte, foram demarcados 3 pontos, totalizando 6 pontos.

Pôde-se perceber no Talude 226 uma altura média de 2,00 metros na primeira parte e de 3,40 metros na segunda parte, além da presença de solapamento causado pela infiltração da água pluvial (concluiu-se que a braquiária sozinha não consegue segurar o desbarrancamento do talude) e pela água do reservatório.

No Talude 229 a altura média foi de 2,10 metros nas duas partes. A vegetação da parte superior era de braquiária degradada, podendo-se observar também a presença de caminhos de

gado, comprovando que os animais chegam até a encosta e contribuem com o processo de desbarrancamento do Talude 229.

Dadas as características dos três taludes pré selecionados, o escolhido para a implantação do projeto foi o Talude 227, isso devido ao isolamento em relação ao aceso de animais de manejo já existente, minimizando a degradação e permitindo o melhor crescimento das espécies vegetativas implantadas, além de apresentar uma maior homogeniedade ao longo do talude.

6.2. ESTUDO HIDROCLIMÁTICO

A área de estudo apresenta as características típicas dos climas tropicais, com inverno seco e verão chuvoso. Os meses chuvosos são de outubro a abril, com picos em dezembro, janeiro e fevereiro, e a estiagem se apresenta no período de maio a setembro, com os meses mais secos julho e agosto. Essas características descritas são observadas nos dados disponibilizados do Posto Itapura (UNESP, 2019).

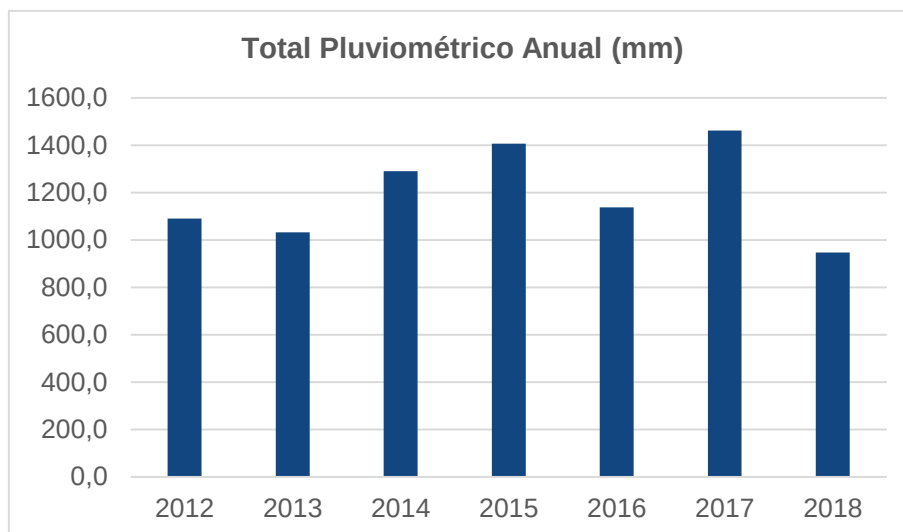
A estação da UNESP de Itapura fornece dados atualizados relativos à direção e velocidade do vento, pluviosidade, horas de brilho solar, temperatura do ar e umidade relativa do ar, os quais foram trabalhados no período de 2012 a 2018. Os valores médios da distribuição pluviométrica anual e mensal, referentes ao período de 2012 a 2018, são apresentados na Quadro 13 e nos Gráficos 01 e 02.

Quadro 13 - Valores de precipitação (mm) no Posto Itapura, no período de 2012 – 2018.

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Média Mensal (mm)
Jan	209,8	74,9	110,7	128,8	215,2	284,7	210,8	176,4
Fev	201,2	261,9	188,0	238,8	182,9	81,0	105,9	180,0
Mar	29,5	204,7	356,9	187,4	109,0	191,0	97,8	168,0
Abr	64,5	80,8	87,9	26,2	96,5	83,6	11,7	64,5
Mai	65,3	11,9	20,3	81,3	161,6	112,0	5,8	65,5
Jun	124,5	84,6	4,8	24,4	26,9	5,6	6,1	39,6
Jul	3,6	20,8	70,1	50,5	3,0	0,0	0,0	21,1
Ago	0,5	0,0	1,3	11,4	72,9	64,3	21,3	24,5
Set	131,8	73,2	30,7	136,7	41,7	16,8	135,9	81,0
Out	34,5	84,3	36,1	90,4	80,3	213,4	100,1	91,3
Nov	83,8	41,7	249,9	271,5	49,5	258,5	148,6	157,6
Dez	141,7	93,7	133,9	159,5	98,0	152,2	103,4	126,1
Total Anual (mm)	1090,7	1032,5	1290,6	1406,9	1137,5	1463,1	947,4	1195,5

Fonte: Próprio autor (2019).

Gráfico 1 - Total pluviométrico anual do Posto Itapura, para o período de 2012-2018.

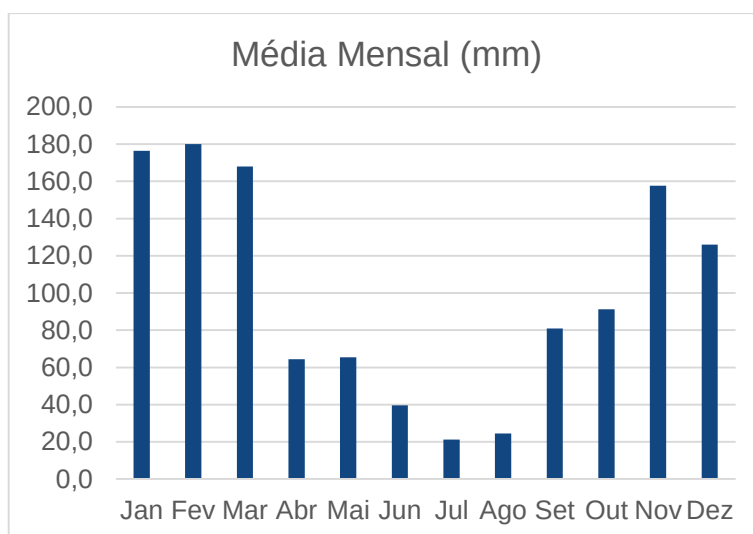


Fonte: Próprio autor (2019).

Segundo o Gráfico 1, o ano de 2017 foi o que apresentou maior altura pluviométrica, com média de 1463,1 mm, seguido de 2015, com 1406,9 mm. Em contrapartida, 2018 foi o ano com menor registro de precipitação (947,4 mm). O Gráfico 2 indica a precipitação média mensal para o mesmo período de estudo, indicando o comportamento típico de zonas tropicais, com verão úmido e inverno seco.

Em fevereiro a média mensal de precipitação do período registra o volume de 180,0mm, com a gradual diminuição das chuvas até o mês de julho, o mês mais seco do ano, quando se obteve uma média de 21,1 mm. Após o período de estiagem, a precipitação aumenta gradativamente, atingindo em novembro a média de 157,6 mm.

Gráfico 2 - Valores da precipitação média mensal (mm) do Posto Itapura, para o período de 2012 - 2018.



Fonte: Próprio autor (2019).

Nos Quadros 14, 15 e 16 são apresentados os valores médios, mínimos e máximos de temperatura, e com esses dados foi elaborado o Gráfico 03.

Quadro 14 - Valores médios de temperatura (°C) no Posto Itapura, no período de 2012 – 2018.

Mês	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Média Mensal (°C)
Jan	25,0	26,1	26,5	27,4	26,1	25,0	25,0	25,9
Fev	26,6	25,4	26,8	25,8	26,5	26,9	24,5	26,1
Mar	26,0	25,3	25,2	24,7	25,9	25,7	26,0	25,5
Abr	24,9	23,0	24,6	24,6	26,0	23,7	24,4	24,5
Mai	21,4	22,6	21,4	21,9	20,8	22,9	22,4	21,9
Jun	20,9	21,8	21,4	21,3	19,1	20,2	21,9	20,9
Jul	20,3	19,5	20,2	21,2	20,6	19,7	22,0	20,5
Ago	23,0	20,9	23,2	23,5	22,0	22,2	20,6	22,2
Set	25,1	23,8	25,4	25,1	22,3	26,1	23,2	24,4
Out	27,0	25,0	26,8	26,2	24,8	25,3	25,1	25,7
Nov	26,7	26,4	25,2	25,9	25,5	24,8	23,9	25,5
Dez	27,0	27,0	25,8	25,8	26,1	25,5	25,9	26,2
Médial Anual (°C)	24,5	23,9	24,4	24,5	23,8	24,0	23,7	24,1

Fonte: Próprio autor (2019).

Quadro 15 - Média dos valores mínimos de temperatura (°C) no Posto Itapura, no período de 2012 – 2018.

Mês	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Média Mensal (°C)
Jan	20,6	21,7	20,9	21,7	22,1	20,9	20,3	21,2
Fev	21,0	20,9	21,1	21,3	22,2	21,6	19,3	21,1
Mar	20,5	20,7	20,2	20,7	20,8	21,1	20,1	20,6
Abr	19,5	18,5	19,7	20,0	19,3	18,9	18,2	19,2
Mai	16,3	16,7	15,6	17,2	15,9	18,1	15,6	16,5
Jun	15,9	17,0	15,1	16,0	13,5	14,3	15,7	15,4
Jul	13,2	13,2	14,2	15,9	13,0	12,7	14,2	13,8
Ago	15,9	12,8	15,3	15,4	14,9	15,4	13,9	14,8
Set	17,5	16,9	18,6	18,4	15,6	18,0	16,0	17,3
Out	20,7	19,5	19,7	20,5	18,7	19,3	19,2	19,7
Nov	21,1	20,7	20,5	21,3	20,2	19,6	18,0	20,2
Dez	22,3	21,8	21,5	21,8	21,2	20,9	19,5	21,3
Média Anual (°C)	18,7	18,4	18,5	19,2	18,1	18,4	17,5	18,4

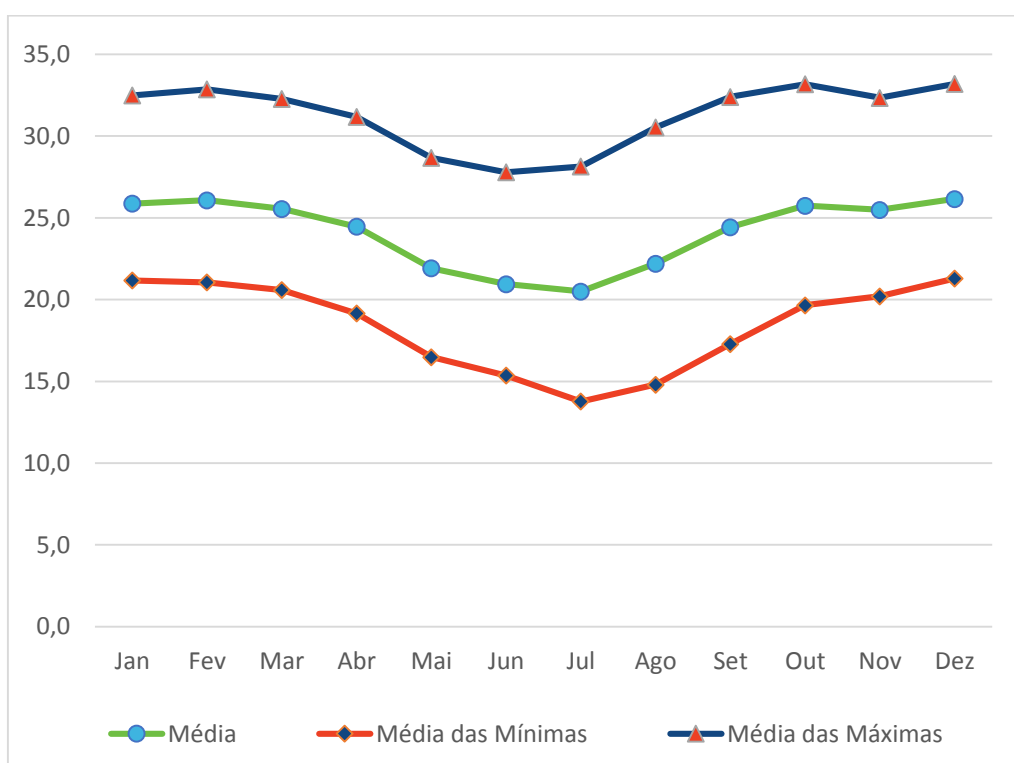
Fonte: Próprio autor (2019).

Quadro 16 - Média dos valores máximos de temperatura (°C) no Posto Itapura, no período de 2012– 2018.

Mês	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Média Mensal (°C)
Jan	31,1	32,2	34,0	35,1	32,2	31,2	31,6	32,5
Fev	33,5	31,9	34,0	32,5	33,2	33,6	31,3	32,9
Mar	33,0	31,6	32,0	31,1	32,4	32,4	33,4	32,3
Abr	32,0	29,2	30,9	30,6	33,5	30,4	31,6	31,2
Mai	27,7	30,1	28,4	28,1	27,2	29,2	30,0	28,7
Jun	26,9	28,3	28,8	27,8	25,8	27,4	29,5	27,8
Jul	27,8	27,0	27,3	27,6	29,1	27,7	30,5	28,1
Ago	30,9	29,8	31,9	32,1	30,4	30,1	28,5	30,5
Set	33,4	31,9	33,1	32,8	29,6	34,7	31,3	32,4
Out	34,4	31,9	34,5	33,5	32,4	32,9	32,6	33,2
Nov	33,4	34,0	31,7	32,6	32,1	31,8	30,8	32,3
Dez	34,1	34,3	32,3	32,3	33,6	32,2	33,5	33,2
Média Anual (°C)	31,5	31,0	31,6	31,3	31,0	31,1	31,2	31,6

Fonte: Próprio autor (2019).

Gráfico 3 - Temperaturas médias, máximas e mínimas mensais no Posto Itapura para o período de 2012-2018.



Fonte: Próprio autor (2019).

A análise conjunta dos Quadros 14, 15 e 16 e do Gráfico 03 indica que as temperaturas médias mensais do período de 2012 a 2018 variam de 20,5°C (julho) a 26,2°C (outubro), atingindo o valor máximo de 35,1°C (janeiro de 2015) e mínimo de 12,7°C (julho de 2017).

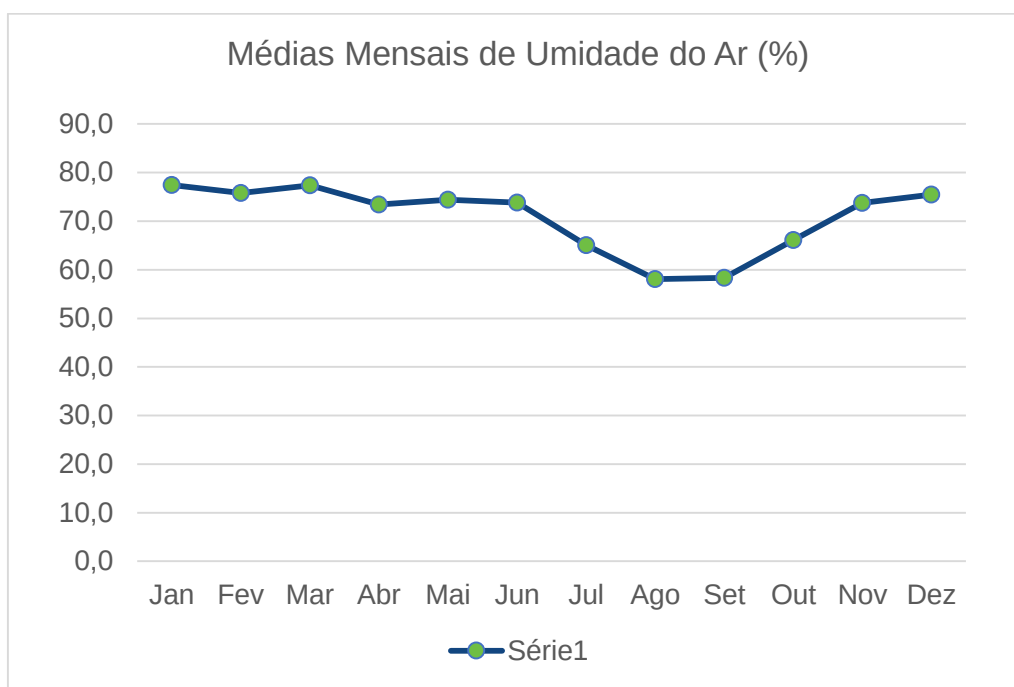
Segundo dados da estação meteorológica da UNESP de Itapura, no período chuvoso (outubro a março) a média mensal da umidade relativa do ar varia de 66,1 a 77,4 % e, durante o período seco (abril a setembro), de 58,3 a 73,5%. As médias mensais estão representadas no Quadro 17 e no Gráfico 4.

Quadro 17 - Valores médios mensais de umidade relativa do ar (%) no Posto Itapura, no período de 2012-2018.

Mês	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Média Mensal (%)
Jan	76,9	76,6	71,6	70,0	81,5	83,7	81,6	77,4
Fev	71,4	79,7	68,0	78,5	79,8	74,6	78,7	75,8
Mar	68,8	79,0	78,7	82,4	76,3	78,6	78,0	77,4
Abr	71,3	77,3	77,6	76,9	62,4	79,3	69,4	73,5
Mai	74,1	70,3	71,5	79,2	78,4	81,7	65,8	74,4
Jun	77,8	79,5	69,3	74,8	76,0	73,4	66,0	73,8
Jul	63,8	69,0	69,1	74,4	62,6	60,8	55,9	65,1
Ago	53,7	52,9	53,5	54,7	63,1	63,3	65,4	58,1
Set	53,0	58,8	58,9	64,3	62,3	46,3	64,7	58,3
Out	60,6	66,6	54,3	71,3	67,1	68,2	74,6	66,1
Nov	66,7	68,2	75,9	79,6	70,3	76,3	79,3	73,8
Dez	72,9	70,9	78,5	80,6	75,3	79,5	70,6	75,5
Média Anual (%)	67,6	70,7	68,9	73,9	71,3	72,1	70,8	

Fonte: Próprio autor (2019).

Gráfico 4 - Valores médios mensais de umidade relativa do ar (%) no Posto Itapura, no período de 2012 – 2018.



Fonte: Próprio autor (2019).

O Quadro 18 apresenta a direção média dos ventos e a velocidade que prepondera referente aos quatro trimestres do ano, durante o período de 2012-2018. A maioria dos ventos sopram na direção Este-sudeste e Sudeste, sendo os ventos de maior velocidade média, que chegam a quase 1,5 m/s nos meses de julho-agosto-setembro e out-nov-dez.

Quadro 18 - Valores médios mensais de velocidade (m/s) e direção do vento (°) no Posto Itapura, no período de 2012 – 2018.

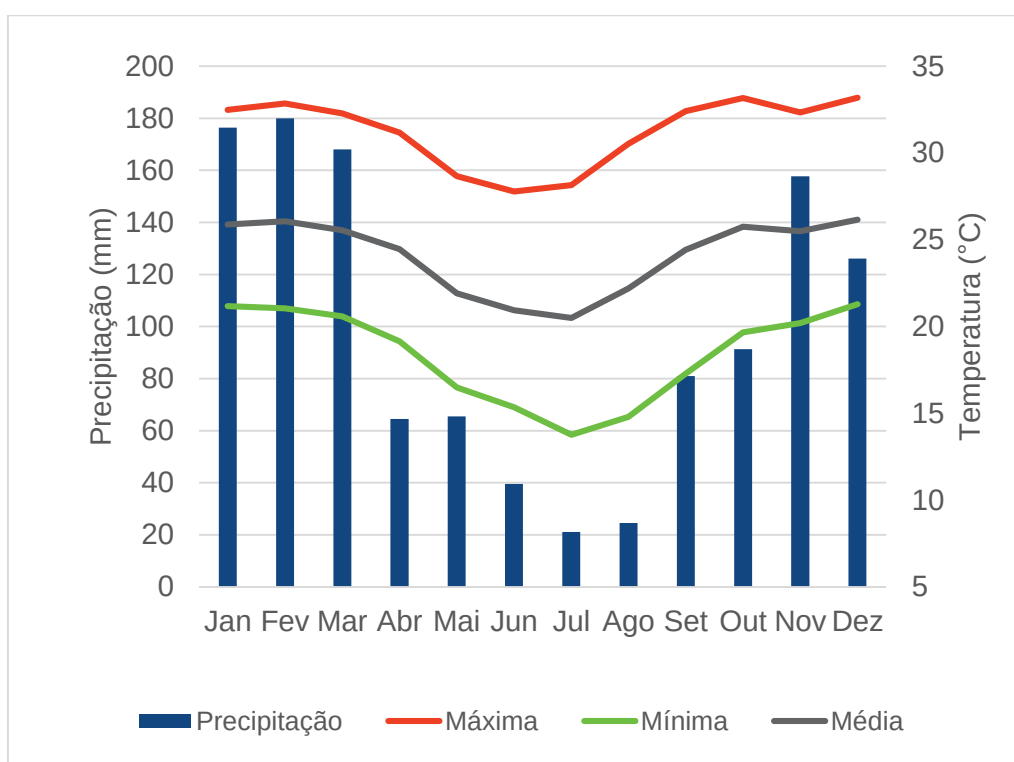
Mês	2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018		Vel. Média (m/s)	Dir. Média (°)
	Vel. (m/s)	Dir. (°)	Vel. (m/s)	Dir. (°)	Vel. (m/s)	Dir. (°)	Vel. (m/s)	Dir. (°)	Vel. (m/s)	Dir. (°)	Vel. (m/s)	Dir. (°)	Vel. (m/s)	Dir. (°)		
Jan	1,4	75,9	1,5	124,3	1,2	112,6	1,0	161,9	1,3	181,0	1,1	120,6	1,2	156,1	1,1	143,1
Fev	1,1	135,5	1,2	110,4	1,3	131,9	1,1	122,4	0,9	143,8	1,0	148,8	1,1	183,2		
Mar	1,0	126,0	1,2	159,0	1,1	133,9	0,9	170,8	1,0	164,5	1,0	146,7	1,0	196,8		
Abr	1,1	131,8	1,1	161,5	1,0	151,7	0,9	191,5	0,9	99,5	1,2	163,7	1,1	141,5	1,1	142,4
Mai	1,5	126,1	1,1	142,8	0,9	146,4	1,0	129,5	0,9	156,3	1,0	135,6	1,1	131,0		
Jun	1,3	139,0	1,1	148,0	1,0	126,0	1,2	122,6	0,7	172,3	1,1	145,3	1,0	128,7		
Jul	1,3	128,4	1,4	153,5	1,2	129,7	1,2	134,2	0,9	151,8	1,2	113,1	1,2	142,4	1,4	136,8
Ago	1,6	137,3	1,4	138,3	1,3	120,8	1,5	90,9	1,2	161,3	1,5	134,7	1,3	156,5		
Set	1,7	154,5	1,7	145,9	1,6	103,8	1,4	138,4	1,1	158,4	1,5	121,7	1,4	156,9		
Out	1,5	178,1	1,5	143,5	1,6	149,2	1,3	132,8	1,4	153,5	1,5	151,1	1,5	175,5	1,4	156,1
Nov	1,4	157,5	1,5	155,2	1,2	111,3	1,2	143,4	1,5	191,0	1,4	134,6	1,6	155,8		
Dez	1,5	102,1	1,5	194,1	1,3	149,5	1,1	152,4	1,4	199,7	1,1	174,5	1,2	173,0		

Fonte: Próprio autor (2019).

De acordo com os dados hidroclimáticos apresentados, constatou-se que existem períodos de maior e menor intensidade pluviométrica. Ressaltando-se que a maior altura pluviométrica foi de 1.463,1 mm no ano de 2017, e a menor foi de 947,4 mm no ano de 2018. Tendo, portanto, uma amplitude pluviométrica de 515,7 mm para o período analisado entre 2012 e 2018.

Com o intuito de analisar o comportamento das precipitações pluviiais mensais distribuídas ao longo de 2012 a 2018 associadas às temperaturas médias, mínimas e máximas, foi elaborado o Gráfico 5, no qual foram sobrepostos os dados pluviométricos com os dados de temperatura. Podemos notar que a variação pluviométrica se assemelha a variação de temperatura.

Gráfico 5 - Valores da precipitação média mensal (mm), e temperaturas médias, médias mínimas e médias máximas do Posto Itapura, para o período de 2012 – 2018.

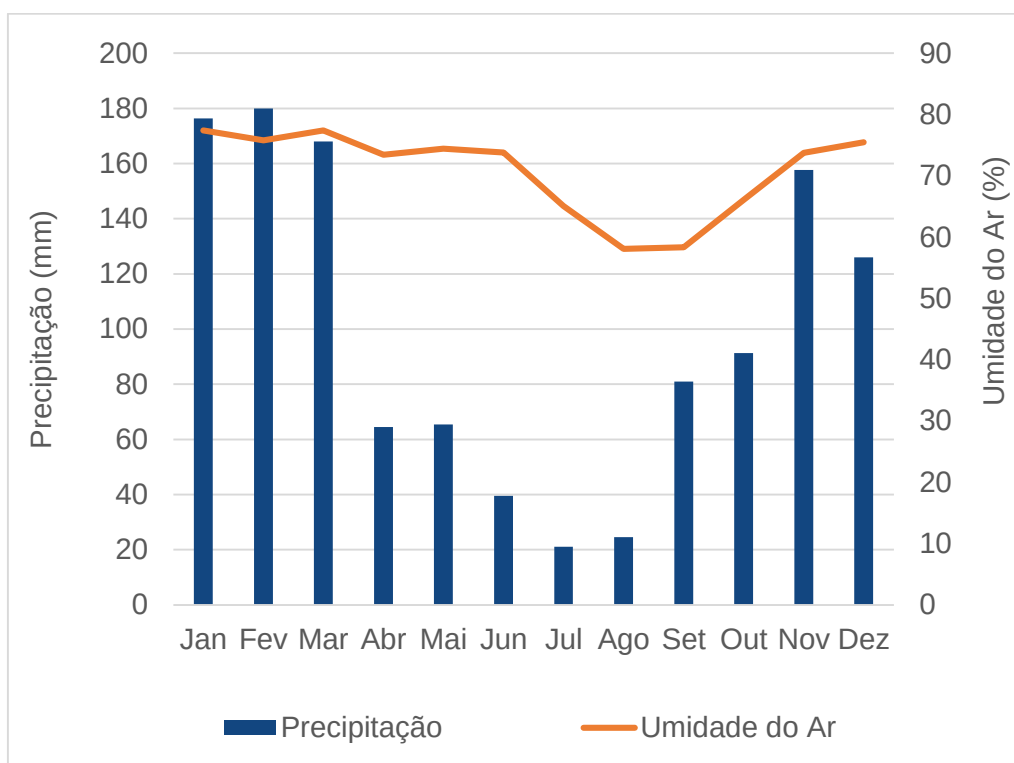


Fonte: Próprio autor (2019).

Em relação as médias mensais de precipitação no período de 2012 a 2018, podemos observar dois períodos distintos, um chuvoso, de outubro a março, e outro de estiagem, de abril a setembro, sendo os meses mais secos julho e agosto.

No período chuvoso notou-se que a temperatura máxima variou entre 32,3°C (março e novembro) e 33,2°C (outubro e dezembro), e a mínima entre 20,2°C (novembro) e 21,3°C (dezembro). Já no período seco a temperatura máxima variou entre 27,8°C (junho) e 32,4°C (setembro), e a mínima entre 13,8°C (julho) e 19,2°C (abril).

Gráfico 6 - Valores da precipitação média mensal (mm) e umidade do ar (%) do Posto Itapura, para o período de 2012 - 2018.



Fonte: Próprio autor (2019).

No Gráfico 6, foram sobrepostos os dados pluviométricos com os dados de umidade do ar. Diferente das variáveis temperatura e precipitação, a umidade do ar decai de junho (73,8%) a agosto (58,1%), ficando praticamente constante até setembro (58,3%), e passando a subir até novembro (73,8%). Sendo junho a novembro período crítico em relação a umidade do ar. Enquanto nos demais meses a variação foi bem pequena, variando entre 73,5% e 77,4%.

6.2.1. PRECIPITAÇÃO MÉDIA NA BACIA HIDROGRÁFICA CÓRREGO SANTA VERA

Substituindo os valores das áreas das regiões de domínio das duas estações meteorológicas já apresentadas, da área total e das precipitações no Método de Thiessen, podemos obter as precipitações médias mensais sobre a bacia, conforme Quadro 19, e as precipitações média anuais são apresentadas no Quadro 20. Multiplicando as precipitações médias pela área da bacia, encontramos os volumes médios de água depositado nessa bacia ao longo do ano.

Quadro 19 - Aplicação do Método de Thiessen para as médias mensais de precipitação no período de 2012 a 2018.

Mês	Média Mensal E.M. Itapura (mm)	Média Mensal E.M. Três Lagoas (mm)	Precipitação Média Mensal sobre a Bacia (mm)	Volume Médio Mensal de Água Depositado na Bacia (L)
Jan	176,41	209,57	191,67	6817,51
Fev	179,96	141,71	162,36	5775,17
Mar	168,04	129,03	150,09	5338,76
Abr	64,46	59,40	62,13	2209,95
Mai	65,46	73,14	68,99	2454,03
Jun	39,56	47,83	43,36	1542,37
Jul	21,14	24,80	22,83	811,88
Ago	24,53	6,63	16,29	579,56
Set	80,97	58,86	70,80	2518,23
Out	91,30	88,49	90,01	3201,43
Nov	157,64	175,86	166,02	5905,30
Dez	126,06	158,54	141,00	5015,35

Fonte: Próprio autor (2019).

Quadro 20 - Aplicação do Método de Thiessen para o total anual de precipitação no período de 2012 a 2018.

Ano	Precipitação Total Anual E.M. Itapura (mm)	Precipitação Total Anual E.M. Três Lagoas (mm)	Precipitação Média Anual Sobre a Bacia (mm)	Volume Médio de Água Depositado na Bacia ao Longo do Ano (L)
2012	1090,7	1167,8	1126,17	40057,12
2013	1032,5	1264,8	1139,37	40526,60
2014	1290,6	943,8	1131,06	40230,94
2015	1406,9	1452,4	1427,83	50787,06
2016	1137,5	1004,8	1076,45	38288,70
2017	1463,1	1388,8	1428,92	50825,71
2018	947,4	994,6	969,11	34470,76
		Média	1185,56	42169,56

Fonte: Próprio autor (2019).

6.2.2. PRECIPITAÇÃO APÓS A INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

Para analisar a quantidade de chuva precipitada na área de estudo, no Quadro 21 estão apresentados todos os dados pluviométricos desde a instalação do experimento até o dia 15 de

março de 2020, os quais possibilitaram a elaboração do Gráfico 7, cálculo da precipitação Média (3,4mm), precipitação mensal de outubro de 2019 a fevereiro de 2020 (Quadro 22), e a precipitação total de 18 de setembro de 2019 a 15 de março de 2020 (608mm).

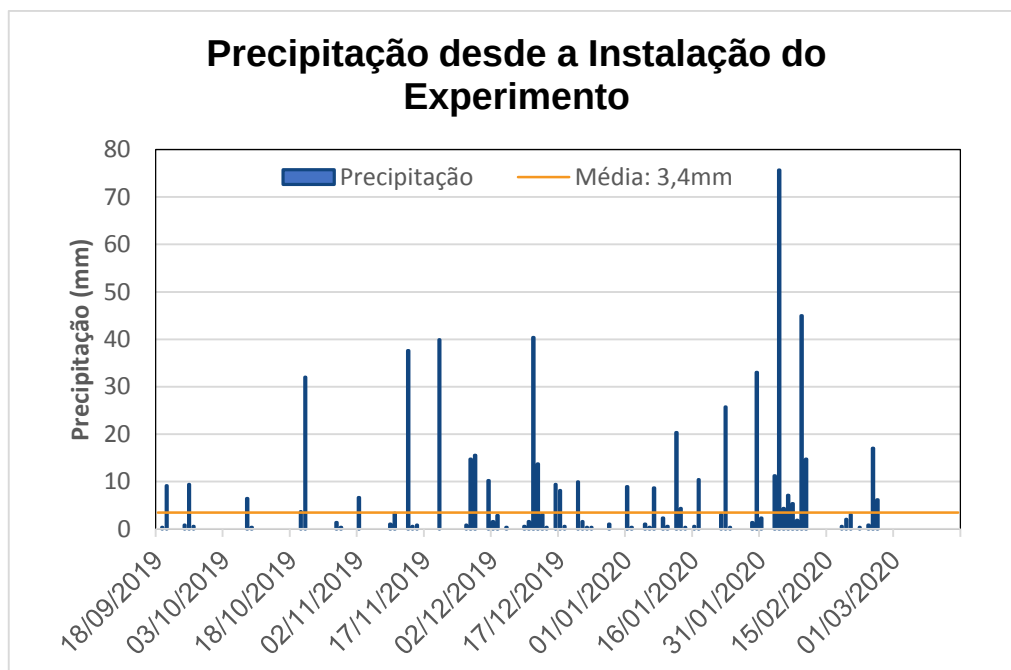
Quadro 21 - Dados de precipitação a partir da instalação do experimento.

Dia	Chuva (mm)	Dia	Chuva (mm)	Dia	Chuva (mm)	Dia	Chuva (mm)
18/09/2019	0	02/11/2019	6.6	17/12/2019	8.1	31/01/2020	2.3
19/09/2019	0.3	03/11/2019	0	18/12/2019	0.5	01/02/2020	0
20/09/2019	9.1	04/11/2019	0	19/12/2019	0	02/02/2020	0
21/09/2019	0	05/11/2019	0	20/12/2019	0	03/02/2020	11.2
22/09/2019	0	06/11/2019	0	21/12/2019	9.9	04/02/2020	75.7
23/09/2019	0	07/11/2019	0	22/12/2019	1.5	05/02/2020	4.3
24/09/2019	0.8	08/11/2019	0	23/12/2019	0.3	06/02/2020	7.1
25/09/2019	9.4	09/11/2019	1	24/12/2019	0.3	07/02/2020	5.3
26/09/2019	0.5	10/11/2019	3.3	25/12/2019	0	08/02/2020	1.8
27/09/2019	0	11/11/2019	0	26/12/2019	0	09/02/2020	45
28/09/2019	0	12/11/2019	0	27/12/2019	0	10/02/2020	14.7
29/09/2019	0	13/11/2019	37.6	28/12/2019	1	11/02/2020	0
30/09/2019	0	14/11/2019	0.5	29/12/2019	0	12/02/2020	0
01/10/2019	0	15/11/2019	0.8	30/12/2019	0	13/02/2020	0
02/10/2019	0	16/11/2019	0	31/12/2019	0	14/02/2020	0
03/10/2019	0	17/11/2019	0	01/01/2020	8.9	15/02/2020	0
04/10/2019	0	18/11/2019	0	02/01/2020	0.3	16/02/2020	0
05/10/2019	0	19/11/2019	0	03/01/2020	0	17/02/2020	0
06/10/2019	0	20/11/2019	39.9	04/01/2020	0	18/02/2020	0.5
07/10/2019	0	21/11/2019	0	05/01/2020	1	19/02/2020	2
08/10/2019	6.4	22/11/2019	0	06/01/2020	0.3	20/02/2020	3
09/10/2019	0.3	23/11/2019	0	07/01/2020	8.6	21/02/2020	0
10/10/2019	0	24/11/2019	0	08/01/2020	0	22/02/2020	0.3
11/10/2019	0	25/11/2019	0	09/01/2020	2.3	23/02/2020	0
12/10/2019	0	26/11/2019	0.8	10/01/2020	0.5	24/02/2020	0.8
13/10/2019	0	27/11/2019	14.7	11/01/2020	0	25/02/2020	17
14/10/2019	0	28/11/2019	15.5	12/01/2020	20.3	26/02/2020	6.1
15/10/2019	0	29/11/2019	0	13/01/2020	4.3	27/02/2020	0
16/10/2019	0	30/11/2019	0	14/01/2020	0.3	28/02/2020	0
17/10/2019	0	01/12/2019	10.2	15/01/2020	0	29/02/2020	0
18/10/2019	0	02/12/2019	1.5	16/01/2020	0.5	01/03/2020	0
19/10/2019	0	03/12/2019	2.8	17/01/2020	10.4	02/03/2020	0
20/10/2019	3.6	04/12/2019	0	18/01/2020	0	03/03/2020	0
21/10/2019	32	05/12/2019	0.3	19/01/2020	0	04/03/2020	0

Dia	Chuva (mm)	Dia	Chuva (mm)	Dia	Chuva (mm)	Dia	Chuva (mm)
22/10/2019	0	06/12/2019	0	20/01/2020	0	05/03/2020	0
23/10/2019	0	07/12/2019	0	21/01/2020	0	06/03/2020	0
24/10/2019	0	08/12/2019	0	22/01/2020	3	07/03/2020	0
25/10/2019	0	09/12/2019	0.5	23/01/2020	25.7	08/03/2020	0
26/10/2019	0	10/12/2019	1.5	24/01/2020	0.3	09/03/2020	0
27/10/2019	0	11/12/2019	40.4	25/01/2020	0	10/03/2020	0
28/10/2019	1.3	12/12/2019	13.7	26/01/2020	0	11/03/2020	0
29/10/2019	0.3	13/12/2019	3	27/01/2020	0	12/03/2020	0
30/10/2019	0	14/12/2019	0.3	28/01/2020	0	13/03/2020	0
31/10/2019	0	15/12/2019	0	29/01/2020	1.3	14/03/2020	0
01/11/2019	0	16/12/2019	9.4	30/01/2020	33	15/03/2020	0

Fonte: UNESP (2020).

Gráfico 7 - Precipitação desde a Instalação do Experimento até o dia 15/03.



Fonte: Próprio autor (2019).

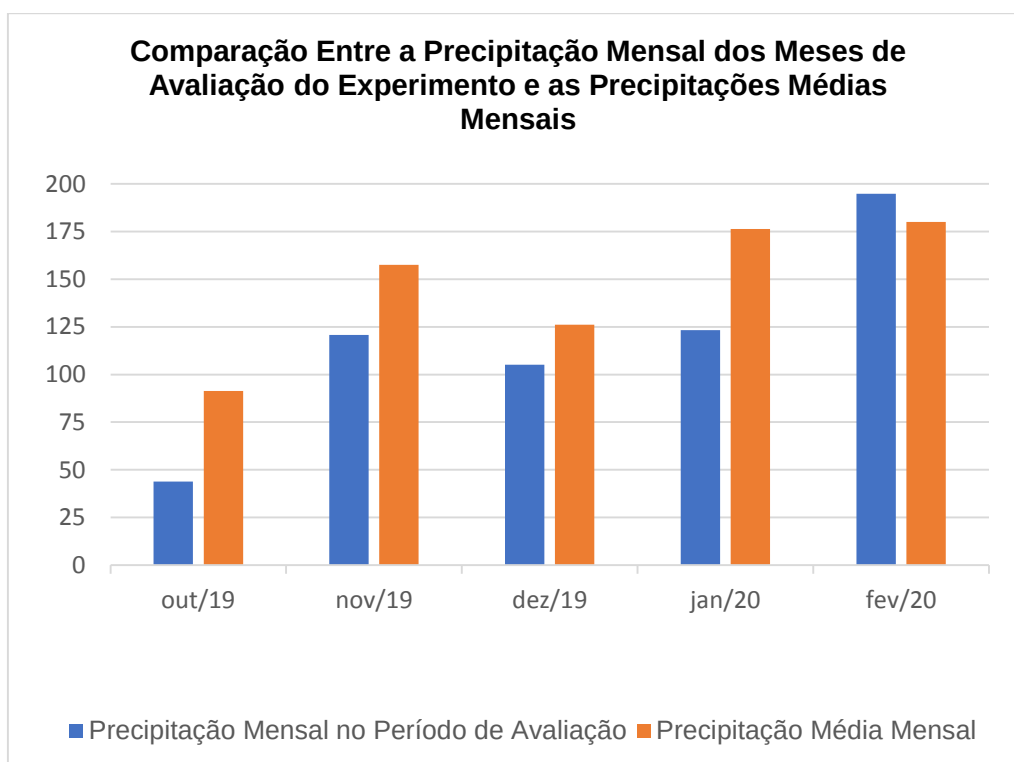
Quadro 22 - Precipitação Mensal de outubro de 2019 a fevereiro de 2020.

Mês	Precipitação Mensal (mm)
out/19	43.9
nov/19	120.7
dez/19	105.2
jan/20	123.3
fev/20	194.8

Fonte: Próprio autor (2019).

Quando comparamos os valores de precipitação mensal apresentados no Quadro 22 com os valores de precipitação média mensal apresentados no Quadro 13 (Gráfico 8), pode-se notar que no período de avaliação do experimento apenas em fevereiro de 2020 houve uma precipitação acima da média, já nos meses restantes todos foram abaixo, principalmente no mês de outubro, onde choveu 91,3 mm a menos do que a precipitação média.

Gráfico 8 - Comparação entre a precipitação mensal dos meses de avaliação do experimento e as precipitações médias mensais.



Fonte: Próprio autor (2019).

Além disso, podemos observar que logo após a instalação do experimento, que corresponde ao período mais crítico para o desenvolvimento das plantas, houve precipitação muito baixa, somando-se apenas 30,4 mm nos 32 dias após o plantio, o que pode ter prejudicado a germinação das sementes.

6.3. ANÁLISE DE SOLO

6.3.1. TEOR DE UMIDADE “IN SITU

Após aplicação da metodologia já explicada no item 5.5.1, obtivemos os resultados apresentados no Quadro 23.

Quadro 23 - Determinação do teor de umidades “in situ”.

Amostra	Profundidade (m)	Cápsula	Tara da Capsula (g)	Massa Úmida (g)	Tara + Massa Seca (g)	Massa Seca	Massa de Água	W (%)
248-2	0,67	1	24,66	149,61	164,98	140,32	9,29	6,62
258-5	1,58	2	24,24	116,88	131,1	106,86	10,02	9,38
248-8	0	3	23,77	103,71	120,33	96,56	7,15	7,40
250-11	2,55	4	24,08	122,57	130,25	106,17	16,4	15,45
250-14	1,05	5	23,88	128,88	144,97	121,09	7,79	6,43
250-26	0	6	23,27	147,4	162,92	139,65	7,75	5,55
251-17	2,35	7	23,92	148,85	155,79	131,87	16,98	12,88
251-20	1,34	8	23,99	145,86	161,27	137,28	8,58	6,25
251-23	0	9	24,91	135,18	153,59	128,68	6,5	5,05

Fonte: Próprio autor (2019).

6.3.2. DETERMINAÇÃO DOS ÍNDICES FÍSICOS

Na análise física feita pelo Laboratório de Física do Solo obteve-se a densidade do solo, sendo a média: 16,85kN/m³, a macroporosidade, a microporosidade e a porosidade total, conforme Anexo E. E com esses valores e as correlações dos índices físicos apresentadas no item 4.2.1, foram encontrados os demais índices, apresentados no Apêndice A.

De acordo com Tormena, Roloff e Sá (1998), observa-se que valores de porosidade inferiores a 0,10 m³ m⁻³ (10%) têm limitado o crescimento radicular, apesar de tal limite depender também do tipo de planta e do nível de atividade biológica do solo. Como os valores de porosidade total obtidos para as amostras de solo foram todos superiores a este limite mínimo, a porosidade do Talude 227 encontra-se dentro dos padrões recomendados para o bom desenvolvimento das plantas.

6.3.3. ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Com a análise granulométrica apresentada no Anexo D podemos construir o Quadro 24.

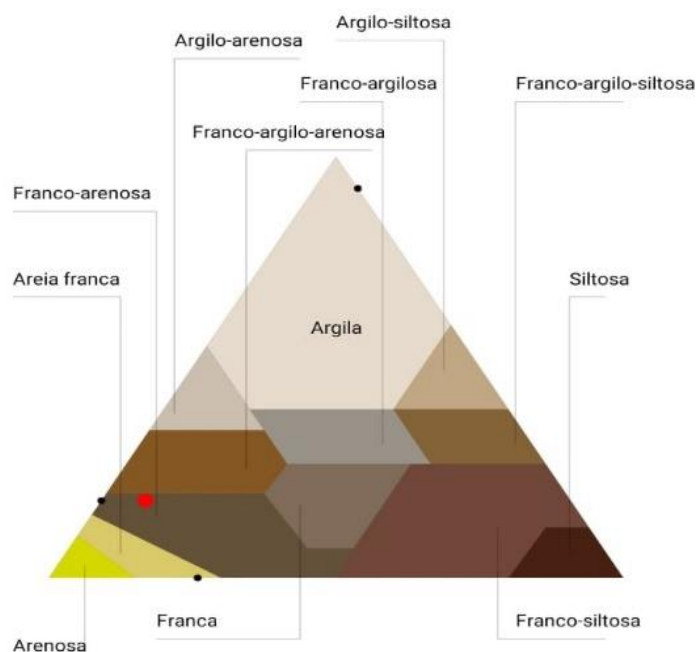
Quadro 24 - Análise granulométrica.

Identificação das Amostras	Profundidade (m)	Argila	Areia Total	Silte
		(g/kg)		
248-3	0,67	225	718	57
248-6	1,58	171	760	69
248-9	0	87	847	66
250-12	2,55	265	657	78
250-15	1,05	252	671	76
250-27	0	96	826	78
251-18	2,35	222	684	95
251-21	1,34	241	675	84
251-24	0	89	828	83
	Média	183,11	740,67	76,22
		18,31%	74,07%	7,62%

Fonte: Próprio autor (2019).

Aplicando o Triângulo de Classificação Textural – FERRET às porcentagens de areia, silte e argila obtidas, encontramos a classificação textural franco-arenosa do solo em estudo, conforme Figura 93.

Figura 93 - Localização do ponto no triângulo textural para o solo em estudo (gerada pelo aplicativo Triângulo Textural de Esdras Teixeira Costa).



Fonte: Próprio autor (2019).

6.3.4. ÍNDICES DE CONSISTÊNCIA

Os resultados dos ensaios de Limite de Líquidos (LL) e Limite de Plasticidade (LP) gerados no Laboratório de Geotecnia estão apresentados no Quadro 25.

Quadro 25 - Índices de consistência.

Amostra	LL	LP	IP	Classificação
248-3	22,2	16,2	6,0	Solo Pouco Plástico
251-21	23,2	16,4	6,8	Solo Pouco Plástico

Fonte: UNESP (2019).

Nos solos grossos, que é o caso do solo analisado, parte dos espaços entre as partículas de maiores tamanhos estão parcialmente ocupados por partículas menores, que (dentro de certas proporções) não terão influência significativa no comportamento mecânico do solo.

O Índice de Consistência (IC) do solo foi obtida através dos valores de Limite de Liquidez (LL), Índice de Plasticidade (IP) e o teor de umidade natural (w) de cada amostra, de acordo com o Quadro 26.

Quadro 26 - Determinação da consistência do solo.

Amostra	LL (%)	IP (%)	w (%)	IC
248-3	22,20	6,00	6,62	2,60
251-21	23,20	6,80	6,25	2,49

Fonte: Próprio autor (2019).

Analisando o teor de umidade “in situ” de cada amostra de solo, apresentados no item 6.3.1., para o dia 24/05/2019, data em que o clima se encontrava nublado, foram todos inferiores ao LP. Portanto, o solo do talude encontrava-se no estado semissólido ou sólido. Apresentando consistência dura, devido ao $IC > 1$, tendo uma resistência ao cisalhamento superior a 4kg/cm^2 para as condições deste dia.

6.3.5. ATIVIDADE DAS ARGILAS

O Índice de Plasticidade (IP) médio obtido para o solo analisado foi 6,4%, e a fração média de argila 18,31%. Substituindo estes valores na equação 3, que determina o índice de atividade das argilas, temos:

$$\text{Índice de atividade} = \frac{IP}{\% \text{ Argila}} = \frac{6,4}{18,31} = 0,35 < 0,75. \quad (6)$$

Analisando juntamente os itens 6.3.3. 6.3.4. e 6.3.5, podemos notar que o solo presente no Talude 227 é um solo franco arenoso pouco plástico por apresentar $IP < 7$, e com pequena

presença de finos. Ou seja, apresenta facilmente variação volumétrica quando deformado, porém, os finos não alteram significativamente o comportamento mecânico do solo, devido ao índice de atividades das argilas ser menor do que 0,75, o que considera a argila como inativa.

6.3.6. PENETRÔMETRO DE IMPACTO

Inserindo os dados de penetração, coletados em campo com o penetrômetro STOLF, no programa Penetrômetro de Impacto Stolf - programa de manipulação de dados em Excel-VBA, obtivemos a resistência à penetração do solo para camadas de 2,5 cm diretamente em Mpa. Agilizando significativamente a obtenção dos resultados do ensaio de penetração apresentados no Quadro 27.

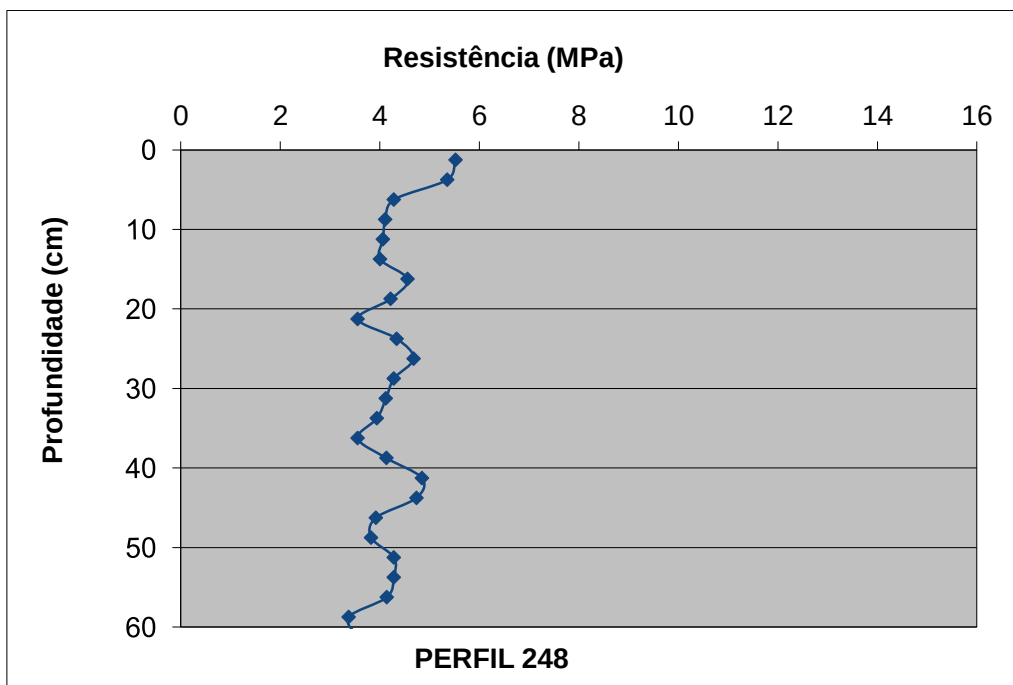
Quadro 27 - Resultados do ensaio de penetração.

Prof. em Camadas (cm)	Prof. média (cm)	Resistência (MPa)			
		248	250	251	Média
0-2,5	1,25	5,52	1,42	0,70	2,55
2,5-5	3,75	5,36	6,31	4,36	5,34
5-7,5	6,25	4,28	5,78	5,88	5,32
7,5-10	8,75	4,11	5,26	8,83	6,06
10-12,5	11,25	4,06	6,30	9,02	6,46
12,5-15	13,75	4,01	9,18	11,26	8,15
15-17,5	16,25	4,56	9,35	12,56	8,82
17,5-20	18,75	4,22	9,73	11,58	8,51
20-22,5	21,25	3,56	9,24	10,94	7,91
22,5-25	23,75	4,34	6,74	12,04	7,71
25-27,5	26,25	4,68	9,19	9,27	7,71
27,5-30	28,75	4,28	9,24	11,06	8,20
30-32,5	31,25	4,12	9,73	10,13	7,99
32,5-35	33,75	3,94	8,92	9,01	7,29
35-37,5	36,25	3,56	7,36	8,13	6,35
37,5-40	38,75	4,13	10,96	8,00	7,70
40-42,5	41,25	4,85	11,41	8,42	8,23
42,5-45	43,75	4,74	10,38	9,54	8,22
45-47,5	46,25	3,92	11,69	8,73	8,11
47,5-50	48,75	3,83	10,10	11,22	8,38
50-52,5	51,25	4,28	11,72	10,33	8,78
52,5-55	53,75	4,28	10,90	9,14	8,11
55-57,5	56,25	4,14	9,27	8,39	7,27
57,5-60	58,75	3,37	8,51	7,10	6,33

Fonte: Próprio autor (2019).

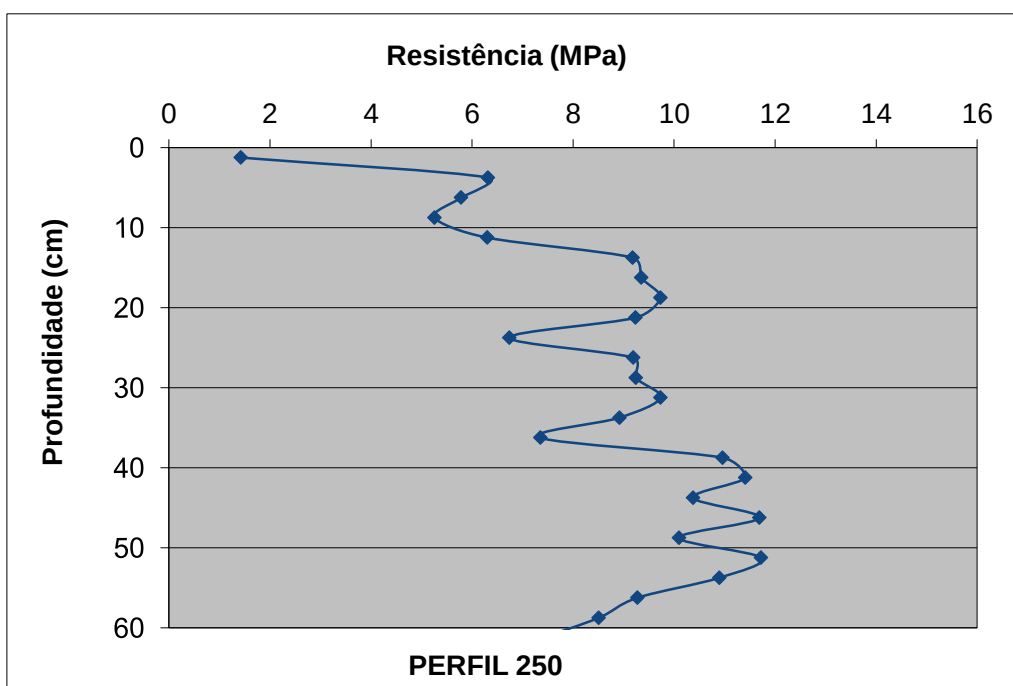
Com o Quadro 27 pode-se traçar os Gráficos 9, 10, 11 e 12, mostrando a resistência à penetração em relação à profundidade média de cada camada de 2,5 cm para os perfis 248, 250, 251 e a média entre os três perfis, a fim de analisar o talude de forma geral.

Gráfico 9 - Resistência à penetração no perfil 248.



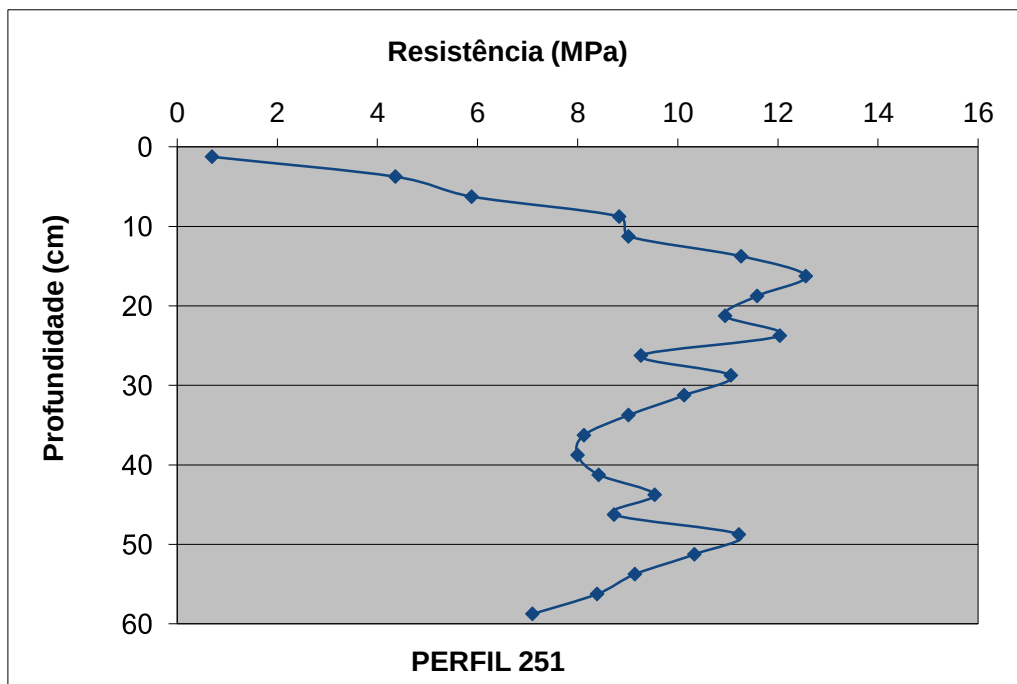
Fonte: Próprio autor (2019).

Gráfico 10 - Resistência à penetração no perfil 250.



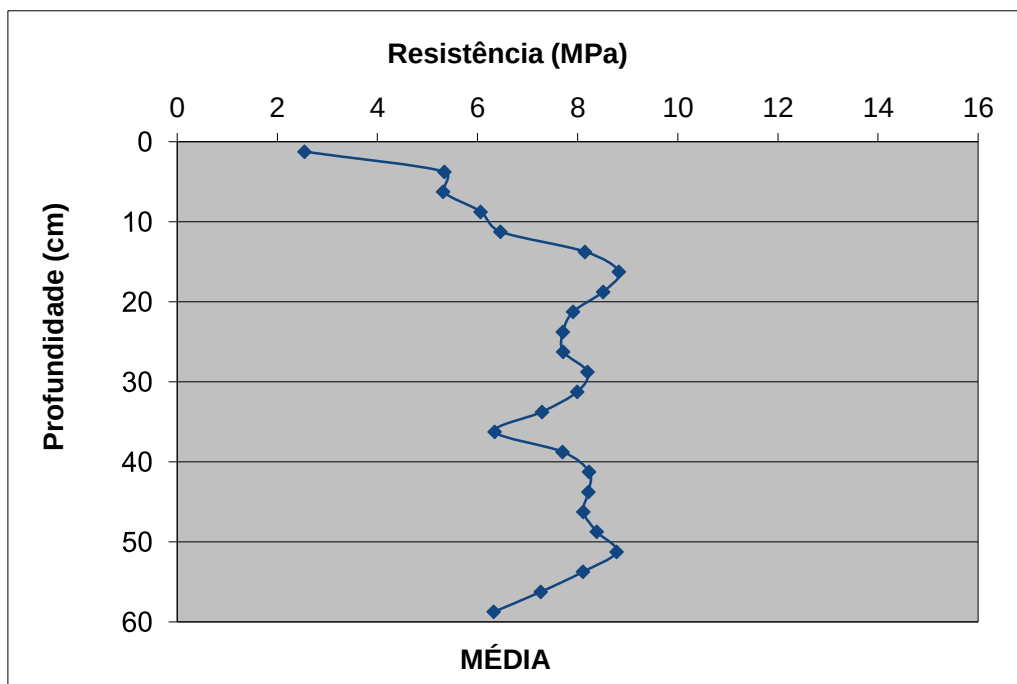
Fonte: Próprio autor (2019).

Gráfico 11 - Resistência à penetração no perfil 251.



Fonte: Próprio autor (2019).

Gráfico 12 - Resistência à penetração média entre os três perfis.



Fonte: Próprio autor (2019).

Com a resistência média à penetração para cada camada de 2,5 cm e de cada perfil, pode-se obter a resistência média para todo o talude, sendo esta igual a 7,31 MPa. O que é satisfatório, desde que o solo seja homogêneo, como ocorre na área de estudo, apresentando pouca variação

a partir de 10 cm de profundidade. Classificando, então, o solo de acordo com Campos et al. (2016) e as classes de resistência apresentadas na Figura 94 como muito alta.

Figura 94 - Classes de resistência do solo à penetração.

Tabela 1 - Classes de resistência do solo à penetração.

Classe	Resistência a penetração
	MPa
Extremamente baixa	< 0,01
Muito baixa	0,01-0,1
Baixa	0,1-1,0
Moderada	1,0-2,0
Alta	2,0-4,0
Muito Alta	4,0-8,0
Extremamente Alta	> 8,0

Adaptadas de Soil Survey Staff (1993), citadas por (Arshad et al., 1996).

Fonte: Campos et al. (2016)

O solo do talude apresenta peso específico natural em torno de 16,85 kN/m³. O que, segundo Reinert e Reichert (2006) se enquadra dentro do intervalo para solos arenosos que é de 12 a 19 kN/m³. Valores de peso específico associados ao estado de compactação classificado como muito alta em relação à resistência a penetração, apresentam probabilidade de oferecer riscos de restrição ao crescimento radicular.

6.3.7. ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO

Os resultados da análise química encontram-se no Anexo F, os quais, juntamente com os dados hidroclimáticos, foram enviados à algumas empresas especializadas em bioengenharia, para que analisassem, determinassem quais espécies seriam mais indicadas para o local, e fornecessem orçamentos em relação aos materiais empregados e a aplicação destes. Após o retorno das empresas, a empresa Grupo Vila Verde situada em Belo Horizonte-MG foi a selecionada.

Os níveis de saturação por base, de acordo com o Anexo F, apresentaram-se abaixo de 50% em todas as amostras de solo. Logo o solo é um solo distrófico, ou seja, pouco fértil, tendo a necessidade de suprir os déficits nutricionais para o melhor desenvolvimento das plantas no talude.

6.4. LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

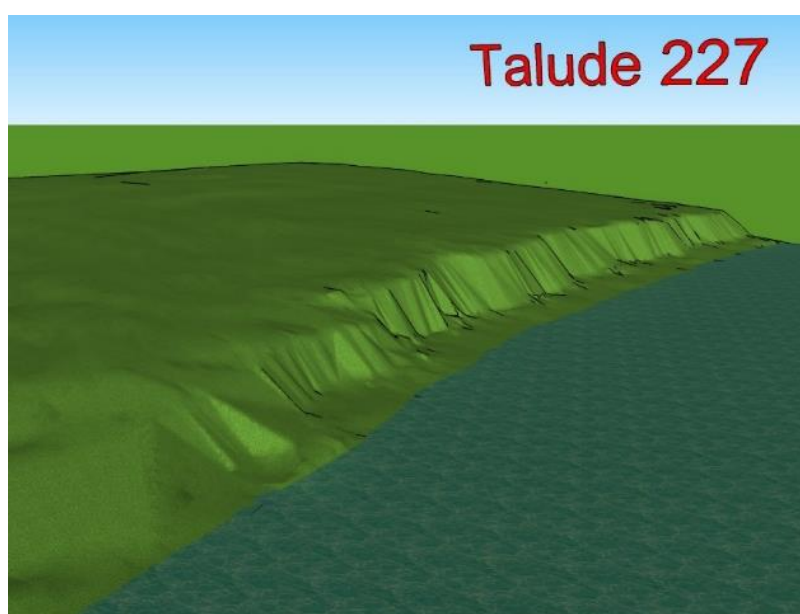
Com o levantamento planialtimétrico realizado pelo engenheiro civil Dr. Artur Pantoja Marques e sua equipe, pode-se determinar a caracterização geométrica do talude, como a altura e a inclinação de cada perfil apresentados nas Figuras 29, 30 e 31, de acordo com o Quadro 28, utilizados no dimensionamento dos materiais, para determinar o retaludamento e gerar um modelo digital do Talude 227 com as dimensões de início do projeto através do software SketchUp, apresentado na Figura 95.

Quadro 28 - Altura e inclinação de cada perfil gerado no levantamento topográfico.

Perfil	Altura (m)	Inclinação (°)
Alinhamento 01	2,82	38,54
Alinhamento 02	3,22	58,47
Alinhamento 03	3,58	41,11
Alinhamento 04	3,97	50,35
Alinhamento 05	2,92	36,88

Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 95 - Modelo digital do Talude 227 antes do retaludamento.



Fonte: Próprio autor (2019).

6.5. DIMENSIONAMENTO DO MATERIAL A SER UTILIZADO NO EXPERIMENTO

O retaludamento auxiliou na estimativa das áreas para dimensionamento dos materiais, pois todas as parcelas ficaram com a inclinação de 45°, variando apenas a altura de cada uma, consequentemente o comprimento de rampa também.

Como no levantamento topográfico foram plotados perfis de 20 em 20m, as alturas das parcelas foram padronizadas a 10m para cada lado do alinhamento de cada perfil, e para fins de sobrepor os possíveis erros, foi adotado um fator de segurança de 1,2 para o dimensionamento dos materiais.

As áreas de tratamento de cada parcela experimental foram divididas em área fixa e área variável de acordo com o Quadro 29. Sendo a área fixa os 0,5 m acima e abaixo do talude multiplicados pela largura do tratamento. E a variável sendo a área da rampa com inclinação de 45°, que depende da altura de cada parcela. No Apêndice C são apresentadas as dimensões variáveis de cada parcela, que foram utilizadas para calcular a área variável total de cada material apontadas no Quadro 29.

As biomantas encontradas no mercado e que atendem as necessidades do projeto possuem 2,40 m de largura. Portanto, como as parcelas experimentais são de 4 m, haverá uma sobreposição de 40 cm entre as biomantas, como já mencionado anteriormente.

De acordo com os resultados das análises de solo e a inclinação do talude após o retaludamento, foi decidido que 6 grampos/m² seriam suficientes para fixar as mantas.

Quadro 29 - Cálculo das áreas para mix, biomanta 1, biomanta 2 e grampos de fixação.

Material	Largura (m)	Quantidade de Parcelas	Área		Área Total (m ²)
			Fixa (m ²) (0,5m x L x 2 x Qtd parcelas)	Variável (m ²)	
Mix (Sementes + Insumo)	4	9	36	184,81	220,81
Biomanta 1	4,8	3	14,4	73,11	87,51
Biomanta 2	4,8	3	14,4	73,11	87,51
Grampos Fixação (6 grampos/m ²)	4	6	24	121,85	145,85

Fonte: Próprio autor (2019).

Para as parcelas tratadas com barreiras de capim vetiver e retentores de sedimento, não é necessário a obtenção da área da parcela, e sim o comprimento de cada barreira e/ou retentor. Foi determinado que seriam instaladas duas barreiras por parcela com este tratamento, com uma estaca a cada metro linear para a fixação dos retentores, ou seja, 5 estacas para cada retentor de 4 m, serão suficientes (Quadro 30).

Quadro 30 - Cálculo dos comprimentos dos retentores de sedimentos, barreira de vetiver e estacas para fixar os retentores.

Material	Comprimento (m)	Quantidade de Parcelas	Quantidade de Barreiras / Parcela	Comprimento Total (m)
Retentor D20	4	3	2	24
Barreira Vetiver (10 mudas/m + 2 barreiras de 60m)	4	3	2	144
Estacas (1 estaca/m)	4	3	2	24

Fonte: Próprio autor (2019).

Foi então calculado o subtotal de cada material, mais os 20% devido ao fator de segurança, exceto para o dimensionamento dos retentores, pois os erros neste dimensionamento são irrisórios, e posteriormente inteirando-os ao valor superior mais próximo, como mostrado no Quadro 31.

Quadro 31 - Determinação da quantidade total dos materiais a serem utilizados nos tratamentos.

Material	Subtotal +20%	Quantidade Total de Material
Mix (Sementes + Insumo)	264,97 m ²	270 m ²
Biomanta 1 com 2,4m de largura	105,01 m ²	108 m ²
Biomanta 2 com 2,4m de largura	105,01 m ²	108 m ²
Grampos Fixação (6 grampos/m ²)	1050,11 grampos	1100 grampos
Retentor D20 com 4m de comprimento	24 (Não tem acréscimo de 20%)	24m (6 unidades)
Barreira Vetiver (10 mudas/m + 2 barreiras de 60m)	1728 mudas	1800 mudas
Estacas	36 estacas	36 estacas
Especificações dos produtos		
Mix	Mix com um mínimo de 5 gramíneas e 5 leguminosas a definir.	
Biomanta 1	Biomanta de palha com mínimo de 500g por metro quadrado.	
Biomanta 2	Biomanta de fibra de coco com 300g por metro quadrado.	
Grampos	Grampo metálico isento de contaminantes, com diâmetro mínimo de 2,5mm e máximo 4mm, para fixação de biomantas com 7 a 10 cm de comprimento.	
Estacas	Estacas para fixação dos retentores. Pode ser metálica tipo cabo de guarda-chuva ou de madeira com mínimo de 40cm de comprimento.	
Retentor D20	Retentor de sedimentos com diâmetro de 20 cm e 4m de comprimento.	

Fonte: Próprio autor (2019).

6.6. INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

Todos os tratamentos previstos foram executados com sucesso. Conforme Figuras 96, 97, 98, 99, 100, 101 e 102.

Figura 96 - Finalização da instalação do experimento.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 97 - Experimento instalado.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 98 - Experimento instalado.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 99 - Biomanta Almax 400 RD instalada.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 100 - Biomanta Fibrax 300 RD instalada.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 101 - Hidrossemeadura executada.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 102 - Barreiras de Capim Vetiver e Biorretentores instalados.



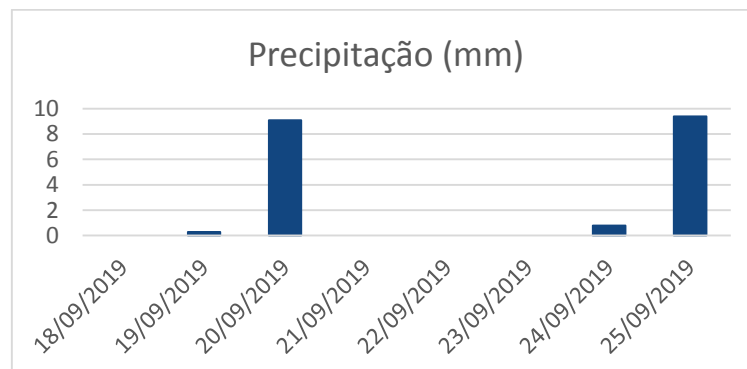
Fonte: Próprio autor (2019).

6.7. MONITORAMENTO DO EXPERIMENTO

6.7.1. MONITORAMENTO 1: MONITORAMENTO INICIAL

A instalação do experimento foi finalizada no dia 19 de setembro de 2019 e após a instalação do experimento, houveram precipitações, ilustradas no Gráfico 13, proporcionando o início da germinação das sementes. No dia 25 de setembro de 2019, foi realizada uma visita de campo, para acompanhamento do experimento constatando a presença de plântulas em desenvolvimento (Figuras 103, 104 e 105).

Gráfico 13 - Precipitação no período de 18/09/2019 a 25/09/2019 registradas na estação meteorológica de Itapura-SP.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 103 - Plântulas em uma parcela com mix de sementes.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 104 - Plântulas em uma parcela com mix de sementes e biomanta de capim.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 105 - Plântulas em uma parcela com mix de sementes e biomanta de fibra de coco.



Fonte: Próprio autor (2019).

Também foram detectados solapamentos devido ao impacto das ondas em algumas parcelas como mostrado na Figura 105, esclarecendo a necessidade do replantio do campim vetiver arrancado e/ou coberto pelas plantas aquáticas e da implantação da barreira de biorretentores.

Figura 106 - Solapamento em parcela de mix.



Fonte: Próprio autor (2019).

6.7.2. MONITORAMENTO 2

Os trabalhos de campo geraram dados fotográficos e as descrições das parcelas registrados em áudio apresentando os problemas identificados nas parcelas do Talude 227. São apresentados também os relatos gerais de cada parcela individual a partir de 29 de setembro.

6.7.2.1. VISÃO GERAL DO TALUDE 227

Em todos os trabalhos de campo foram obtidas fotos que mostram uma visão geral do Talude 227, tanto no sentido de montante à jusante, quanto de jusante à montante, como apresentado nas Figuras 107, 108 e 109. Além disso foram realizadas inspeções ao longo do talude, o qual apresentou três principais problemas: o ataque de formigas saúva, conforme mostrado na Figura 110, o ataque de animais silvestres conforme mostrado nas Figuras 111 e 112, e o solapamento do pé do talude conforme as Figuras 108 e 113.

Figura 107 - Foto do Talude 227 tirada no dia 29/09/2019 com sentido de montante à jusante.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 108 - Foto do Talude 227 tirada no dia 16/10/2019 com sentido de jusante a montante.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 109 - Foto do Talude 227 tirada no dia 27/11/2019 com sentido de jusante a montante.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 110 - Formigas atacando plantas no Talude 227 no dia 19/10/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 111 - Capim Vetiver comido por animais silvestres (foto de 27/11/2019).



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 112 - Foto de pegada de animal silvestre tirada no dia 20/11/2019 no pé do talude.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 113 - Solapamento no Talude 227 (foto de 16/10/2019).



Fonte: Próprio autor (2019).

Para controlar as formigas foi utilizado o formicida Fipronil em pó (Figura 114) que foi diluído a uma proporção de uma grama para cada dois litros de água e espalhado nos olheiros dos formigueiros e nas parcelas mais críticas (Figuras 115, 116 e 117).

Figura 114 - Inseticida Fipronil em pó.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 115 - Dispersão do inseticida Fipronil no Talude 227.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 116 - Gotículas da solução com o formicida nas folhas da planta no Talude 227 no dia 19/10/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 117 - Identificação de um olheiro de formigueiro.



Fonte: Próprio autor (2019).

No controle dessa praga, também foi utilizado o formicida 7 Belo PCO FIPRONIL em forma de peletes (Figuras 118 e 119).

Figura 118 - Formicida 7 Belo PCO FIPRONIL na forma de peletes.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 119 - Aplicação do formicida 7 Belo PCO FIPRONIL.



Fonte: Próprio autor (2019).

6.7.3. MONITORAMENTO 3: VISÃO INDIVIDUAL DAS PARCELAS EXPERIMENTAIS

6.7.3.1. PARCELA 1: MIX DE SEMENTES

A Parcela 1 que recebeu o tratamento com Mix de Sementes apresentou a ocorrência de solapamento no pé da parcela devido a ação das ondas (Figura 120 e 121), e um desenvolvimento das sementes melhor próximo ao pé da parcela (Figura 122). Porém, identificamos que o Mix de sementes se soltou do solo em alguns pontos devido a ação das chuvas e vento, deixando essa parcela parcialmente com solo exposto conforme a Figura 123.

Figura 120 - Parcela 1, foto de 29/09/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 121 - Solapamento identificado na Parcela 1 no dia 29/09/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 122 - Parcela 1, foto de 27/11/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 123 - Solo parcialmente exposto face ao desprendimento do Mix de Sementes na Parcela 1 no dia 27/11/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

6.7.3.2. PARCELA 2: MIX + BIOMANTA DE CAPIM

A Parcela 2 que recebeu o tratamento com Mix de Sementes mais a aplicação de biomanta de capim não apresentou a ocorrência de solapamento significativo no período monitorado, apresentando um desenvolvimento das sementes bem intenso mais próximo ao pé da parcela e estendendo até acima da porção mediana da parcela, porém com plantas mais espaçadas (Figuras 124 e 125).

Figura 124 - Parcela 2, foto de 29/09/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 125 - Parcela 2, foto de 27/11/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

6.7.3.3. PARCELA 3: MIX + BIOMANTA DE COCO

A Parcela 3 com o tratamento de Mix de Sementes mais a aplicação de biomanta de coco também não apresentou a ocorrência de solapamento significativo ao longo do período analisado, apresentando desenvolvimento das sementes bem intenso na porção próxima ao pé do talude até a porção mediana da parcela. Constatou-se também que na sobreposição das biomantas de fibra de coco na faixa central da parcela a germinação das plantas foi menos intensa (Figuras 126 e 127).

Figura 126 - Parcela 3, foto de 29/09/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 127 - Parcela 3, foto de 27/11/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

6.7.3.4. PARCELA 4: CAPIM VETIVER + BIORRETENTOR

Na Parcela 4 na qual foi instalado o tratamento com capim vetiver e biorretentor (Figura 128) apresentou a ocorrência de solapamento devido a ação das ondas conforme mostrado na Figura 129 e o desenvolvimento vegetativo do capim foi melhor na fileira mais próxima ao pé do talude (Figura 130) enquanto a fileira mais próxima da crista apresentou em sua maioria com aparência seca (Figura 131).

Figura 128 - Parcela 4, foto de 29/09/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 129 - Parcela 4, foto de 27/11/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 130 - Foto tirada da fileira mais próxima do pé do talude na parcela 4 no dia 27/11/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 131 - Foto tirada a partir da crista do talude no dia 27/09/2019 da Parcela 4.



Fonte: Próprio autor (2019).

6.7.3.5. PARCELA 5: TESTEMUNHA

A Parcela 5 denominada testemunha, ou seja, com solo exposto, apresentou a ocorrência de solapamento devido a ação das ondas conforme mostrado nas Figuras 132, 133 e 134. Constatamos também a germinação de algumas plantas nativas nessa parcela em conformidade com a Figura 133.

Figura 132 - Parcela 5, foto de 29/09/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 133 - Parcela 5, foto de 27/11/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 134 - Solapamento na Parcela 5 (foto tirada no dia 29/09/2019).



Fonte: Próprio autor (2019).

6.7.3.6. PARCELA 6: MIX DE SEMENTES

Na parcela 6 foi instalado o tratamento com Mix de Sementes, sendo a parcela que apresentou solapamento mais intenso devido a ação das ondas se comparado com as demais parcelas (Figuras 135 e 136). A germinação das sementes e desenvolvimento vegetativo foi melhor próximo ao pé da parcela, porém face a ocorrência intensa do solapamento parte das plantas foram retiradas (Figura 136). Além disso, identificamos que algumas plantas nativas germinaram nessa parcela, como mostrado na Figura 137. Constatamos também que o Mix de Sementes se soltou da parcela devido a ação das chuvas e vento, deixando parte do solo parcialmente exposto conforme mostra a Figura 138.

Figura 135 - Parcela 6, foto de 29/09/2019



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 136 - Parcela 6, foto de 27/11/2019



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 137 - Planta nativa na Parcela 6 (foto tirada no dia 27/11/2019).



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 138 - Solo parcialmente exposto face ao desprendimento do Mix de Sementes na Parcela 6 (foto tirada no dia 27/11/2019).



Fonte: Próprio autor (2019).

6.7.3.7. PARCELA 7: MIX + BIOMANTA DE CAPIM

A Parcela 7 que recebeu o tratamento com Mix de Sementes mais a aplicação de biomanta de capim (Figura 139) não apresentou a ocorrência de solapamento significativo. A germinação das sementes e desenvolvimento vegetativo no período monitorado foi bem intenso na porção próxima ao pé do talude (Figura 140). Na porção mediana da parcela constatamos o desenvolvimento vegetativo menos intenso com plantas mais espaçadas. Verificou-se também que na sobreposição das biomantas de fibra de capim na faixa central da parcela a germinação das plantas foi menos intensa.

Figura 139 - Parcela 7, foto de 29/09/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 140 - Parcela 7, foto de 27/11/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

6.7.3.8. PARCELA 8: MIX + BIOMANTA DE COCO

A Parcela 8 onde foi implantado o tratamento com Mix de Sementes mais a aplicação de biomanta de coco (Figura 141) também não apresentou solapamento tão intenso quanto a Parcela 6, porém foi maior do que as parcelas anteriores que tinham biomanta, como mostrado na Figura 142. Nessa parcela verifica-se o desenvolvimento das sementes bem intenso na porção próxima ao pé da parcela e menos intensa até a porção mediana dessa parcela apresentando plantas mais espaçadas (Figura 143). Verificou-se também que na sobreposição das biomantas de fibra de coco na faixa central da parcela a germinação das plantas foi menos intensa.

Figura 141 - Parcela 8, foto de 29/09/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 142 - Parcela 8, destacando o solapamento ocorrido nessa parcela (foto de 09/10/2019).



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 143 - Parcela 8, foto de 27/11/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

6.7.3.9. PARCELA 9: CAPIM VETIVER + BIORRETENTOR

Na parcela 9 onde foi instalado o tratamento de capim vetiver e biorretentor (Figura 144) não apresentou a ocorrência de solapamento, e o desenvolvimento do capim foi melhor na fileira mais próxima ao pé do talude, enquanto a fileira mais próxima da crista, apresenta em sua maioria com aparência seca (Figuras 146 e 147). Além disso, houve o desenvolvimento de algumas plantas nativas ao longo da parcela, principalmente próximo ao pé do talude (Figura 145).

Figura 144 - Parcela 9, foto de 29/09/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 145 - Presença de plantas nativas no pé da Parcela 9, foto de 27/11/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 146 - Parcela 9, foto de 27/11/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 147 - Parcela 9, foto de 27/11/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

6.7.3.10. PARCELA 10: TESTEMUNHA

Como mostrado nas Figuras 148 e 149, a Parcela 10 com solo exposto, apresentou a ocorrência de solapamento devido a ação das onda e, apresentou também plantas nativas com mais intensidade próximo ao pé da parcela.

Figura 148 - Foto tirada da Parcela 10 no dia 29/09/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 149 - Foto tirada da Parcela 10 no dia 27/11/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

6.7.3.11. PARCELA 11: MIX DE SEMENTES

A Parcela 11 que recebeu o tratamento com Mix de Sementes apresentou solapamento no pé da parcela devido a ação das ondas conforme Figura 150. Para minimizar a ação erosiva das ondas foi instalado na porção mais a montante dessa parcela um biorretentor remanescente da instalação do experimento. Constatando-se uma redução do solapamento e o melhor desenvolvimento das plantas em relação à porção sem o biorretentor (Figura 151). Assim como nas parcelas anteriores que foram instaladas o Mix de Sementes, verificou-se também que a ação das chuvas e vento desprenderam esse Mix, deixando o solo parcialmente exposto conforme a Figura 152.

Figura 150 - Parcela 11, foto de 29/09/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 151 - Parcela 11, foto de 27/11/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 152 - Solo parcialmente exposto na Parcela 11. (foto tirada no dia 27/11/2019).



Fonte: Próprio autor (2019).

6.7.3.12. PARCELA 12: MIX + BIOMANTA DE CAPIM

Na Parcela 7 que recebeu o tratamento com Mix de Sementes mais a aplicação de biomanta de capim (Figura 153) também foram instalados os biorretentores remanescentes da instalação do experimento em toda a extensão do pé dessa parcela. Essa ação possibilitou a proteção dessa parcela do solapamento causado pela ação das ondas, permitindo um melhor desenvolvimento das plantas (Figura 156). Além disso, verificamos que essa barreira de biorretentores contribuiu na retenção de sedimentos (plantas aquáticas, matéria orgânica e solos) conforme Figuras 154 e 155, reforçando a proteção dessa parcela contra a ação das ondas.

Figura 153 - Parcela 12, foto de 29/09/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 154 - Parcela 12, foto de 09/10/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 155 - Parcela 12, foto de 09/10/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 156 - Parcela 12, foto de 27/11/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

6.7.3.13. PARCELA 13: MIX + BIOMANTA DE COCO

A Parcela 13 que recebeu o tratamento com Mix de Sementes mais a aplicação de biomanta de coco (Figura 157) também não apresentou solapamento significativo, porém o desenvolvimento das plantas foi o menos intenso se comparado com as outras parcelas com Mix de Sementes. As plantas apresentam-se mais desenvolvidas próximas ao pé da parcela e mais espaçadas até a porção mediana dessa parcela (Figura 158).

Figura 157 - Parcela 13, foto de 29/09/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 158 - Parcela 13, foto de 27/11/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

6.7.3.14. PARCELA 14: CAPIM VETIVER + BIORRETENTOR

A Parcela 14 que recebeu o tratamento com capim vetiver e biorretentor (Figura 159) apresentou a ocorrência de solapamento devido a ação das ondas conforme mostrado nas Figuras 160 e 161. Verificamos que as mudas de capim vetiver estão em sua maioria com aparência seca, com algumas plantas em desenvolvimento, principalmente na fileira mais próxima ao pé da parcela.

Figura 159 - Parcela 14, foto de 29/09/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 160 - Parcela 14, foto de 27/11/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 161 - Parcela 14, foto de 27/11/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

6.7.3.15. PARCELA 15: TESTEMUNHA

A Parcela 15 com solo exposto, apresentou um solapamento menos intenso que as demais parcelas testemunhas conforme mostrado nas Figuras 162, 163 e 164. Algumas plantas nativas foram constatadas nessa parcela como mostrado na Figura 164.

Figura 162 - Parcela 15, foto de 29/09/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 163 - Parcela 15, foto de 29/09/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 164 - Parcela 15, foto de 27/11/2019.



Fonte: Próprio autor (2019).

6.8. REPLANTIO DO CAPIM VETIVER (*Chrysopogon zizanioides*) À FRENTE DO PÉ DO TALUDE

Após o replantio da fileira de capim vetiver à frente do pé do talude, em um trabalho de campo realizado no dia 15 de fevereiro de 2020, data antes da instalação dos biorretentores, observou-se que a fileira de capim vetiver no pé do talude já estava funcionando como barreira contra a ação das ondas. Como observado nas Figuras 165 e 166, nota-se que o vetiver foi levemente empurrado pelas ondas mas não permitiu que a matéria orgânica oriunda das plantas aquáticas atingisse o pé do talude.

Figura 165 - Linha do capim vetiver no pé do Talude 227 que foi levemente empurrada pela ação das ondas.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 166 - Linha do capim vetiver no pé do Talude 227.



Fonte: Próprio autor (2019).

6.9. INSTALAÇÃO DOS BIORRETENTORES

No dia 05 de março de 2020, quando o reservatório se encontrava na cota 279,69m (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA, 2020), foi realizado um trabalho de campo e nesse dia a água estava atingindo os biorretentores com uma grande presença de matéria orgânica. Porém, essa matéria orgânica quase não atingiu a fileira de vetiver, mostrando a eficácia do funcionamento dos biorretentores (Figuras 167 e 168)

Figura 167 - Nível da água atingindo os biorretentores no dia 05/03/2020.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 168 - Nível da água atingindo os biorretentores no dia 05/03/2020.



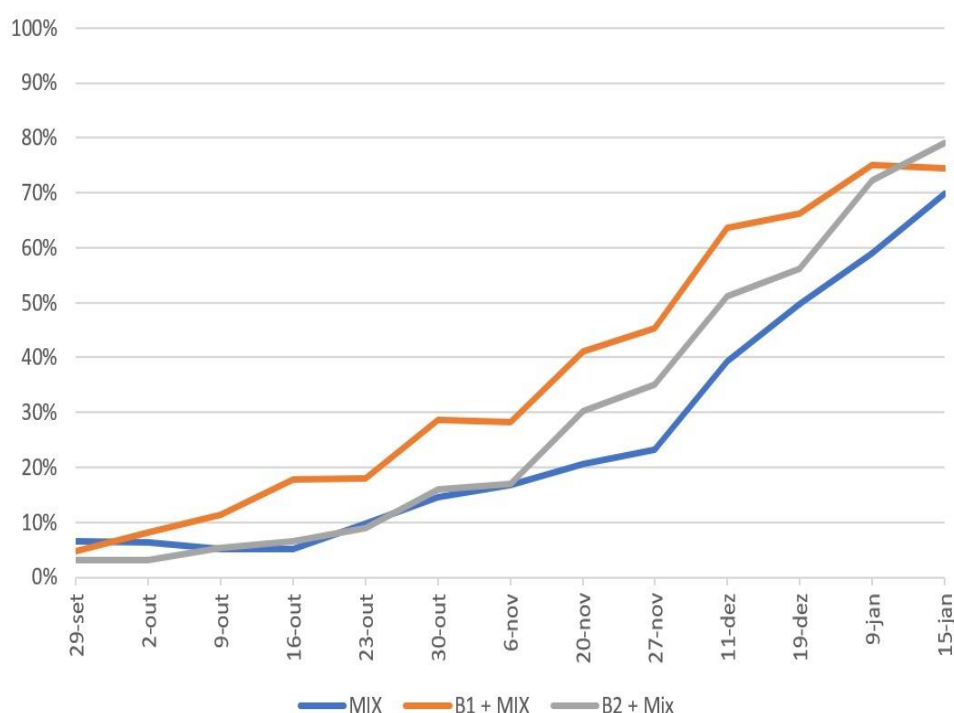
Fonte: Próprio autor (2019).

6.10. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados da classificação das imagens através do *software* SPRING, realizada pelo graduando em Eng. Agrônoma Fernando Pavanin Martins geraram o Gráfico 14, facilitando a análise do crescimento vegetativo nas parcelas experimentais.

Como podemos observar no Gráfico 14, os três tratamentos obtiveram comportamentos semelhantes, sendo implantados no mesmo dia (19 de setembro de 2019) e resultando em coberturas vegetais significativas.

Gráfico 14 - Desenvolvimento da cobertura vegetal.



Fonte: Próprio autor (2019).

Embora na primeira e segunda avaliações (29-set e 2-out) os comportamentos dos três tratamentos terem sido muito semelhantes, o tratamento B1+MIX se diferenciou dos demais já na terceira avaliação, com cobertura vegetal superior a 10%, contra 5% dos demais. Esta diferença permaneceu durante as próximas nove avaliações, até 9 de janeiro de 2020, exatamente três meses, onde o tratamento se igualou novamente com o tratamento B2+MIX.

Quanto aos tratamentos MIX e B2+MIX, apresentaram comportamentos semelhantes até o dia 6 de novembro de 2019 (7ª avaliação, 45 dias após a implantação). Após esse período o tratamento B2+MIX se sobressaiu, até a data de 9 de janeiro de 2020, a qual se igualou com o tratamento até então predominante (B1+MIX).

Analisando os dados obtidos no levantamento aerofotogramétrico ocorrido no dia 13 de março de 2020 (Apêndice B)), verificamos que as parcelas que receberam o tratamento de B1+MIX (biomanta de capim + mix), assim como consta no Gráfico 14, foram as que tiveram o melhor desenvolvimento, seguidos pelo tratamento B2+MIX (biomanta de fibra de coco + mix), depois e por fim a parcela que recebeu o tratamento MIX.

Constatamos através dos trabalhos de campo que da parte mediana até a crista das parcelas onde foram realizadas a hidrossemeadura a espécie que predominou foram gramíneas, enquanto que da parte mediana até o pé dessas parcelas houve o predomínio de leguminosas, principalmente da espécie *Crotalaria* (*Crotalaria ochroleuca*).

Em relação as parcelas com duas linhas de biorretentores e capim vetiver foi constatado que a maior parte das mudas de capim vetiver implantadas não sobreviveram, sendo que na linha de baixo foi onde verificou-se um melhor pegamento desse capim. Observamos também que as gramíneas ocorreram em maior frequência na parte mediana até a crista dessas parcelas, enquanto que da parte mediana até o pé dessas parcelas foram observadas diferentes espécies, principalmente dicotiledôneas.

As parcelas Testemunhas, solo exposto, apresentaram a menor cobertura vegetal em relação aos demais tratamentos. Apesar da baixa cobertura vegetal constatou-se também que na parte superior dessas parcelas as gramíneas predominaram, e próximo ao pé do talude as dicotiledôneas aparecem numa quantidade maior.

Observando do pé para a crista verifica-se um bom desenvolvimento vegetativo e também a estabilização do Talude 227, assim como mostra as Figuras 169 e 170.

Figura 169 - Fotografia do Talude 227 de 06 de fevereiro de 2020.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 170 - Fotografia do Talude 227 de 27 fevereiro de 2020.



Fonte: Próprio autor (2019).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os baixos valores pluviométricos detectados no período após a instalação do experimento, prejudicaram o desenvolvimento vegetativo das espécies utilizadas na hidrossemeadura. Portanto, recomenda-se que a utilização da hidrossemeadura seja realizada no início do período de chuvas, ou seja a partir do mês de novembro.

Além disso, foi verificado que para se evitar o solapamento, no período de desenvolvimento das espécies vegetativas, é indicado que seja realizada primeiramente a barreira de biorretentores à frente do pé do talude, posteriormente instalando-se a fileira de capim vetiver, para aí sim aplicar os tratamentos no talude propriamente dito.

Apesar dos problemas, houve um controle da degradação no Talude 227. O escoamento superficial foi contido pelo desenvolvimento vegetativo na rampa do talude e pela leira em nível instalada acima da crista do talude. Além disso, o solapamento do pé do talude, mesmo ocorrido durante o desenvolvimento do projeto, foi interrompido face a proteção das linhas de biorretentores e vetiver instaladas. Mostrando que a bioengenharia, apesar dos contratempos é uma solução viável para a recuperação de áreas degradadas, contribuindo assim na redução do processo de assoreamento do reservatório.

Quando comparadas as parcelas que receberam tratamentos com as parcelas Testemunhas (solo exposto), observa-se que todos os tratamentos apresentaram uma melhora na proteção do talude, porém em relação a escolha da técnica visando a melhor eficácia na recuperação de uma área degradada, o tratamento B1+MIX (biomanta de capim + mix) apresentou os melhores resultados sendo o mais indicado para a aplicação em maior escala no entorno do reservatório da Usina Hidrelétrica de Jupia.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Dados de operação dos reservatórios SIN.** Disponível em: <https://www.ana.gov.br/sar0/MedicaoSin?dropDownListEstados=13&dropDownListReservatorios=19046&dataInicial=03%2F03%2F2020&dataFinal=14%2F03%2F2020&button=Buscar>. Acesso em: 13 mar. 2020.
- ALVORADA AMBIENTAL. **Proposta Comercial - Experimento UHE.** Belo Horizonte, 2019.
- ANDRADE, A. G.; CHAVEZ, T. A. **Vetiver, o capim campeão contra a erosão.** Agro Dbo, São Paulo, v. 1, n. 36, p.36-39, maio 2014. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1003868/1/erosao.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2019.
- BARBOSA, J. M. C.; PINTO, M. R.; CASTRO, M. A. H. **Erosão e assoreamento em reservatórios. XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste.** S/D
- BERTONI, J. C.; TUCCI, CARLOS E. M., **Capítulo 5 – Precipitação. Hidrologia: Ciência e Aplicação.** Organizado por Carlos E. M. Tucci, Porto Alegre: Ed. Universidade: ABRH: EDUSP, Coleção ABRH de Recursos Hídricos; V.4, pag 943, 2002.
- BRAUN, M. G. **Técnica de Bioengenharia de Solos Aplicada Na Remediação de Áreas Degradadas Por Erosão Hídrica No Arroio Tamanduá em Marques de Souza/RS.** 2018. 114 f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) - Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2018.
- CABRAL; J. B. P. **Estudo do processo de assoreamento em reservatórios. Uberlândia.** 2004.
- CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F.. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas.** Piracicaba – SP, Degaspar, 1997. 132p
- CAMPOS, A. G. et al., **Resistência à penetração como indicadora de alterações estruturais no solo decorrentes de implementos para manejo do solo.** Sete Lagoas: Universidade Federal de São João Del-rei, 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/138563/1/Resistencia-penetracao.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2019.
- CAMURÇA, P. J., **Cálculo da Precipitação Média de Forma Automática pelo Método de Thiessen e Avaliação da Precipitação na Bacia do Jaraguari.** 2011. 76 f. Monografia (Especialização) - Curso de Licenciatura em Física, Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual do Ceará, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2011.
- CAPUTO, H. P., **Mecânica dos Solos e suas Aplicações.** 6. ed. Rio de Janeiro: Ltc - Livros Técnicos e Científicos Editora S. A., 1996. Disponível em: <https://engenhariacivilfsp.files.wordpress.com/2015/05/mecanica-solos-fundamentos-vol1-6ed-caputo.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2019.
- CARVALHO, M. P. **Compactação do Solo Avaliada Pela Resistência Mecânica à Penetração.** Ilha Solteira: Defers, 2009. 60 slides, color. Disponível em: <https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/fitossanidadeengenhariaruralesolos715/resistencia-penetracao.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2019.

CARVALHO, C. S.; GALVÃO, T. **Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas: Guia Para Elaboração De Políticas Municipais**. Ministério das Cidades: Cities Alliance, 2006. 111 p. Disponível em: <<http://planodiretor.mprs.mp.br/arquivos/prevencaoriscos.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2019.

CESP, DRENATECH ENGENHARIA, 2009. UHE Eng. Sousa Dias (Jupia) – **Plano Ambiental de Conservação e Uso do Encontro de Reservatório Artificial – PACUERA. Volume 1 (Diagnóstico Ambiental, Unidades Ambientais Homogêneas, Zoneamento Socioambiental e Plano de Gerenciamento do Reservatório)**. São Paulo: CESP, 68p.

CHAGAS, N. G.; NASCIMENTO, J. T.; SILVA, I. de F. da.; BELTRÃO, N. E. M. **Efeito de sistema de cultivo e manejo na conservação do solo e produtividade das culturas para agricultores de sequeiro**. In: 3 Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva no semiárido. Campina Grande, 2001. Campina Grande. EMBRAPA-CNPq. v CD. Disponível em: <http://www.abcmac.org.br/files/simposio/3simp_nielson_efeitosdesistemas.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2019.

CPE TECNOLOGIA. **Veja os 3 tipos de levantamentos topográficos para usar como serviço!** 2019. Disponível em: <<https://blog.cpetecnologia.com.br/veja-os-3-tipos-de-levantamentos-topograficos-para-usar-como-servico/>>. Acesso em: 05 jun. 2019.

DEFLORE BIOENGENHARIA. **Uso do Vetiver na Estabilização de Taludes e Encostas**. Belo Horizonte: Fapi Ltda, 2006. 22 p. Disponível em: <http://deflor.com.br/downloads/3-USO_DO_VETIVER_NA_ESTABILIZA%C3%87%C3%83O_DE_TALUDES_E_ENCOSTAS.pdf>. Acesso em: 04 out. 2019.

DEFLORE BIOENGENHARIA. **Guia de Instalação de Biomantas antierosivas, Retentores de Sedimentos e Hidrossemeio**. Disponível em: <http://deflor.com.br/downloads/GUIA_DE_INSTALLA%C3%87%C3%83O.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2019.

DUTRA, V. A. S. **Projeto de Estabilização de Taludes e Estruturas de Contenção Englobando Dimensionamento Geotécnico e Estrutural**. 2013. 89 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10006269.pdf>>. Acesso em: 27 jul. 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos**. Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, 27 p. 1979.

FERREIRA, G. C. **Diretrizes para coleta e identificação de material botânico**. Belém-PA: Embrapa, 2006.

LAN GEOTECNIA E FUNDAÇÃO. **Biomantas ou Telas Vegetais e retentores de sedimentos - Recuperação de áreas degradadas**. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/langeotecniaefundacao/contato/46-biomantas>>. Acesso em: 28 jul. 2019.

GAMEIRO S., TEIXEIRA C.P.B., SILVA N. T.A.; LOPES M.F.L., DUARTE C.R., SOUTO M.V.S., ZIMBACK C.R.L. 2016. **Avaliação da cobertura vegetal por meio de índices de vegetação (NDVI, SAVI e IAF) na Sub-Bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe, CE**. Terræ, 13(1-2):15-22.

GATTO, L. W.; DOE III, W. W. Bank conditions and erosion along selected reservoirs." Environmental Geology and Water Sciences 9, no. 3, p. 143-154, 1987.

GEOCONTRACT. **Bioengenharia de solos: conceitos e definições**. 2018. Disponível em: <<https://geocontract.com.br/Post/2/bioengenharia-de-solos-conceitos-e-definicoes>>. Acesso em: 05 out. 2019.

GEOURBE GEOTECNOLOGIA E ENGENHARIA. **Batimetria, mas afinal qual é a finalidade? Para que é usada?** 2017. Disponível em: <<https://geourbe.com.br/batimetria-mas-afinal-para-que-serve/>>. Acesso em: 05 jun. 2019.

GERSCOVICH, Denise M. S.. **Estabilidade de Taludes**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2016.

GRUPO VILA VERDE. **Recuperação Ambiental Efetiva**. Disponível em: <<https://www.ecovilaverde.com.br/>>. Acesso em: 04 out. 2019.

GRUPO VILA VERDE. **Grupo Vila Verde - Experimento UNESP: Ficha de Especificação dos Produtos**. Betim, 2019.

KAMAQ. **Penetrômetro de Impacto**. Disponível em: <https://www.kamaq.com.br/penetrometro-de-impacto>. Acesso em: 20 jun. 2019.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlagcondicionadas. Justus Perthes. n.p. 1928.

IFSC. **Triângulo Textural**. Disponível em: http://docente.ifsc.edu.br/joao.quesos/textura_solo/textura.html. Acesso em: 25 maio 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Normais Climatológicas do Brasil**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>. Acesso em: 27 jul. 2019.

MARQUES, A. P. **Relatório Técnico: Topografia**: levantamento topográfico planialtimétrico georreferenciado "talude 227". Ilha Solteira: Fepisa - Fundação de Ensino, Pesquisa e Extensão de Ilha Solteira, 2019.

MORAIS, E. R., **Avaliação de Índices Físicos, Mecânicos e Estruturais do Solo, Aplicado a Pavimentação**. **Vetor**: Revista de Ciências Exatas e Engenharias, Rio Grande, v. 25, n. 2, p.41-55, jul. 2015. Disponível em: <<https://periodicos.furg.br/vetor/article/download/4482/4206>>. Acesso em: 28 jul. 2019.

OLIVEIRA, C. M. M. et al. **Análise de Estabilidade de um Talude de Corte Submetido a Técnicas de Bioengenharia**. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/77729/1/Cobramseg-14-06-12-F-revisao2-enviado.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2019.

PINTO, C. S., **Curso Básico de Mecânica dos Solos**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

REINERT, D. J.; REICHERT, J. M., **Propriedades Físicas do Solo**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria - Centro de Ciências Rurais, 2006. Disponível em: <https://www.agro.ufg.br/up/68/o/An_lise_da_zona_n_o_saturada_do_solo_texto.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2019.

RONQUIM, C. C., **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Campinas - SP: Embrapa Monitoramento Po Satélite, 2010. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/31004/1/BPD-8.pdf>>. Acesso em: 29 jul. 2019.

SANTOS, P. R. C.; DAIBERT, J. D., **Análise dos Solos**. São Paulo: Érica, 2014.

SILVA, R. E. R., **Ensaio de determinação dos limites de Atterberg**. Barreiras-ba: Universidade Federal da Bahia - Instituto de Ciências Ambientais e Desenv. Sustentável, 2013.

SILVA, D. C.; TOONSTRA, G. W. A.; SOUZA, H. C. S.; PEREIRA, T. A. J. **Qualidade de ortomosaicos de imagens de VANT processados com os softwares APS, PIX4D e PHOTOSCAN**. In: V Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Anais. Recife, 2014

SILVA, H. R.; MARTINS, F. P.. **Localização dos Taludes Pré-Selecionados e Vias de Acesso**. Ilha Solteira: Laboratório de Geotecnologia - Feis/Unesp, 2019.

SQUIBA, L.M.; MONTE S., B.; LIMA, M.R. **Como coletar corretamente amostras de solos para análises**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Projeto de Extensão Universitária Solo Planta, 2002. (Folder). Disponível em: <<http://www.soloplan.agrarias.ufpr.br/coletadesolo.htm>>. Acesso em: 02 de maio de 2019.

SOLERA, M. L. **Bioengenharia de Solos**. Disponível em: <http://www.ipt.br/centro_de_tecnologia_de_recursos_florestais/coluna/19-13-bioengenharia_de_solos.htm>. Acesso em: 05 out. 2019.

STANCATI, G.; NOGUEIRA, J. B.; VILAR, O. M.. **Ensaio de Laboratório em Mecânica dos Solos**. São Paulo: Departamento de Geotecnia, 1981.

STOLF, R. et al., **Penetrômetro de impacto stolf - programa computacional de dados em EXCEL-VBA**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, [s.l.], v. 38, n. 3, p.774-782, jun. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-06832014000300009>. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832014000300009>. Acesso em: 20 jul. 2019.

STOLF, R.; FERNANDES, J.; FURLANI NETO, V. L. **Guia do usuário: Penetrômetro de Impacto**. Araras-sp: Kamaq, 2016.

SUTILI, F. J. **Manejo biotécnico do Arroio Guarda-mor: princípios, processos e práticas**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

TERRA PLANAGEM NET. **Talude**. Disponível em: <<http://www.terraplenagem.net/dicionario/t/talude/>>. Acesso em: 27 jul. 2019.

THIESSEN, A. H., **Precipitation Averages for Large Areas**. Mon. Wea. Rev. v. 39, p. 1082–1089. 1911.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP; Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - FEIS; Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos - DEFERS; Monitoramento Climático. **Dados climáticos diários - estação ilha solteira entre dezembro de 1998 e dezembro de 2018**. Disponível em: <http://clima.feis.unesp.br/dados_diarios.php>. Acesso em: jul. 2019.

TORMENA, C. A.; ROLOFF, G.; SÁ, J. C. M. **Propriedades físicas do solo sob plantio direto influenciadas por calagem, preparo inicial e tráfego**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, [s.l.], v. 22, n. 2, p.301-309, jun. 1998. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-06831998000200016>. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v22n2/16.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2019.

TORRES GEOTECNIA E ESTRUTURAS METÁLICAS. **Análise Granulométrica**. Disponível em: <<http://www.torresgeotecnia.com.br/portfolio-view/analise-granulometrica/>>. Acesso em: 16 jul. 2019.

TRUONG, P.; VAN, T. T.; PINNERS, E., **Sistema de Aplicação Vetiver**: Manual de Referência Técnica. Pernerode-sc: Qualicopy Serviços e Comércio Ltda, 2008. Disponível em: <http://www.vetiver.org/BRA_Brazil_Port_o.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2019.

UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”. Estação Meteorológica (Posto Itapura). Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS) da UNESP. **Canal CLIMA da UNESP Ilha Solteira – Área de Hidráulica e Irrigação**. 2019. Disponível em: <<http://www.clima.feis.unesp.br/>>. Acesso em 15 abr. 2019.

VARELA, M., **Granulometria**. Disponível em: <<https://docente.ifrn.edu.br/marciovarela/disciplinas/materiais-de-construcao/granulometria-1/granulometria>>. Acesso em: 16 jul. 2019.

VILLA VERDE AGRO. **Adubo NPK 04-14-08**. Disponível em: <<https://villaverdeagro.com.br/produto/adubo-npk-04-14-08>>. Acesso em: 05 out. 2019.

VILLELA, S. M.; MATOS, A. **Hidrologia Aplicada**, São Paulo: Mc Graw-hill do Brasil, 1975.

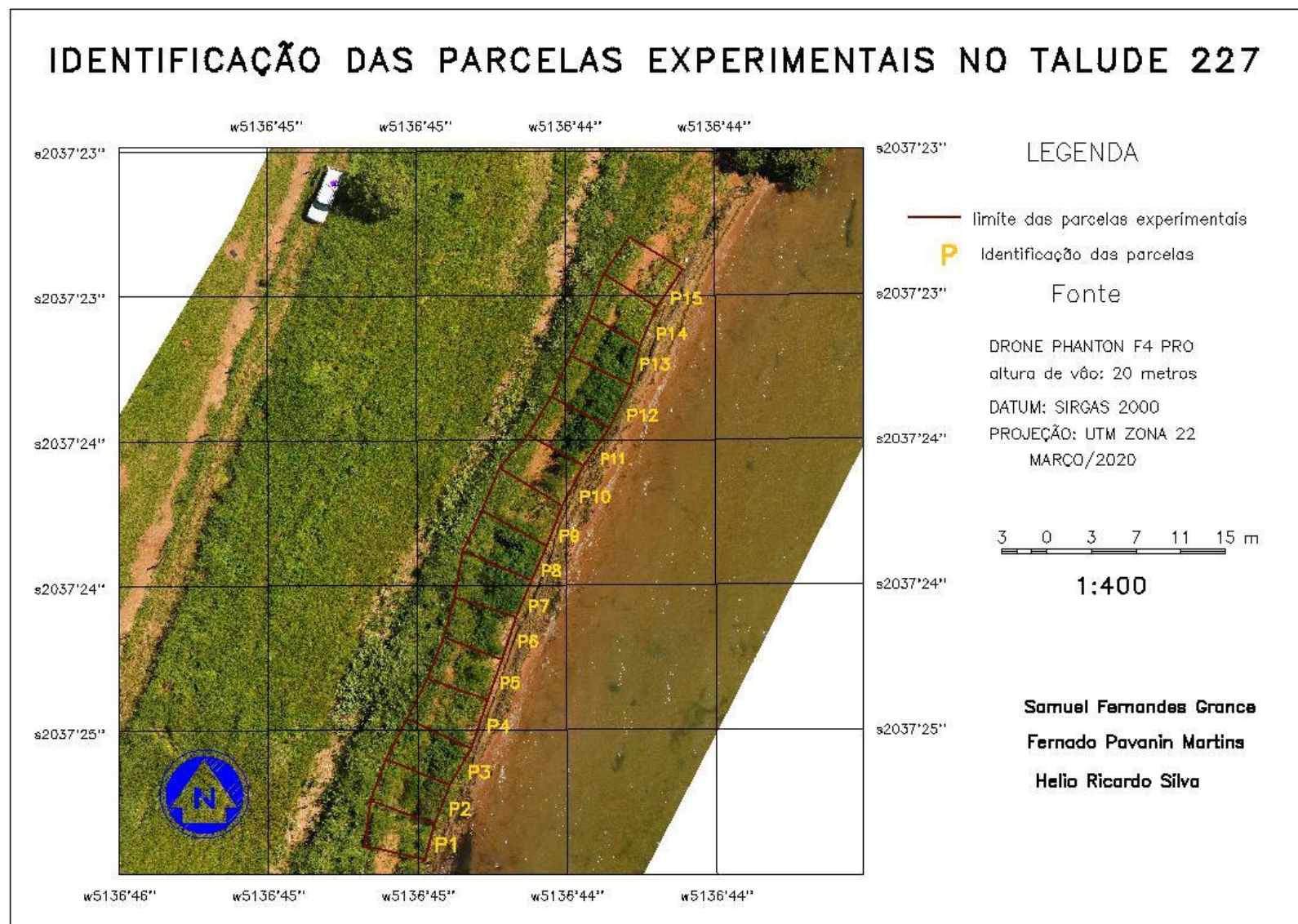
WEIL, B., **Arquitetura e Propriedades Físicas do Solo**. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/46047978/arquitetura-e-propriedades-fisicas-do-solo-brady-weil>>. Acesso em: 16 jul. 2019.

WIGGERS, I.; STANGE, C. E. B. **Manual de Instruções Para Coleta, Identificação e Herborização de Material Botânico**. Laranjeiras do Sul – PR: Programa de Desenvolvimento Educacional – Seed – PR Unicentro, 2008. Disponível em: www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/733-2.pdf. Acesso em: 12 mar. 2020.

APÊNDICE A - ÍNDICES FÍSICO

Identificação das Amostras	Massa Específica Seca (M_d)	Massa Específica dos Sólidos (M_s)	Peso Específico do Seco (γ_d)	Peso Específico dos Sólidos (γ_s)	Peso Específico Natural (γ_n)	Peso Específico Saturado (γ_{sat})	Peso Específico Submerso (γ_{sub})	Macroporosidade	Microporosidade	Porosidade Total (n)	Índice de Vázios (e)	Teor de Umidade de (w)	Grau de Saturação (S)
	(kg/dm³)		(kN/m³)					%					
248-1	1,60	2,62	16,00	26,19	17,06	19,89	9,89	8,0	30,9	38,9	63,7	6,62	16,64
248-4	1,61	2,49	16,10	24,92	17,61	19,64	9,64	5,3	30,1	35,4	54,8	9,38	27,55
248-7	1,70	2,52	17,00	25,19	18,26	20,25	10,25	2,7	29,7	32,5	48,1	7,40	26,14
250-10	1,53	2,52	15,30	25,16	17,66	19,22	9,22	3,8	35,4	39,2	64,5	15,45	36,66
250-13	1,44	2,50	14,40	25,04	15,33	18,65	8,65	12,0	30,5	42,5	73,9	6,43	12,53
250-25	1,54	2,47	15,40	24,72	16,25	19,17	9,17	4,3	33,4	37,7	60,5	5,55	14,12
251-16	1,47	2,33	14,70	23,33	16,59	18,40	8,40	4,8	32,2	37,0	58,7	12,88	32,23
251-22	1,68	2,46	16,80	24,63	17,85	19,98	9,98	1,3	30,5	31,8	46,6	6,25	22,52
251-19	1,43	2,44	14,30	24,44	15,02	18,45	8,45	10,9	30,6	41,5	70,9	5,05	10,18
Média	1,56	2,48	15,56	24,85	16,85	19,29	9,29	5,90	31,48	37,39	60,20	8,33	22,06

APÊNDICE B - IDENTIFICAÇÃO DAS PARCELAS EXPERIMENTAIS NO TALUDE 227.



APÊNDICE C - DIMENSÕES DAS PARCELAS ESPERIMENTAIS AO LONGO DO TALUDE 227.

Parcela	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Tratamento	Mix	B1+ Mix	B2+ Mix	V + Ret.	T	Mix	B1+ Mix	B2+ Mix	V + Ret.	T	Mix	B1+ Mix	B2+ Mix	V + Ret.	T
Largura da parcela	4,0 m	4,0 m	4,0 m	4,0 m	4,0 m	4,0 m	4,0 m	4,0 m	4,0 m	4,0 m	4,0 m	4,0 m	4,0 m	4,0 m	4,0 m
Altura	3,97 m	3,97 m	3,97 m	3,97 m	3,97 m	3,58 m	3,58 m	3,58 m	3,58 m	3,58 m	3,58 m	3,22 m	3,22 m	3,22 m	3,22 m
Inclinação	45,0°	45,0°	45,0°	45,0°	45,0°	45,0°	45,0°	45,0°	45,0°	45,0°	45,0°	45,0°	45,0°	45,0°	45,0°
Comprimento de rampa (altura / sen(45°))	5,61 m	5,61 m	5,61 m	5,61 m	5,61 m	5,06 m	5,06 m	5,06 m	5,06 m	5,06 m	5,06 m	5,06 m	4,55 m	4,55 m	4,55 m
Área da Parcela	22,46 m ²	22,46 m ²	22,46 m ²	22,46 m ²	22,46 m ²	20,25 m ²	20,25 m ²	20,25 m ²	20,25 m ²	20,25 m ²	20,25 m ²	20,25 m ²	18,22 m ²	18,22 m ²	18,22 m ²
Área de Biomanta (Comp. de rampa x largura da biomanda)	-	26,95 m ²	26,95 m ²	-	-	-	24,30 m ²	24,30 m ²	-	-	-	-	21,86 m ²	21,86 m ²	-

ANEXO A - TALUDE 227

- A análise foi feita nos dias 02 de abril de 2019 na área (talude) pré-denominado de 227, localizados no reservatório da usina hidrelétrica de Jupia.
- Foi utilizado GPS Garmin Oregon 550 (DATUM WGS 84) para obtenção da coordenada geográfica da cota máxima normal.
- Foi utilizado um nível ótico para a determinação da cota máxima normal e altura dos taludes.
- Cota de operação às 10h: 279,65 m
- Cota Máxima Normal: 280 m
- Altura do talude em relação a cota máxima normal foi medida em três posições, os valores obtidos foram os seguintes: no primeiro ponto (247): 2,80 metros, no segundo ponto obtido no meio do talude: 3,50 metros e o último ponto (252): 3,50 metros.



Figura 1. Visão geral do talude.

- Comprimento horizontal do talude: 65 metros de comprimento
- Este talude foi isolado da entrada de animais (Bovinos) por uma cerca, dentro desta área predomina a vegetação herbácea, porém a água pluvial continua escorrendo com velocidade, carreando solo para as margens, contribuindo tanto para o processo erosivo quanto para o solapamento das margens. Observa-se também o solapamento das margens causado pela água do reservatório.

Descrição dos pontos no talude 227

- Primeiro ponto

Latitude: 20°37'23.48"S

Longitude: 51°36'43.92"O



Figura 2. Primeiro ponto – Talude 227

- Segundo ponto

Latitude: 20°37'23.60"S

Longitude: 51°36'44.05"O

Cota máxima normal muito próxima ao talude com solapamento causado pelo nível da água que chega até a base do talude.

- Terceiro ponto

Latitude: 20°37'24.52"S

Longitude: 51°36'44.46"O

Cota máxima normal muito próxima ao talude com solapamento causado pelo nível da água que chega até a base do talude.



Figura 3. Terceiro ponto – Talude 227.

- Quarto ponto

Latitude: 20°37'25.44"S

Longitude: 51°36'44.75"O

Solapamento presente na área, porém o nível da água não chega ao talude (fica aproximadamente 50 cm na horizontal do talude). Solapamento causado principalmente pelo escoamento da água da chuva na parte superior do talude.



Figura 4. Quarto ponto - Talude 227.

- Quinto ponto

Latitude: 20°37'25.03"S

Longitude: 51°36'44.65"O

Solapamento causado pela água na máxima normal.



Figura 5. Quinto ponto (visão inferior) - Talude 227.



Figura 6. Quinto ponto – Talude 227.

- Sexto ponto

Latitude: 20°37'24.20"S

Longitude: 51°36'44.30"O

Distância da cota máxima normal até o talude de aproximadamente 50cm na horizontal. Portanto verificamos que o solapamento ocorrido neste local foi causado principalmente pela água da pluvial que escorre na parte superior do talude.

Pontos sobre o talude

Sétimo ponto: Percebe-se sobre o talude a presença de capim braquiária e várias marcas de erosão em sulco causado pelo escoamento superficial da água da pluvial, colaborando com o solapamento.



Figura 7. Sétimo ponto – visão do topo do Talude 227.

Oitavo ponto: Observação de um canal causado pela água que termina em um talude, comprovando que a água da chuva está contribuindo para o solapamento deste talude.



Figura 8. Oitavo ponto – visão do topo do Talude 227.

ANEXO B - TALUDE 226

- A análise foi feita nos dias 03 de abril de 2019 na área (talude) pré-denominado de 226, localizados no reservatório da usina hidrelétrica de Jupiá próximo da usina de celulose Eldorado.
- Foi utilizado GPS Garmin Oregon 550 (DATUM WGS 84) para obtenção da coordenada geográfica da cota máxima normal.
- Foi utilizado um nível ótico para a determinação da cota máxima normal e altura dos taludes.
- Cota de operação as 10h: 279,62 m.
- Cota Máxima Normal: 280 m.
- Este talude foi segmentado em 2 partes.

Descrição dos pontos no talude

Primeira parte talude

- Altura do talude em relação a cota máxima normal foi medida em três posições, os valores obtidos foram os seguintes: no primeiro ponto 2,20 metros, no segundo ponto obtido no meio do talude: 2,20 metros e o último ponto: 1,90 metros.
- Comprimento horizontal do talude: 35 metros de comprimento
- Grande presença de braquiária tanto na parte superior quanto inferior do talude, contudo observou-se solapamento recente, concluindo-se que a braquiária não consegue estabilizar o talude sozinha.



Figura 1. Visão geral - primeira parte do Talude 226.

- Primeiro ponto

Latitude: 20°37'2.72"S

Longitude: 51°36'13.31"O

Talude vegetado principalmente com gramíneas

- Segundo ponto

Latitude: 20°37'3.12"S

Longitude: 51°36'13.62"O

A cota máxima normal está distante a aproximadamente 50 cm do talude, entretanto o solapamento do talude é resultado das ondas quando a água está na máxima normal.



Figura 2. Segundo ponto – primeira parte do Talude 226.

- Terceiro ponto

Latitude: 20°37'3.63"S

Longitude: 51°36'13.83"O

Solapamento do talude mesmo com vegetação.



Figura 3. Terceiro ponto – primeira parte do Talude 226

Segundo parte do talude

- Altura do talude em relação a cota máxima normal foi medida em três posições, os valores obtidos foram os seguintes: no primeiro ponto no início do talude: 2,95 metros, no segundo ponto obtido no meio do talude: 3,70 metros e no outro extremo do talude o último ponto: 3,45 metros.

- Comprimento horizontal do talude: 83 metros de comprimento

- Grande presença de solapamento cujo solo ainda se encontrava úmido, pouca ou nenhuma vegetação na parte inferior do talude.



Figura 4. Visão geral - segunda parte do Talude 226.

- Primeiro ponto

Latitude: 20°37'14.95"S

Longitude: 51°36'23.48"O

- Segundo ponto

Latitude: 20°37'15.51"S

Longitude: 51°36'24.55"O



Figura 5. Segundo ponto – segunda parte do Talude 226.

- Terceiro ponto

Latitude: 20°37'16.38"S

Longitude: 51°36'25.46"O

Talude com 3.45 cm de altura, grande solapamento de um pedaço do talude com vegetação apenas na crista. A distância horizontal do pé do talude até o nível da água é de aproximadamente 3,65 metros.



Figura 6. Terceiro ponto – segunda parte do Talude 226.

Área sobre o talude

A parte superior da primeira parte do Talude 226 está coberta com vegetação herbácea (braquiária), já a segunda parte Talude 226 foi revegetada com plantas de porte arbustivo e arbóreo a aproximadamente 13 metros de distância do talude, sendo que entre o talude e a área revegetada a vegetação predominante é braquiária (*Brachiaria sp.*) e algumas plantas de porte arbustivo como jurubeba (*Solanum fastigiatum*).

Esta área não é cercada, mas os animais não tem acesso a este local.



Figura 7. Vegetação na parte superior do Talude 226.

ANEXO C - TALUDE 229

- A análise também foi feita no dia 03 de abril de 2019 na área (talude) pré-denominado de 229, localizados no reservatório da usina hidrelétrica de Jupia.
- Foi utilizado GPS Garmin Oregon 550 (DATUM WGS 84) para obtenção da coordenada geográfica da cota máxima normal.
- Foi utilizado um nível ótico para a determinação da cota máxima normal e altura dos taludes.
- Cota de operação as 10h: 279.62 m
- Cota Máxima Normal: 280 m
- Difere-se dos demais taludes por ser o mais extenso horizontalmente, menos vegetado na parte superior do talude, além disso este talude apresenta menor altura. Este talude foi segmentado em duas partes.
- Comprimento horizontal total do talude: 350 metros.

Primeira parte do talude

- Altura do talude em relação a cota máxima normal foi medida em três posições, os valores obtidos foram os seguintes: no primeiro ponto: 1,75 metros; no segundo ponto: 2,20 metros e o terceiro ponto: 2,10 metros.
- Grande presença de braquiária tanto na parte superior quanto inferior do talude, contudo observou-se solapamento recente, concluindo-se que a braquiária não consegue estabilizar o talude sozinha.



Figura 8. Visão geral – primeira parte do Talude 229.

- Primeiro ponto

Latitude: 20°40'32.44"S

Longitude: 51°38'18.43"O

O ponto ficou sobre a base do talude, comprovando que o principal causador do desbarrancamento são as ondas quando a água está no nível da máxima normal.

- Segundo ponto

Latitude: 20°40'31.99"S

Longitude: 51°38'18.11"O



Figura 9. Segundo ponto – primeira parte do Talude 229.

- Terceiro ponto

Latitude: 20°40'31.34"S

Longitude: 51°38'17.49"O

O ponto ficou sobre a base do talude, comprovando que o principal causador do desbarrancamento são as ondas quando a água está no nível da máxima normal.



Figura 9. Terceiro ponto – primeira parte do Talude 229.

Segundo parte do talude 229

- Altura da segunda parte do talude em relação a cota máxima normal foi medida em várias posições, os valores obtidos foram os seguintes: no primeiro ponto: 1,90 metros; no segundo ponto: 2,30 metros e no terceiro ponto: 2,35 metros.
- Grande presença de braquiária tanto na parte superior quanto inferior do talude, contudo observou-se desbarrancamento recente, concluindo-se que a braquiária não consegue estabilizar o talude sozinha.



Figura 10. Visão geral de uma parte do Talude 229.

- Primeiro ponto (273)

Latitude: 20°40'30.65"S

Longitude: 51°38'16.71"O



Figura 11. Primeiro ponto – segunda parte do Talude 229.

- Segundo ponto (276)

Latitude: 20°40'29.10"S

Longitude: 51°38'15.47"O

O ponto ficou sobre uma área onde o talude havia desbarrancado, indicando que o principal causador do desbarrancamento é a água do reservatório. Ao lado deste ponto observou-se a presença de solapamento na base do Talude, comprovando que a água do reservatório esta causando este solapamento.



Figura 12. Segundo ponto – segunda parte do Talude 229.



Figura 13. Área posterior ao segundo ponto – segunda parte do Talude 229.

- Terceiro ponto (278)

Latitude: 20°40'27.58"S

Longitude: 51°38'14.97"O

O ponto ficou sobre uma área onde o talude havia desbarrancado, indicando que o principal causador do desbarrancamento é a água do reservatório.

Área sobre os taludes

A área superior é uma área de capim braquiária com pastejo, baixa declividade. Esta área não é cercada, portanto o gado transita próximo ao talude e desce até a margem do reservatório, contribuindo para o processo de solapamento.

Na área final do talude percebe-se uma vegetação bem mais rala, contendo além de braquiária outras gramíneas e a presença de trilheiros de animais que descem para beber água.



Figura 14. Visão da parte superior – Talude 229.

ANEXO D - ANÁLISE GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA - DEFERS
LABORATÓRIO DE FÍSICA DO SOLO

FEIS

FEFIS.4.88/19

INTERESSADO: Hélio Ricardo

ENDEREÇO: -

PROPRIEDADE: -

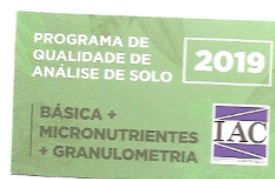
PROPRIETÁRIO: -

DATA DE ENTRADA: 10 de junho 2019

DATA DE SAÍDA: 14 de junho de 2019

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

CONTROLE	AMOSTRA	IDENTIFICAÇÃO	PROFUNDIDADE (cm)	ARGILA	AREIA TOTAL	SILTE
					(g/kg)	
202	1	248-3	-	225	718	57
203	2	248-6	-	171	760	69
204	3	248-9	-	87	847	66
205	4	250-12	-	265	657	78
206	5	250-15	-	252	671	76
207	6	250-27	-	96	826	78
208	7	251-18	-	222	684	95
209	8	251-21	-	241	675	84
2010	9	251-24	-	89	828	83



Responsável: Prof. Dr. Rafael Montanari

Av. Brasil Centro, 56 - CEP: 15.385-000 - ILHA SOLTEIRA - SP.
Fone/Fax: (0 xx 18) 3743-1143 Ramal 1742 e 1758

ANEXO E - DENSIDADE E POROSIDADE DO SOLO



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA - DEFERS
LABORATÓRIO DE FÍSICA DO SOLO



FEPIA.91/19

INTERESSADO: Hélio Ricardo Silva
ENDEREÇO: Defers
PROPRIEDADE: -
PROPRIETÁRIO: -
DATA DE ENTRADA: 24 de junho de 2019

DATA DE SAÍDA: 25 de junho de 2019

Indeformada (Ma, Mi, PT e DS) sem ajuda do aluno (DEFERS)

DENSIDADE E POROSIDADE DO SOLO

Controle	Amostra	IDENTIFICAÇÃO	Densidade do solo (kg dm ⁻³)	Macroporosidade	Microporosidade (%)	Porosidade Total
212	1	248-1	1.60	8.0	30.9	38.9
213	2	248-4	1.61	5.3	30.1	35.4
214	3	248-7	1.70	2.7	29.7	32.5
215	4	250-10	1.53	3.8	35.4	39.2
216	5	250-13	1.44	12.0	30.5	42.5
217	6	250-25	1.54	4.3	33.4	37.7
218	7	251-16	1.47	4.8	32.2	37.0
219	8	251-22	1.68	1.3	30.5	31.8
220	9	Sem Identificação	1.43	10.9	30.6	41.5

Responsável:

Prof. Dr. Rafael Montanari

Av. Brasil Centro, 56 - CEP: 15.385-000 - ILHA SOLTEIRA - SP.
Fone/Fax: (0 xx 13) 3743-1143 Ramal 1742 e 1758

ANEXO F - ANÁLISE QUÍMICA



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO

Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Laboratório de Fertilidade do Solo



Solicitante: Hélio Ricardo Silva

Endereço: Rua Monção, 226, 1

Município: Ilha Solteira / SP

CEP: 15385000

Telefone: 18-37431258

Bairro: Bairro não informado

Solicitado em: 05/07/2019

Propriedade: Propriedade Desconhecida

Proprietário: UNESP Campus de Ilha Solteira

Endereço: Ilha Solteira / SP

Município: Ilha Solteira / SP

CEP: 15385000

Bairro:

Página: 2 de 2

Resultados Analíticos

Interpretações dos Teores: ■ - Alto ■ - Médio ■ - Baixo

Amostra: 251-10

P - resina	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V	Ca/CTC	Mg/CTC	m
Fósforo mg/dm3	Mat. Org. g/dm3	pH CaCl2	Potássio mmolc/dm3	Cálcio mmolc/dm3	Magnésio mmolc/dm3	Ac.Potencial mmolc/dm3	Alumínio mmolc/dm3	Soma Bases mmolc/dm3	Cap.Troca Cat. mmolc/dm3	Sat. Bases %	Ca na CTC %	Mg na CTC %	Sat. Alumínio %
1	7	4,2	0,4	1	3	18	6	4,4	22,4	20	4	13	58

Amostra: 251-21

P - resina	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V	Ca/CTC	Mg/CTC	m
Fósforo mg/dm3	Mat. Org. g/dm3	pH CaCl2	Potássio mmolc/dm3	Cálcio mmolc/dm3	Magnésio mmolc/dm3	Ac.Potencial mmolc/dm3	Alumínio mmolc/dm3	Soma Bases mmolc/dm3	Cap.Troca Cat. mmolc/dm3	Sat. Bases %	Ca na CTC %	Mg na CTC %	Sat. Alumínio %
1	9	4,2	0,2	6	1	22	8	7,2	28,2	25	21	3	53

Amostra: 251-24

P - resina	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V	Ca/CTC	Mg/CTC	m
Fósforo mg/dm3	Mat. Org. g/dm3	pH CaCl2	Potássio mmolc/dm3	Cálcio mmolc/dm3	Magnésio mmolc/dm3	Ac.Potencial mmolc/dm3	Alumínio mmolc/dm3	Soma Bases mmolc/dm3	Cap.Troca Cat. mmolc/dm3	Sat. Bases %	Ca na CTC %	Mg na CTC %	Sat. Alumínio %
1	18	4,4	0,4	7	2	31	4	9,4	40,4	23	17	5	30

Emitido em : 05/07/2019 10:18:41



Marcelo Andreotti
Responsável Técnico

Rua Monção, 226 - Zona Norte, Ilha Solteira / SP - 15385000
Telefone: 18 3743 1143

Verifique a autenticidade do documento em: <http://as.feis.unesp.br/solo/autenticidade/verifica.solo>
Chave: 10918-8a22d858-c8e1eb6f4301bb0a

Solicitante: Hélio Ricardo Silva	Bairro: Bairro não informado	Propriedade: Propriedade Desconhecida
Endereço: Rua Monção, 226, 1		Proprietário: UNESP Campus de Ilha Solteira
Município: Ilha Solteira / SP		Endereço:
CEP: 15385000	Solicitado em: 05/07/2019	Município: Ilha Solteira / SP
Telefone: 18-37431258		CEP: 15385000
		Bairro:

Página: 1 de 2

Resultados Analíticos	Interpretações dos Teores:	- Alto	- Médio	- Baixo
-----------------------	----------------------------	--------	---------	---------

Amostra: 248-3

P - resina	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V	Ca/CTC	Mg/CTC	m
Fósforo mg/dm3	Mat. Org. g/dm3	pH CaCl2	Potássio mmolc/dm3	Cálcio mmolc/dm3	Magnésio mmolc/dm3	Ac.Potencial mmolc/dm3	Alumínio mmolc/dm3	Soma Bases mmolc/dm3	Cap.Troca Cat. mmolc/dm3	Sat. Bases %	Ca na CTC %	Mg na CTC %	Sat. Alumínio %
1	9	4.7	0.2	9	1	16	2	10.2	26.2	39	34	4	16

Amostra: 248-6

P - resina	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V	Ca/CTC	Mg/CTC	m
Fósforo mg/dm3	Mat. Org. g/dm3	pH CaCl2	Potássio mmolc/dm3	Cálcio mmolc/dm3	Magnésio mmolc/dm3	Ac.Potencial mmolc/dm3	Alumínio mmolc/dm3	Soma Bases mmolc/dm3	Cap.Troca Cat. mmolc/dm3	Sat. Bases %	Ca na CTC %	Mg na CTC %	Sat. Alumínio %
1	10	4.3	1.0	6	3	18	5	10.0	28.0	36	21	11	33

Amostra: 248-9

P - resina	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V	Ca/CTC	Mg/CTC	m
Fósforo mg/dm3	Mat. Org. g/dm3	pH CaCl2	Potássio mmolc/dm3	Cálcio mmolc/dm3	Magnésio mmolc/dm3	Ac.Potencial mmolc/dm3	Alumínio mmolc/dm3	Soma Bases mmolc/dm3	Cap.Troca Cat. mmolc/dm3	Sat. Bases %	Ca na CTC %	Mg na CTC %	Sat. Alumínio %
1	17	4.3	0.3	5	3	25	6	8.3	33.3	25	15	9	42

Amostra: 250-12

P - resina	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V	Ca/CTC	Mg/CTC	m
Fósforo mg/dm3	Mat. Org. g/dm3	pH CaCl2	Potássio mmolc/dm3	Cálcio mmolc/dm3	Magnésio mmolc/dm3	Ac.Potencial mmolc/dm3	Alumínio mmolc/dm3	Soma Bases mmolc/dm3	Cap.Troca Cat. mmolc/dm3	Sat. Bases %	Ca na CTC %	Mg na CTC %	Sat. Alumínio %
1	7	4.3	0.8	1	3	18	6	4.8	22.8	21	4	13	56

Amostra: 250-15

P - resina	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V	Ca/CTC	Mg/CTC	m
Fósforo mg/dm3	Mat. Org. g/dm3	pH CaCl2	Potássio mmolc/dm3	Cálcio mmolc/dm3	Magnésio mmolc/dm3	Ac.Potencial mmolc/dm3	Alumínio mmolc/dm3	Soma Bases mmolc/dm3	Cap.Troca Cat. mmolc/dm3	Sat. Bases %	Ca na CTC %	Mg na CTC %	Sat. Alumínio %
1	9	4.5	0.1	8	2	18	3	10.1	28.1	36	28	7	23

Amostra: 250-27

P - resina	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V	Ca/CTC	Mg/CTC	m
Fósforo mg/dm3	Mat. Org. g/dm3	pH CaCl2	Potássio mmolc/dm3	Cálcio mmolc/dm3	Magnésio mmolc/dm3	Ac.Potencial mmolc/dm3	Alumínio mmolc/dm3	Soma Bases mmolc/dm3	Cap.Troca Cat. mmolc/dm3	Sat. Bases %	Ca na CTC %	Mg na CTC %	Sat. Alumínio %
1	19	4.3	0.5	7	1	31	4	6.5	39.5	22	18	3	32

Emitido em: 05/07/2019 10:18:40

Marcelo Andreotti
Responsável Técnico

Rua Monção, 226 - Zona Norte, Ilha Solteira / SP - 15385000
Telefone: 18 3743 1143

Verifique a autenticidade do documento em: <http://as.feis.unesp.br/solo/autenticidade/verifica.solo>
Chave: 10918-8a22d858-c8e1eb6f-f301bb0a

ANEXO G - FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DO ADUBO NPK 04-14-08

	Ficha de informações de segurança de produto químico
Nome do produto: Fertilizante Mineral Misto 04-14-08. FISPQ n°: 01 Página: 2 de 5 Data da última revisão: 26/03/2019	
médica. Contato com a pele: Retirar roupas e sapatos contaminados. Lavar a pele com água em abundância, preferencialmente sob chuveiro de emergência. Procurar assistência médica. Contato com os olhos: Lavar os olhos com bastante água, usar de preferência um lavador de olhos. Procurar assistência médica imediatamente. Ingestão: Não provocar vômito. Lavar a boca com água limpa em abundância e tomar água. Procurar assistência médica imediatamente.	
5 – MEDIDAS DE COMBATE A INCÊNDIO	
Meios de extinção apropriados: O produto não é combustível. Quando envolvido em fogo, use meios de extinção apropriados para combatê-lo. Perigos específicos: Pode intensificar a combustão de materiais orgânicos. Métodos especiais: Evite aplicação de excesso de água, pois poderá haver contaminação de cursos de água. Proteção dos bombeiros: Utilizar equipamentos de proteção individual, principalmente proteção respiratória.	
6 – MEDIDAS DE CONTROLE PARA DERRAMAMENTO OU VAZAMENTO	
Precauções pessoais: Remoção de fontes de ignição: O produto não é combustível. Controle de poeira: Assegure a existência de ventilação geral diluidora ou local exaustora. Prevenção da inalação e do contato com a pele, mucosa e olhos: Utilize equipamentos de proteção individual adequado. Precauções ao meio ambiente: Pode contaminar cursos de águas, tornando- os salinizados. Sistemas de alarmes: Não aplicável. Métodos para limpeza: Recolha o produto derramado, evitando a formação de poeiras. Recuperação: Tente conter o produto derramado. Se possível realizar a transferência e reutilização do produto. Neutralização: Não aplicável. Disposição: Procure reutilizar o produto. Prevenção de perigos secundários: Reveja orientações contidas nos campos anteriores.	
7 – MANUSEIO E ARMAZENAMENTO	
Manuseio: Medidas técnicas apropriadas: Armazene preferencialmente em área coberta, seca, ventilada, piso impermeável e afastado de materiais incompatíveis. Prevenção da exposição de trabalhador: Não foram observados efeitos crônicos. Mesmo assim, a utilização de equipamentos de proteção individual é recomendada. Precauções para manuseio seguro: Para reduzir a possibilidade de risco à saúde, assegure ventilação diluidora suficiente. Orientações de manuseio seguro: Manuseie de forma adequada para evitar formação de pó.	



Ficha de informações de segurança de produto químico

Nome do produto: Fertilizante Mineral Misto 04-14-08.
FISPQ n°: 01
Página: 3 de 5
Data da última revisão: 26/03/2019

Armazenamento:

Condições de armazenamento: O produto é higroscópico.

Adequadas: Armazene preferencialmente em área coberta, seca, ventilada, piso impermeável e afastado de materiais incompatíveis.

A evitar: Vide informações anteriores.

Materiais seguros para embalagens: O produto é comercializado em sacos.

Recomendadas: Utilize material especificado, compatível com o produto.

Inadequadas: Evite a utilização de material incompatível.

8 – CONTROLES DE EXPOSIÇÃO E PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Medidas de controle de engenharia: Para reduzir a possibilidade de risco potencial à saúde, assegure a ventilação diluidora suficiente.

Parâmetros de controle específicos:

Limite de exposição ocupacional: Lave as mãos após usar o produto.

Indicadores biológicos: Não avaliado.

Outros limites e valores: Não estabelecidos.

Procedimentos recomendados para monitoramento: Implemente um programa de higiene ocupacional.

Equipamento de proteção individual apropriado:

Proteção respiratória: Use respirador para material particulado se houver formação de pó. Filtro particulado P2 (Partículas finas).

Proteção das mãos: Por períodos prolongados ou repetidos use luvas de proteção.

Material adequado para luvas: Plásticas ou látex.

Proteção dos olhos: Use óculos de segurança contra produtos químicos ou protetores facial.

Proteção da pele e do corpo: Utilize o uniforme de trabalho (calça e camisa ou macacão). Se a roupa estiver suja lavar imediatamente.

Precauções especiais: Dote a área de chuveiros lava- olhos. Nunca coma, beba ou fume em área de trabalho. Pratique boa higiene principalmente antes de comer, beber ou fumar. Roupas contaminadas devem ser lavadas antes de reutilizadas.

Medidas de higiene: Mantenha os locais de trabalho dentro dos padrões de higiene. Conscientize periodicamente os funcionários sobre o manuseio seguro do produto.

9 – PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Estado Físico	Sólido
Forma	Granulado/farelado
ph(solução 10% em água)	3,0 a 4,5
Ponto de fusão	Não aplicável
Faixa de temperatura de ebulição	Não aplicável
Faixa de destilação	Não aplicável
Temperatura de decomposição	Não aplicável



Ficha de informações de segurança de produto químico

Nome do produto: Fertilizante Mineral Misto 04-14-08.

FISPQ n°: 01

Página: 4 de 5

Data da última revisão: 26/03/2019

Ponto de fulgor	Não aplicável
Temperatura de auto ignição	Não aplicável
Limite de explosividade superior/ inferior	Não aplicável
Pressão de vapor	Não avaliado
Densidade de vapor	Não avaliado
Densidade	Não determinado
Solubilidade	Solúvel em água
Coefficiente de partição octanol/ água	Não avaliado
Taxa de evaporação	Não avaliado
Outras informações	Não disponível

10 – ESTABILIDADE E REATIVIDADE

Condições específicas:

Instabilidade: Produto estável.

Condições a evitar: Não aplicável.

Materiais ou substâncias incompatíveis: Não avaliado.

Necessidades de adicionar aditivos inibidores: Não aplicável.

Produtos perigosos da decomposição: Não avaliado.

11 – INFORMAÇÕES TOXICOLÓGICAS

Informações de acordo com as diferentes vias de exposição:

Toxicidade aguda: Não avaliado.

Efeitos locais: Não são esperados efeitos irritativos.

Sensibilização: Em contato prolongado com a pele seca pode causar irritação, a irritação pode ser intensificada se a pele estiver úmida.

Toxicidade crônica: Não há registros.

Efeitos toxicologicamente sinérgicos: Não são esperados efeitos da exposição ao produto.

Substâncias que causam efeitos:

Aditivos: Evite exposição particulada.

Potenciação: Não são esperados efeitos da exposição ao produto.

12 – INFORMAÇÕES ECOLÓGICAS

Efeitos ambientais, comportamentos e impactos do produto:

Mobilidade: Dissolve-se em água.

Persistência/ degradabilidade: Não é biocumulável.

Comportamento esperado: Rápida absorção devido à solubilidade em água.

13 – CONSIDERAÇÕES SOBRE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO

Métodos de tratamento e disposição:



Ficha de informações de segurança de produto químico

Nome do produto: Fertilizante Mineral Misto 04-14-08.
FISPQ n°: 01
Página: 5 de 5
Data da última revisão: 26/03/2019

Produto: Procure reutilizar o produto.

Restos de produto: Recolha e armazene adequadamente o produto derramado para posterior reutilização ou disposição final. Consulte o órgão de controle ambiental local.

Embalagem usada: Sacos de polietileno e polipropileno.

14 – INFORMAÇÕES SOBRE TRANSPORTE

Regulamentações nacionais e internacionais:

Terrestre: O produto não está enquadrado na portaria que regulamenta o transporte rodoviário de produtos perigosos (ANTT).

Fluvial: Não avaliado.

Marítimo: IMDG - Internacional Maritime Dangerous Goods Code.

Aéreo: lata (Airplane).

Regulamentações adicionais: Não aplicável.

Para produto classificado como perigoso para o transporte: Não aplicável.

Número da ONU: Não classificado.

Nome apropriado para embarque: Fertilizante Mineral Nitrogenado.

Classe de risco: Não classificado.

Grupo de embalagem: Sacos de polietileno e polipropileno.

15 – REGULAMENTAÇÕES

Regulamentações: Produto não classificado no decreto que regulamentou o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos. O produto não é considerado perigoso.

Informações sobre riscos e segurança conforme escritas no rótulo: Vide informações anteriores relativas à segurança e manuseio do produto.

16 – OUTRAS INFORMAÇÕES

Necessidades especiais de treinamento: Estabeleça por escrito um plano de emergência para ações em caso de derrame.

Usos recomendados e possíveis restrições ao produto químico: O produto se destina exclusivamente como fertilizante mineral conforme etiqueta constante na embalagem.

Informações sobre micronutrientes: Este produto poderá conter em sua fórmula micronutriente (vide etiqueta constante na embalagem), porém devida às baixas concentrações utilizadas nas formulações não são caracterizadas condições adversas à segurança, saúde e meio ambiente.

JR. INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE INSUMOS AGRÍCOLAS LTDA.
CGC (MF) 86.367372/0001-76 INSC. EST. 067.875.452.0052
Rua: Pitangui, Nº 85 B. Dom Bosco. Cep: 32.670-506 - Betim - MG
Tel: (0xx31) 3592-0393 Fax: (0xx31) 3592-8267
Email: comercialfertilisolo@gmail.com



Ficha de informações de segurança de produto químico

Nome do produto: Fertilizante Mineral Misto 04-14-08.
FISPQ n°: 01
Página: 1 de 5
Data da última revisão: 26/03/2019

1 – IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO E DA EMPRESA

Nome do produto: Adubo (NPK) 04-14-08.
Registro do produto: MG 08556/10101-0.
Nome da empresa: Jr indústria e comércio de insumos agrícolas Ltda.
Endereço: Rua: Pitangui, N°85 - Bairro: Dom Bosco - Betim -MG.
Telefone: (31) 3592 - 0393 **Fax:** (31) 3592 - 8267
Email: comercialfertilisol@gmail.com

2 – COMPOSIÇÃO E INFORMAÇÕES SOBRE OS INGREDIENTES

Substância: Fertilizante Mineral Misto (NPK).
Nome químico ou genérico: Fertilizante Mineral Misto, conforme garantia expressa na etiqueta constante na embalagem e nota fiscal.
Sinônimo: NPK.
Chemical Abstract Service (n°cas): Não disponível.
Ingredientes ou impurezas que contribuam para o perigo: Nenhum.

3 – IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS

Perigos mais importantes: O fertilizante Mineral misto (NPK) normalmente não apresenta perigos ao ser manuseado. Porém, devido à suscetibilidade individual de cada pessoa pode provocar irritações na pele, olhos e trato respiratórios.
Efeitos do produto: A inalação de vapores pode causar irritações no trato respiratório superior, náuseas e suave irritação dérmica.
Efeitos ambientais: Pode contaminar cursos de águas tornando os saturados nos elementos que os contém, baixo nível de contaminação a fauna e flora. No ar não apresenta riscos.
Perigos físicos e químicos: Não há nenhuma informação de que o produto em estado sólido quando misturado com outro componente na mesma condição seja incompatível.
Perigos específicos: Não aplicável.
Principais sintomas: Não temos registros internos ou externos de casos de pessoas que tiveram contato com o produto (manuseio), mas podem provocar irritação nos olhos, nariz, garganta e pele de acordo com a suscetibilidade individual de cada pessoa.
Classificação do produto químico: Fertilizante.
Visão geral de emergências: Dependendo das proporções isole e evacue a área.
Use os equipamentos de proteção pessoal (usar: óculos de proteção de segurança química, luvas de PVC e máscara panorama com filtro contra poeiras químicas).
Fique com o vento soprando as suas costas. Evite contaminação do produto o que dificulta a reutilização do mesmo.

4 – MEDIDAS DE PRIMEIROS SOCORROS

Medidas de primeiros socorros:
Inalação: Se o pó for inalado: Limpe o nariz e enxágüe a boca com água. Procurar assistência

ANEXO H - FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DO ADESIVO FIXADOR AG-60

	FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS - FISPQ De acordo com a norma NBR 14725-4:2014 AG-60	FS 001 Revisão 00 Data: 10/05/19
		Página 1 de 7

1. IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO E DA EMPRESA

Nome do produto: Adesivo fixador AG-60
Código Interno: Não aplicável
Principal uso recomendado: Hidrosemeadura
Outras designações: Polímero aniônico solúvel em água
Nome da empresa: Agropecuária Vila Verde Ltda
Endereço: Av. Campo Florido, 600 Jd. Teresópolis – Betim – MG CEP: 32681-168
Telefone da empresa: (31) 3043-1451
Telefone para emergências: Centro de Informações Toxicológicas: (31) 3224 4000 e 0800 722 6001
Abiquim 0800-11 8270
E-mail: grupo@agropecuariavilaverde.com.br

2. IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS

2.1 Classificação de perigo do produto

2.1.1 Classificação de acordo com a Norma ABNT-NBR 14725-Parte 2:2010:

Toxicidade aguda - oral Categoria 4
Toxicidade aguda - inalação Categoria 4
Toxicidade p/ órgãos-alvo específicos - Exposição repetida Categoria 2

2.2 Elementos apropriados de rotulagem

2.2.1 Pictogramas:



2.2.2 Palavras de advertência: Perigo

2.2.3 Frases de perigo:

H302 Nocivo por ingestão.

2.2.4 Frases de Precaução:

P410 Mantenha ao abrigo da luz

P402+P404 Armazene em local seco e recipiente fechado

P301+P312 Em caso de ingestão procurar atendimento médico e, se necessário, um centro de informação toxicológica.

3. COMPOSIÇÃO E INFORMAÇÕES SOBRE OS INGREDIENTES

3.1 **Tipo de produto:** Substância.

3.2 **Nome químico comum ou nome genérico:** Polímero aniônico

3.3 **Sinônimo:** não informado

3.4 **Número CAS:** segredo industrial

4. MEDIDAS DE PRIMEIROS SOCORROS

4.1 **Contato com a pele:** Em caso de contato, lave a pele com água. Em caso de irritação, consulte imediatamente um médico; se possível, leve uma cópia deste documento e do rótulo do produto.

4.2 **Contato com os olhos:** Não permitir que a vítima esfregue os olhos. Enxágue cuidadosamente com água

	FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS - FISPQ De acordo com a norma NBR 14725-4:2014 AG-60	FS 001 Revisão 00 Data: 10/05/19
		Página 2 de 7

em abundância. No caso de uso de lentes de contato, remova-as se for possível a fácil remoção e continue enxaguando. Consulte imediatamente um médico, se possível leve uma cópia deste documento e do rótulo do produto.

- 4.3 Inalação:** Remova a pessoa para local ventilado e a mantenha em repouso numa posição que não dificulte a respiração. Se a vítima não estiver respirando, aplicar respiração artificial. Manobras de ressuscitação cardiopulmonar somente podem ser aplicadas por pessoal habilitado se a vítima não apresentar sinais vitais. Consulte imediatamente um médico, se possível leve uma cópia deste documento e do rótulo do produto.
- 4.4 Ingestão:** Lavar a boca da vítima com água. Não induzir o vômito. Administrar oxigênio caso a vítima apresente dificuldades respiratórias. Se o vômito ocorrer naturalmente, deve-se inclinar a vítima para o lado para evitar o risco de aspiração traqueo-bronquial do material ingerido. Lavar novamente a boca da vítima. Nada deve ser administrado por via oral se a pessoa estiver perdendo a consciência, inconsciente ou em convulsão. Consulte imediatamente um médico, se possível leve uma cópia deste documento e do rótulo do produto.
- 4.5 Sintomas agudos ou tardios:** Caso apresente irritação nos olhos ou em caso de exposição ou suspeita de exposição em que se observe algum sintoma posterior ao contato com o produto, consulte um médico e se possível leve uma cópia deste documento e do rótulo do produto.
- 4.6 Proteção para o prestador de socorros:** Evite inalação e o contato com a pele, olhos e roupas. Utilize equipamento de proteção individual ao manusear o produto, conforme descrito na seção 8 deste documento.
- 4.7 Notas para o médico:** Certificar-se de que toda a equipe médica e de primeiros socorros está ciente dos riscos do produto. Para exposições de maior gravidade, consultar um Centro de Controle de Intoxicações.
- 4.8 Outras informações:** Como medida de proteção coletiva, recomenda-se o uso de sistema de exaustão mecânica para a manipulação desse produto em locais fechados.

5. MEDIDAS DE COMBATE A INCÊNDIO

- 5.1 Meios de extinção apropriados:** O produto não é combustível. Os extintores de água pressurizada, extintor de gás carbônico e extintor com pó químico seco não apresentam restrições para uso frente ao produto. Todavia, devem ser avaliados os meios de extinção apropriados para a classe de fogo em caso de incêndio provocado por outros materiais combustíveis.
- 5.3 Perigos específicos:** Evitar o contato por fricção com substâncias combustíveis.
- 5.5 Medidas de proteção da equipe de combate a incêndio:** Evite inalação e o contato com a pele, olhos e roupas. Utilize equipamento de proteção individual ao manusear o produto, conforme descrito na seção 8. Em caso de incêndio, ou entrada em ambientes confinados, é necessário o uso de equipamentos de respiração autônoma opere em modo de pressão positiva. As águas de diluição do controle do fogo podem causar poluição do meio ambiente se atingirem cursos d'água e esgotos.

6. MEDIDAS DE CONTROLE PARA DERRAMAMENTO OU VAZAMENTO

- 6.1 Precauções pessoais:** Evite inalação e o contato com a pele, olhos e roupas. Utilize equipamento de proteção individual ao manusear o produto, conforme descrito na seção 8.
- 6.2 Precauções ao meio ambiente:** Nenhuma toxicidade aguda foi registrada em níveis superiores ou iguais à sua solubilidade na água. Ainda assim, recomenda-se evitar que o produto atinja cursos d'água.
- 6.3 Procedimentos de emergência e sistemas de alarme:** Em caso de acidentes, delimite a zona de perigo, não permaneça com a roupa contaminada e considere a evacuação do local se houver indícios de reações