



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Educação e Humanidades

Faculdade de Formação de Professores

Benito Gonzaga da Igreja Junior

**Dinâmica das perdas de água e solo associada ao uso de práticas
conservacionistas no Assentamento Fazenda Engenho Novo –**

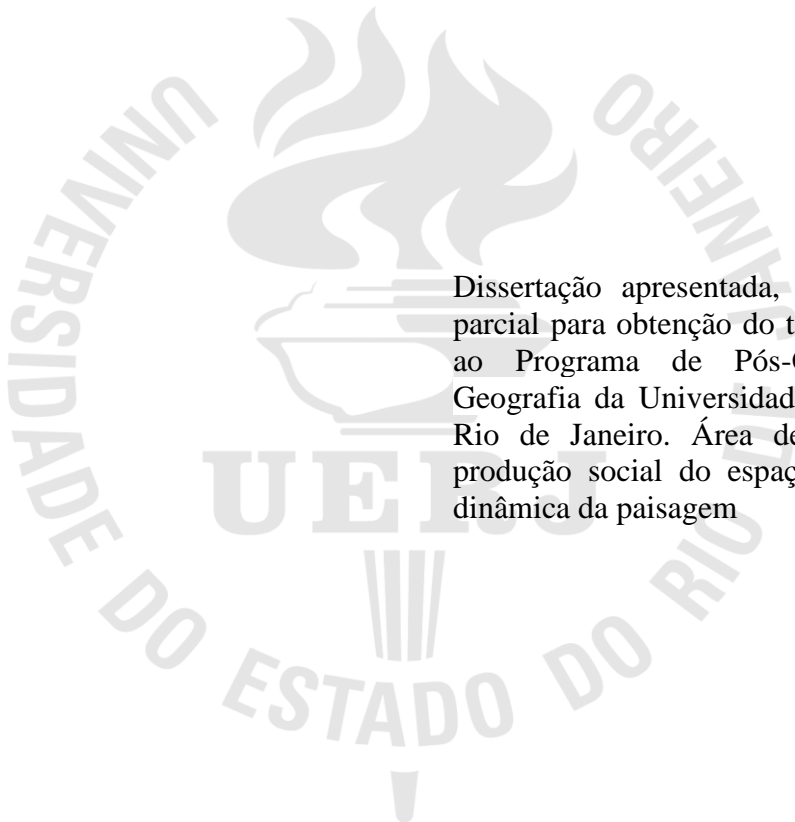
São Gonçalo, RJ

São Gonçalo

2015

Benito Gonzaga da Igreja Junior

Dinâmica das perdas de água e solo associada ao uso de práticas conservacionistas no Assentamento Fazenda Engenho Novo – São Gonçalo, RJ



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: produção social do espaço – natureza e dinâmica da paisagem

Orientadora: Prof^ª. Dra. Ana Valéria Freire Allemão Bertolino

Coorientador: Prof. Dr. José Ronaldo de Macedo

São Gonçalo

2015

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CEH/D

I24 Igreja Junior, Benito Gonzaga da.
TESE Dinâmica das perdas de água e solo associada ao uso de práticas conservacionistas no Assentamento Fazenda Engenho Novo – São Gonçalo, RJ / Benito Gonzaga da Igreja Junior. – 2016.

191f. : il.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ana Valéria Freire Allemão Bertolino.

Coorientador: Prof^o Dr. José Ronaldo de Macedo.

Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Formação de Professores.

1. Geociências – Teses. 2. Solos – Manejo. 3. Solos – Erosão. I. Bertolino, Ana Valéria Freire Allemão. II. Macedo, José Ronaldo de. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Formação de Professores.

CDU 551.1

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Benito Gonzaga da Igreja Junior

Dinâmica das perdas de água e solo associada ao uso de práticas conservacionistas no Assentamento Fazenda Engenho Novo – São Gonçalo, RJ

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: produção social do espaço – natureza e dinâmica da paisagem

Aprovada em 31 de agosto de 2015.

Banca Examinadora:

Prof^a. Dra. Ana Valéria Freire Allemão Bertolino (Orientadora)
Faculdade de Formação de Professores – UERJ

Prof. Dr. José Ronaldo de Macedo (Coorientador)
EMBRAPA - Solos

Prof. Dr. Otávio Miguez Rocha Leão
Faculdade de Formação de Professores – UERJ

Prof. Dr. Luiz Carlos Hernani
EMBRAPA - Solos

São Gonçalo

2015

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha doce companheira, Nubia, aos meus filhos, Hugo e Paula e aos meus pais, Benito e Marly, pelos momentos em que, “combatendo moinhos”, não pude estar com vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por sempre iluminar e guiar meus passos, permitindo alcançar esta sonhada conquista.

Agradeço a minha esposa, Nubia, e aos meus filhos, Hugo e Paula, pela paciência e compreensão.

Agradeço a meu pai, Benito, a minha mãe, Marly, minha sogra, Suely e aos irmãos Eduardo, Bianca, Cynthia e Márcia, pelo apoio permanente e incondicional.

Aos agricultores do Assentamento Fazenda Engenho Novo, por cativar-me, pela participação e expectativa depositada.

A agricultora Lucía Teixeira Brasileiro, que cedeu, com satisfação, parte de seu pequeno sítio para instalação da Estação Experimental de Pesquisa Participativa em Erosão, dedicando tempo e trabalho, com afinho e esperança ao longo destes dois anos.

Ao presidente do Sindicato dos Trabalhadores Rurais de São Gonçalo, Onofre Pereira de Souza, pela inestimável e decisiva ajuda, participando em todos os instantes. Obrigado, Sr. Onofre e D. Lucía, pela amizade, companheirismo, apoio, incentivo e cumplicidade, mesmo naqueles momentos mais críticos.

À prof^ª. Dra. Ana Valéria Freire Allemão Bertolino, que, desde muito antes, acreditou em nosso trabalho. Muito obrigado, por sua valorosa orientação, amizade e dedicação.

A Embrapa Solos, na pessoa do amigo Dr. Daniel Vidal Perez, por todo apoio que tive ao longo desse trabalho de pesquisa. Agradeço também pela oportunidade de ter participado do treinamento em agricultura conservacionista, ministrado pela Instituição, em Tanguá, no ano de 2009, que me permitiu tantos trabalhos, até chegar a esta dissertação de mestrado.

Ao pesquisador da Embrapa Solos, Dr. José Ronaldo de Macedo, que, empenhou apoio e dedicação decisivos para o êxito do trabalho. Sou muito grato por toda a sua incansável orientação, dedicação e amizade.

Agradeço a UERJ-FFP, a todos os professores e funcionários, pela oportunidade de realizar o sonho do mestrado, através deste trabalho acadêmico.

Ao grande amigo Osório Oscar Marques da Fonseca, pesquisador e conhecedor da ciência do solo, ex-servidor da Embrapa Solos, agricultor conservacionista e atual Secretário do Ambiente de Trajano de Moraes - RJ, pela presteza, entusiasmo e inestimável ajuda no trabalho de descrição dos perfis de solo da área de estudo. Valeu, Osorinho!

Também não poderia deixar de agradecer a Embrapa Solos, pelo competente apoio do engenheiro agrônomo Adoildo da Silva Melo, nos ensaios de campo, bem como o pesquisador Alexandre Ortega Gonçalves, pelas orientações de ajustes e análise de dados pluviométricos.

A Lorhan Souza Portela, técnico do Laboratório de Geociências e agora mestrando da UERJ/FFP, por todo apoio, parceria, dedicação, cumplicidade e amizade.

Ao grande amigo, irmão e gurú, Gabriel Santos Merat, por todo apoio, auxílio e aconselhamentos, em tantas e difíceis ocasiões.

Aos trabalhadores rurais Dinho e Beбето, bem como os agricultores Edson Silveira Machado (e o nosso querido, S. Enoeck), Adauto Portugal, Paulo Cesar Vilas Boas, Paulo do Melado e tantos outros, pelas ajudas importantíssimas, da instalação das parcelas de erosão às necessárias manutenções, pelo capricho, dedicação, sempre para alcançar o melhor resultado.

A D. Cecília, esposa de S. Onofre. Como esquecer aqueles lanches tão caprichados, feitos com tanto carinho? Ninguém conseguiu resistir.

Aos companheiros Bruno Mattos, Bruno Lopes, Pablo Alfradique, Carol Penha, Ana Carolina, Isabel Linhares e tantos outros pelas idas e ajudas constantes nos trabalhos de campo, na implantação das parcelas, instalação de equipamentos, coletas de amostras, testes de campo, nas análises de laboratório, fundamentais para o sucesso do trabalho.

Aos companheiros Bruno Lopes e Marcelo Wermelinger Lemes, pelas ajudas na confecção dos mapas deste trabalho, que ficaram excelentes.

A prof^a. Neiva Moraes, pelo estágio de docência e pelas enriquecedoras visitas de campo a EEPPE-AFEN, que resultaram momentos de integração entre alunos e agricultores.

A todos os integrantes do LabGeo, que contribuíram para o completo êxito desta pesquisa. Obrigado, pela ajuda e amizade. Contem sempre comigo!

Agradeço também a Prefeitura de São Gonçalo, através da Subsecretaria de Agricultura, na pessoa do Subsecretário Carlos Afonso P. Rosa e de seu assessor, Sérgio Ricardo Fonseca, pelo apoio operacional, na implantação da EEPPE-AFEN.

Não poderia esquecer os incentivos da prof^a. Daucy Monteiro de Souza, que tanto encorajou-me a iniciar a caminhada do mestrado.

Aos extensionista rurais da Emater-Rio, especialmente Antônio Carlos Marins, Jadson Lopes Guedes e Claudio Bruzzi.

A querida amiga Tânia Ávila, extensionista social da Emater-Rio, pela amizade fiel.

Ao amigo e biólogo da Fiperj, Filipi Pereira Soares, pelas maquetes em 3D das parcelas de erosão.

Agradeço também a Flávio Erthal e Pedro Hugo Müller Xaubet, do DRM-RJ - Serviço Geológico do Estado do Rio de Janeiro, pela orientação e cessão de informações geológicas.

Aos amigos do ITERJ, Madlene Provençano, Silvia Sprey, Ricardo Alves, Bruno Sobral e a presidente Mayumi Sone Ribeiro, esperando que este trabalho possa ser útil ao desenvolvimento sustentado do Assentamento Fazenda Engenho Novo.

Também sou grato a Denise Rangel Vaz, Valmir Machado Rodrigues, Inês Lira e Lucia Rosado amigos da Fiperj, que tanto me estimularam a seguir adiante nessa jornada.

A Paula D. Ritter pelos seus valiosos conselhos, nos instantes de aflição e ansiedade.

Faço deferência especial aos presidentes da Fiperj, Marco Botelho, José Bonifácio, Mirinho Braga e Essiomar Gomes, pelo incentivo, apoio e compreensão, sobretudo nos momentos em que tive de me ausentar.

Agradeço de forma muito singular a Felipe dos Santos Peixoto, ex-Secretário de Desenvolvimento Regional, Abastecimento e Pesca do RJ, que autorizou e estimulou-me a seguir rumo ao mestrado e ao crescimento profissional.

Enfim, a todos os familiares e amigos, que de alguma forma contribuíram para a concretização deste trabalho e a chegada a este dia.

Muito obrigado a todos.

Então, tomou Samuel uma pedra e a pôs entre Mizpá e Sem, e lhe chamou Ebenézer, e disse:
Até aqui nos ajudou o Senhor!

I Samuel 7:12

RESUMO

IGREJA JUNIOR, B. G. *Dinâmica das perdas de água e solo associada ao uso de práticas conservacionistas no Assentamento Fazenda Engenho Novo – São Gonçalo – RJ*. 2015. 191f. Dissertação (Mestrado em Geografia. Produção social do espaço: natureza e dinâmica da paisagem) – Faculdade de Formação de Professores, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, São Gonçalo, 2015.

As especificidades pedológicas presentes em muitos tipos de solos dificultam a infiltração hídrica, favorecem à erosão superficial e limitam à dinâmica funcional do sistema solo. Este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a dinâmica das perdas de água e solo, mediante o emprego do manejo conservacionista, como alternativa possível para a agricultura familiar, no Assentamento Fazenda Engenho Novo (São Gonçalo – RJ). Para tanto, em uma área com declividade de 15% e elevação de 38 m, foram instaladas três parcelas de erosão Wichmeyer, com os seguintes tratamentos: solo Sem Cobertura (T0), solo Coberto com Cudzu Tropical (T1) e solo Coberto com Cudzu Tropical e terraços de base estreita com cristas vegetadas com Guandu (T2). O monitoramento do potencial matricial do solo foi feito por intermédio de blocos de matriz granular (GMS`s) nas profundidades de 20 e 40 cm e a pluviosidade foi obtida pela precipitação diária (24h), coletada por pluviômetros. Para mensurar as perdas de água e solo, decorrentes da erosão superficial, cada parcela foi diretamente ligada a uma caixa coletora, com capacidade para 1.000 litros de água. Os resultados demonstraram que o sistema Sem Cobertura (T0) operou com valores de potenciais matriciais próximo à saturação, respondendo por 88,7% das perdas hídricas e 99,7% das perdas de solo. Os sistemas Cobertos pelas leguminosas Cudzu Tropical, tanto em (T1) como em (T2), operaram constantemente com amplas variações de potenciais matriciais, demonstrando uma drenagem eficiente, superando as limitações físicas do solo, quando comparado ao sistema Sem Cobertura (T0). Por este motivo, o manejo conservacionista, proporcionado pelas coberturas verdes com leguminosas Cudzu Tropical respondeu com baixas taxas de perdas de água e solo por erosão, mostrando-se como uma alternativa viável aos agricultores assentados.

Palavras-chave: Práticas Conservacionistas. Manejo do Solo. Perdas de Água e Solo. Controle da Erosão. Adubos Verdes.

ABSTRACT

IGREJA JUNIOR, B. G. *Dynamics of water and soil losses associated with the use of conservationists practices in Engenho Novo Farm Settlement – São Gonçalo - RJ*. 2015. 191f. Dissertation (Masters in Geography. Social Production of Space: Nature and Landscape Dynamic) – College of Teacher Education, Rio de Janeiro State University, Sao Goncalo, 2015.

The specifics of soil present on many types of soils hinder water infiltration, erosion and shallow favor the functional dynamics limited to the soil system. This study evaluated the dynamics of water and soil losses through the use of conservation management, as possible alternative for family farming, on the Farm Settlement Engenho Novo (São Gonçalo - RJ). Therefore, in an area with a gradient of 15 % of declivity and an elevation of 38 m, three Wichmeyer erosion plots were installed, with the following treatments: soil Without Coverage (T0), soil Covered ground with Kudzu Tropical (T1) and soil Covered with Kudzu Tropical Narrow Base Terraces Vegetated ridges with Guandu (T2). The monitoring matrix potential was made by granular matrix blocks (GMS`s) in the depths of 20 and 40 cm and rainfall was obtained by daily rainfall (24 hours), collected by rain gauges. To measure the loss of water and soil resulting from surface erosion, each plot was directly linked to a collection box, with capacity of 1.000 liters of water. The results showed that the system without cover (T0) operated with the matrix potential values near saturation, accounting for 88.7 % of water and 99.7 % loss of soil losses. Hedged systems by legumes Kudzu Tropical, both (T1) as in (T2), constantly operated with wide variations of matric potentials, demonstrating an efficient drainage, overcoming the physical limitations of the soil, when compared to the No Coverage (T0) system. For this reason, the conservation management, provided by green roofs with kudzu Tropical legumes responded with low rates of water and soil erosion losses, proving itself as a viable alternative to resettled farmers.

Keywords: Conservationist Pratices. Soil Management. Loss Water and Soil. Erosion Control. Green Manure.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Mosaico de fotografias (1) Bloco de Matriz Granular - GMS e (2) Medidor Digital Watermak® - Fonte: O autor, 2014	42
Figura 2 –	Taxas comparativas de movimento da água de irrigação em dois solos: um de textura areia-franca e outro franco-argilosa. Fonte: BRADY & WEIL, 2013	45
Quadro 1 -	Grupos e classes de capacidade de uso dos solos. Fonte: Lepsch, 2010	58
Figura 3 –	Mosaico de fotografias. (1) tratamento térmico de sementes; (2) aspecto geral da planta; (3) caule desenvolvido; (4) presença de coroas internodais, com enraizamento para propagação vegetativa; (5) inflorescências; (6) racemos com vagens em diferentes estágios de maturação. Fonte: o Autor	63
Figura 4 –	Mosaico de fotografias. (1) sementes; (2) plantas se desenvolvendo na crista do terraço de base estreita (3) vista geral da parcela, com terraço vegetado em destaque; (4) plantas em início de florescimento; (5) plantas florescidas; (6) plantas de guandu sufocadas por cudzu. Fonte: o Autor, 2014	64
Figura 5 –	Vista geral da Bacia do Rio da Aldeia, com a Serra de Itaitindiba, ao fundo. Fonte: O Autor, 2014	69
Figura 6 –	Mosaico de fotografias da sede da Fazenda Engenho Novo, em forma original e as atuais ruínas. Fonte: INEPAC (2012)	71
Figura 7 –	Vista geral da EEPPE/AFEN, com destaque para as parcelas de erosão T0, T1 e T2, e o Perfil 1. Fonte: o Autor, 2014	72
Figura 8 –	Corte de terreno, expondo perfil de Argissolo, no sítio Carvalho de Justiça, na área do Assentamento Fazenda Engenho Novo	82
Figura 9 –	Mosaico de fotografias (1) apresentação do projeto com a agricultora Lucía e o técnico da Emater-Rio; (2) visita de campo para conhecimento do processo produtivo usado pela agricultora; (3) demarcação das parcelas feita pelos agricultores. Fonte: o Autor, 2013	88

Figura 10 –	Mosaico de fotografias da instalação das parcelas de erosão. (1) e (2) abertura de sulcos; (3) medições e cortes das chapas; (4) fixação das chapas ao solo; (5), (6) e (7) confecção e montagem da cabeceira; (8) parcelas instaladas; (9) parcelas com sistema de coleta de sedimentos instalados. Fonte: o Autor, 2013	89
Figura 11 –	Croqui da EEPPE/AFEN, mostrando a disposição das parcelas de tratamento T0, T1 e T2, localização dos GMS's, Geotermômetro e Pluviômetros. Fonte: O autor, 2013 – elaborado por Filipi Pereira Soares - software <i>SketchUp Make</i> , versão 13.0.4812; <i>Trimble Navigation Limited</i> , 2013, <i>open source credit</i>	90
Figura 12 –	Mosaico de fotografias. (1) visão da EEPPE-AFEN na paisagem do assentamento; (2) disposição geral das parcelas de erosão T2, T1 e T0, no sítio Carvalho de Justiça; (3) Parcela de erosão T2; (4) Parcela de erosão T1; (5) Parcela de erosão T0. Fonte: o Autor, 2014	91
Figura 13 –	Mosaico de fotografias. (1) marcação de curvas de nível com “pé de galinha”; (2) abertura de sulcos de plantio em nível; (3) operação de semeadura em nível nos sulcos de plantio. Fonte: o Autor, 2014	92
Figura 14 –	Terraço esquemático. Fonte: UFPA – apostila <i>Práticas conservacionistas de solos e águas</i>	93
Figura 15 –	Mosaico de fotografias da parcela T2. (1) e (2) construção de terraços em nível para segmentação da rampa; (3) terraço retendo água; (4) parcela com Guandu nas cristas dos terraços; (5) engrossamento de caules de Guandu; (6) visão geral da parcela. Fonte: o Autor, 2014	93
Figura 16 –	Mosaico de fotografias. (1) abertura de caixa coletora após evento de chuva; (2) coleta de amostra; (3) <i>beckers</i> com amostras para análise no LabGeo. Fonte: o Autor, 2014	94
Figura 17 –	Mosaico de fotografias. (1) instalação de segunda caixa coletora na Parcela T0; (2) caixas coletoras da Parcela T0 em operação, após evento de chuva. Fonte: o Autor, 2015	95
Figura 18 –	Mosaico de fotografias do Perfil 1. (1) corte de terreno usado em exame preliminar; (2) trincheira aberta para estudo do perfil do solo; (3) sensibilização com faca; (4) amostras sequenciais dos horizontes encontrados; (5) amostra de solo com mosqueamento e vestígios de	

	penetração de raízes; (6) manuseio de amostra pelo tato. Fonte: o Autor, 2014	96
Figura 19 –	Mosaico de fotografias do Perfil 2. (1) abertura de trincheira; (2) perfil aberto com horizontes definidos; (3) amostra de solo com mosqueamento. Fonte: o Autor, 2014	97
Figura 20 –	Mosaico de fotografias. (1) anéis de Kopeccky cravados na matriz do solo na trincheira; (2) amostra indeformada coletada da trincheira; (3) fundo do anel protegido por morim. Fonte: o Autor, 2014	98
Figura 21 –	Mosaico de fotografias: (1) transporte de amostras embaladas em papel alumínio; (2) amostras identificadas chegam ao laboratório; (3) amostras identificadas em saturação; (4) pesagem de amostra; (5) mesa de tensão com papel mata-borrão; (6) secagem de amostras em estufa a 105 °C. Fonte: o Autor, 2015	99
Figura 22 –	Mosaico de fotografias de coleta de amostras deformadas nas parcelas. (1) identificação de embalagens e de baldes coletores; (2) coleta de amostras com trado holandês; (3) homogeneização de amostras simples para retirada de amostra composta. Fonte: o Autor, 2014	100
Figura 23 –	Mosaico de fotografias do ensaio de condutividade hidráulica. (1) furo a trado para acesso ao horizonte Bt1; (2) Permeâmetro de Guelph Modificado (IAC) em operação na parcela T0; (3) detalhe do tubo Mariotte graduado; (4) operação simultânea de dupla de Permeâmetro de Guelph Modificado, na parcela T1. Fonte: o Autor, 2015	103
Figura 24 –	Mosaico de fotografias dos testes de resistência do solo à penetração. (1) e (2) teste do Penetrógrafo na parcela T0, com destaque para a base refletora; (3) e (4) teste do Penetrógrafo na parcela T1; (5) display de interface do aparelho; (6) base refletora do aparelho. Fonte: o Autor, 2015	106
Figura 25 –	Mosaico de fotografias. (1) e (2) leitura diária da chuva na proveta pluviométrica; (3) anotação do valor da leitura da chuva em caderneta de campo. Fonte: o Autor, 2015	108
Figura 26 –	Mosaico de fotografias. (1) abertura de furo; (2) GMS; (3) e (4) instalação do GMS a 20 cm; (5), (6) e (7) instalação do segundo GMS	

	a 40 cm; (8) identificação e separação de terminais de leitura dos GMSs; (9) leitura do geotermômetro e aferição do leitor digital; (10) engate dos terminais do leitor nos terminais do GMS; (11) e (12) leitura e anotação dos valores; Fonte: o Autor, 2014	110
Figura 27 –	Perfil 1 – LUCIÁ – EEPPE/AFEN – ARGISSOLO VERMELHO Distrófico Abrupto. Fonte: o Autor, 2014	113
Figura 28 –	Perfil 2 – EDSON – GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico. Fonte: o Autor, 2014	115
Figura 29 –	Mosaico de fotografias de um mesmo evento chuvoso. (1) ravinas na parcela T0; (2) e (3) caixa coletora da Parcela T0, com destaques para a significativa presença de sedimentos, caracterizando perda de água e solo; (4) (5) e (6) perda de água e solo nas caixas coletoras das Parcelas T1 e T2. Fonte: o Autor, 2015	145

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 –	Pluviosidade anual (mm/ano) em São Gonçalo – RJ, de 2005 a 2014. Fonte: Estação Climatológica da UERJ / FFP	75
Gráfico 2 –	Pluviosidade mensal média (mm/mês) de São Gonçalo – RJ, de 2005 a 201. Fonte: Estação Climatológica da UERJ / FFP	75
Gráfico 3 –	Densidades do solo nas parcelas de erosão T0, T1 e T2, às profundidades 0-5 cm, 30-35 cm e 40-45cm. Fonte: UERJ/FFP-LabGeo, 2014	124
Gráfico 4 –	Velocidades de infiltração da água no solo e respectivas umidades, à profundidade de 0 cm, em diferentes posições, nas parcelas de erosão da EEPPE-AFEN	127
Gráfico 5 –	Velocidades de infiltração da água no solo e respectivas umidades, à profundidade de 30 cm, em diferentes porções, nas parcelas de erosão da EEPPE-AFEN	127
Gráfico 6 –	Resistência do solo à penetração nas parcelas de erosão T0, T1 e T2, considerando a profundidade 0 a 60 cm	129
Gráfico 7 –	Pluviometria mensal (mm/mês) estratificada, registrada na EEPPE-AFEN	132
Gráfico 8 –	Registro diário da pluviometria (mm/dia), de maio de 2014 a março de 2015, com destaque para os períodos seco e úmido	133
Gráfico 9 –	Registro diário da pluviometria (mm/dia) nos períodos seco e úmido, de abril de 2014 a março de 2015	133
Gráfico 10 –	Comparativo de chuvas (mm/mês) da EEPPE/AFEN e da Estação Climatológica UERJ / FFP, no período de abril de 2014 a março de 2015, e média mensal do decênio 2004-2014	134
Gráfico 11 -	Valores médios dos potenciais matriciais dos GMS's, nas profundidades de 20 e 40 cm, nos diferentes tratamentos, nos períodos integral, úmido e seco	135
Gráfico 12 -	Valores diários da pluviometria e dos potenciais matriciais dos GMS's, nas profundidades de 20 e 40 cm, nos diferentes tratamentos, no período de maio/2014 a março/2015	137

Gráfico 13 -	Valores diários da pluviometria e dos potenciais matriciais dos GMS's, nas profundidades de 20 e 40 cm, nos diferentes tratamentos, no período seco	139
Gráfico 14 -	Valores diários da pluviometria e dos potenciais matriciais dos GMS's, nas profundidades de 20 e 40 cm, nos diferentes tratamentos, no período úmido	141
Gráfico 15 -	Escoamento hídrico total na área da EEPPE/AFEN - maio de 2014 a março de 2015	143
Gráfico 16 -	Escoamento hídrico (litros/dia), pluviometria e dinâmica hidrológica na EEPPE/AFEN, no período de maio de 2014 a março de 2015	144
Gráfico 17 -	Escoamento hídrico na área da EEPPE/AFEN, no período úmido	145
Gráfico 18 -	Perdas de solo (g/m^2), pluviometria e dinâmica hidrológica na EEPPE-AFEN, no período úmido - de novembro de 2104 a março de 2015.....	147

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 –	Mapa de localização da Bacia da Baía de Guanabara, com destaques para a Bacia do Caceribu e o Assentamento Fazenda Engenho Novo	67
Mapa 2 –	Mapa de localização do Assentamento Fazenda Engenho Novo, com destaque para o sítio Carvalho de Justiça	68
Mapa 3 –	Mapa de localização do Sítio Carvalho de Justiça e da EEPPE/AFEN no Assentamento Fazenda Engenho Novo	73
Mapa 4 –	Mapa geológico da área do Assentamento Fazenda Engenho Novo	79
Mapa 5 –	Mapa de uso e cobertura da bacia do Rio da Aldeia, no município	84
Mapa 6 –	Mapa de elevação do Assentamento Fazenda Engenho Novo	85
Mapa 7 –	Mapa de declividade do Assentamento Fazenda Engenho Novo	87

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Classificação das intensidades de chuvas registradas no período de maio de 2004 a abril de 2015 na Estação Climatológica UERJ/FFP, classificadas segundo os critérios da GEORIO e de Reichardt (1987)	76
Tabela 2 –	Declividades medidas nas parcelas de erosão da EEPPE/AFEN e no Perfil 1	86
Tabela 3 -	Categorias de meios porosos para estimativa do parâmetro α	105
Tabela 4 -	Categorias de meios porosos para estimativa do parâmetro C	105
Tabela 5 -	Classes de permeabilidade do solo à água	105
Tabela 6 -	Resistência do solo à penetração, segundo o USDA (1993)	107
Tabela 8 -	Argissolo do Perfil 1: profundidade, espessura e classe textural dos horizontes	112
Tabela 9 -	Gleissolo do Perfil 2: profundidade, espessura e classe textural dos horizontes.....	114
Tabela 10 -	Teores de carbono orgânico e de matéria orgânica nos horizontes do Argissolo do Perfil 1. Fonte: UERJ/FFP-LabGeo, 2014	116
Tabela 11 -	Teor de carbono orgânico e de matéria orgânica nas parcelas T0, T1 e T2, da EEPPE-AFEN. Fonte: UERJ/FFP-LabGeo, 2014	116
Tabela 12 -	Valores de pH em água nos horizontes do Argissolo do Perfil 1. Fonte: UFRRJ/IA-LabFer, 2014	117
Tabela 13 -	Valores de pH em água em diferentes profundidades nas parcelas T0, T1 e T2. Fonte: UFRRJ/IA-LabFer, 2014	117
Tabela 14 -	Teores de Fósforo e Potássio nos horizontes do Argissolo do Perfil 1. Fonte: UFRRJ/IA-LabFer, 2014	118
Tabela 15 -	Teores de Fósforo e Potássio nas parcelas T0, T1 e T2. Fonte: UFRRJ/IA-LabFer, 2014	118
Tabela 16 -	Teores de Cálcio + Magnésio e de Alumínio nos horizontes do Argissolo do Perfil 1. Fonte: UFRRJ/IA-LabFer, 2014	119
Tabela 17 -	Teores de Cálcio + Magnésio e de Alumínio nas Parcelas T0, T1 e T2. Fonte: UFRRJ/IA-LabFer, 2014	119

Tabela 18 -	Teores de Sódio, Cálcio, Magnésio, Potássio e Acidez Potencial nos horizontes do Argissolo do Fonte: UFRRJ/IA-LabFer, 2014	119
Tabela 19 -	Teores de Sódio, Cálcio, Magnésio, Potássio e Acidez Potencial nas parcelas T0, T1 e T2. Fonte: UFRRJ/IA-LabFer, 2014	120
Tabela 20 -	Valores de parâmetros derivados, S, T, V, m e n nos horizontes do Argissolo do Perfil 1. Fonte: Fonte: UFRRJ/IA-LabFer, 2014	120
Tabela 21 -	Valores de parâmetros derivados, S, T, V, m e n nas parcelas de erosão T0, T1 e T2. Fonte: UFRRJ/IA-LabFer, 2014	121
Tabela 22 -	Granulometria encontrada nos horizontes do Argissolo do Perfil 1. Fonte: UERJ/FFP-LabGeo, 2014	121
Tabela 23 -	Porosidade total, microporosidade e macroporosidade das parcelas de erosão da EEPPE-AFEN. Fonte: UERJ/FFP-LabGeo, 2014	122
Tabela 24 -	Variação da densidade do solo das parcelas de erosão da EEPPE-AFEN, nas profundidades 0 a 5 cm e 30 a 35 cm. Fonte: UERJ/FFP-LabGeo, 2014	125
Tabela 25 -	Velocidade de infiltração e permeabilidade do solo à água, a diferentes profundidades e posições, nas parcelas de erosão da EEPPE-AFEN	126
Tabela 26 -	Resistência do solo à penetração a diferentes profundidades, nas parcelas de erosão da EEPPE-AFEN	128
Tabela 27 -	Pluviometria mensal (mm/mês) registrada na EEPPE-AFEN	130
Tabela 28 -	Pluviometria diária (mm/dia) registrada na EEPPE-AFEN	131
Tabela 29 -	Valores médios dos potenciais matriciais dos GMS's até -200 kPa, nas profundidades de 20 e 40 cm, nos diferentes tratamentos, considerando três períodos	135
Tabela 30 -	Escoamento hídrico e perda de solo nas parcelas de erosão da EEPPE-AFEN	142
Tabela 31 -	Estratos de chuvas, escoamento hídrico e perdas de solo nas parcelas de erosão da EEPPE-AFEN	148

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APRAFEN	Associação dos Produtores Rurais Assentados da Fazenda Engenho Novo
ASPTA	Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa
CIDE	Fundação Centro de Informações e Dados do Estado do Estado do Rio de Janeiro
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - Serviço Geológico do Brasil
DRM-RJ	Departamento de Recursos Minerais – Serviço Geológico do Estado do Rio de Janeiro
EEPPE/AFEN	Estação Experimental de Pesquisa Participativa em Erosão Assentamento Fazenda Engenho Novo
EMATER-RIO	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Rio de Janeiro
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPAMIG	Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Minas Gerais
FFP	Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro
GEORIO	Fundação Instituto de Geotécnica do Município do Rio de Janeiro
IAC/SP	Instituto Agrônomo de Campinas – Governo do Estado de São Paulo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGU	União Geográfica Internacional
INEA	Instituto Estadual do Ambiente do Estado do Estado do Rio de Janeiro

INEPAC	Instituto Estadual do Patrimônio Cultural do Rio de Janeiro
ITERJ	Instituto de Terras e Cartografia do Estado do Rio de Janeiro
LabFer	Laboratório de Fertilidade de Solo do Instituto de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
LabGeo	Laboratório de Geociências da Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro
PAQL	Programa de Análise de Qualidade de Laboratórios de Fertilidade
PMSG	Prefeitura Municipal de São Gonçalo
SBCS	Sociedade Brasileira de Ciência do Solo
SiBCS	Sistema Brasileiro de Classificação de Solo
STR-SG	Sindicato dos Trabalhadores Rurais de São Gonçalo
UEL	Universidade Estadual de Londrina
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFF	Universidade Federal Fluminense
UFLA	Universidade Federal de Lavras
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRRJ	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
UFV	Universidade Federal de Viçosa

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	25
1	OBJETIVO GERAL	28
1.1	Objetivos Específicos	28
2	EMBASAMENTO TEÓRICO METODOLÓGICO	29
2.1	Elementos e Processos da Paisagem	29
2.1.1	<u>O Papel do Clima</u>	30
2.1.2	<u>O Solo</u>	30
2.1.2.1	Argissolos	31
2.1.2.2	Gleissolos	32
2.1.2.3	Principais Propriedades do Solo e Degradação	33
2.1.3	<u>Água no Solo</u>	37
2.1.3.1	Água: estrutura e propriedades	37
2.1.3.2	Energia da Água no Solo	38
2.1.3.3	Dinâmica da Água no Solo	43
2.1.3.4	Condutividade Hidráulica	44
2.1.4	<u>Erosão Hídrica Superficial do Solo</u>	46
2.1.4.1	Fatores Controladores	48
2.1.4.2	Equação Universal de Perdas de Solo - USLE	54
2.1.5	<u>Princípios do Manejo Conseracionista</u>	55
2.1.6	<u>Adubação Verde</u>	60
2.1.6.1	Cudzu Tropical – <i>Pueraria phaseoloides</i>	63
2.1.6.2	Feijão Guandu – <i>Cajanus cajan</i>	64

3	ÁREA DE ESTUDO	66
3.1	Caracterizações Geral e Histórica	66
3.1.1	<u>Estação Experimental de Pesquisa Participativa de Erosão Assentamento Fazenda Engenho Novo</u>	72
3.2	Caracterizações do Meio Físico e Bótico	74
3.2.1	<u>Clima</u>	74
3.2.1.1	Caracterização Pluviométrica	74
3.2.1.2	Intensidade Pluviométrica	76
3.2.2	<u>Gelologia</u>	76
3.2.2.1	Domínios Geológicos do Quaternário	78
3.2.2.2	Domínios Geológicos do Pré-Cambriano	78
3.2.3	<u>Geomorfologia</u>	80
3.2.3.1	Unidade Geomorfológica Bacia de Macacu	80
3.2.4	<u>Pedologia</u>	81
3.2.5	<u>Uso e Cobertura</u>	82
3.2.6	<u>Hipsometria</u>	83
3.2.7	<u>Declividade</u>	86
4	MATERIAIS E MÉTODOS	88
4.1	Instalação das Parcelas de Erosão	88
4.2	Semeadura de Leguminosas nas Parcelas T1 e T2	91
4.3	Terraceamento	92
4.4	Quantificação das Perdas de Água e Solo	94
4.5	Estudo e Caracterização dos Solos	95
4.5.1	<u>Abertura de Perfis de Solo</u>	95
4.5.2	<u>Coletas de Amostras Indeformadas</u>	97

4.5.2.1	Porosidade e Densidade do Solo	98
4.5.3	<u>Coletas de Amostras Deformadas</u>	100
4.5.3.1	Análises Granulométricas	101
4.5.3.2	pH e Matéria Orgânica	101
4.5.3.3	Química (Complexo Sortivo)	102
4.5.4	<u>Condutividade Hidráulica</u>	103
4.5.5	<u>Resistência do Solo à Penetração</u>	106
4.6	Monitoramentos da Pluviosidade	107
4.7	Monitoramento do Comportamento Hidrológico	108
4.8	Confecção de Mapas	111
4.9	Análises Estatísticas	111
5	RESULTADOS OBTIDOS	112
5.1	Descrição dos Solos	112
5.2	Análises Químicas e Físicas	115
5.2.1	<u>Matéria Orgânica</u>	115
5.2.2	<u>pH em Água</u>	116
5.2.3	<u>Fertilidade do Solo</u>	117
5.2.4	<u>Granulometria</u>	121
5.2.5	<u>Porosidade</u>	122
5.2.6	<u>Densidade</u>	123
5.2.7	<u>Condutividade Hidráulica</u>	125
5.2.8	<u>Resistência do Solo à Penetração</u>	128
5.3	Pluviometria	130
5.4	Comportamento Hidrológico	134

5.5	Perdas de Água e Solo	142
	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	149
	REFERÊNCIAS	152
	APÊNDICE A - Instalação das Parcelas de Erosão da EEAPPE-AFEN	161
	APÊNDICE B - Construção de Pluviômetro de PVC de 100 mm de Ø	165
	APÊNDICE C - Geotermômetros: Instalação e Proteção	166
	APÊNDICE D - Classificação Pedológica Perfil 1	167
	APÊNDICE E - Classificação Pedológica Perfil 2	168
	APÊNDICE F - Granulometria do Perfil 1 – Argissolo	169
	APÊNDICE G - Granulometria do Perfil 2 – Gleissolo	170
	APÊNDICE H - Fertilidade do Solo – Perfil 1 e Perfil 2	171
	APÊNDICE I - Porosidades e Densidade de Solo	173
	APÊNDICE J - Ensaio de Resistência do Solo à Penetração nas Parcelas de Erosão T0, T1 e T2	177
	APÊNDICE L - Leituras de Potencial Matricial (kPa) Diário	183
	APÊNDICE M – Perdas de Água e Solo nas parcelas T0, T1 e T2	186
	APÊNDICE N – Análise Estatística	189
	ANEXO A – Ficha de Classificação Pedológica	191

INTRODUÇÃO

Há tempos a Geografia deixou de direcionar os seus estudos à mera e exclusiva descrição das paisagens naturais. Hoje, as relações sociedade-natureza constituem-se em objeto da maior relevância para o estudo da ciência geográfica, desempenhando papel fundamental, não só para a produção de conhecimento, mas também para transformar esse conhecimento em um bem voltado para a humanidade (ROSS, 2009).

Um dos muitos conceitos de paisagem, bem sintonizado com os dias de hoje, é aquele assinalado por Rodriguez (2007), em que remete a um conjunto, composto por um espaço físico e um sistema de recursos naturais que se integram às sociedades em um binômio inseparável Sociedade/Natureza. Considerando a evolução temporal do conceito de paisagem, este autor afirma que, a partir dos últimos cinquenta anos, incorporou-se à ciência da paisagem a análise funcional, quando foram introduzidos os métodos sistêmicos e quantitativos e desenvolvida a ecologia da paisagem. Desde 1985, ganhou força a integração geocológica, direcionando a sua principal atenção para a inter-relação dos aspectos estrutural-espacial e dinâmico-funcional das paisagens, integrando as concepções científicas biológicas e geográficas sobre as paisagens. Essa integração de conhecimentos facultou a criação de sinergias, permitindo constante busca pela compreensão do todo, complexo e infinito, descrito na teoria geral dos sistemas, proposta por Bertalanffy (1968).

Considerando as necessidades do mundo atual, em termos de planejamento e de gestão geoambiental, Rodriguez & Silva (2013) consideram como uma unidade operacional de partida a bacia hidrográfica, um tipo especial de sistema ambiental, em particular de geossistema¹, definindo-a como um espaço físico organizado de acordo com o escoamento de determinados fluxos hídricos. Assim, a espacialidade da bacia hidrográfica na superfície terrestre assume característica inerente e fundamental, sendo formada pela interação de todos os componentes naturais, em diferentes níveis, incluindo as modificações e transformações antropogênicas.

Tratando das possibilidades de estudos sistêmicos na bacia hidrográfica, Ross (2009) afirma que a partir da caracterização integrada do meio físico é possível compreender as inter-

¹ Geossistema - é uma dimensão do espaço terrestre onde os diversos componentes naturais encontram-se em conexões sistêmicas uns com os outros, apresentando uma integridade definida, interagindo com a esfera cósmica e com a sociedade humana (SOTCHAVA, 1960).

relações entre os diferentes componentes fisiográficos, tais como: geologia, geomorfologia, pedologia, hidrologia, cobertura vegetal, efeito antrópico, etc.

Para Tundisi & Tundisi (2011), as características próprias da bacia hidrográfica a tornam uma unidade bem definida, permitindo a integração multidisciplinar entre diferentes sistemas de gerenciamento, estudo e atividade ambiental, além de permitir aplicação adequada de tecnologias avançadas.

No contexto de uma bacia hidrográfica, o sistema solo assume importante papel. Para Vezzani (2011), o solo representa um sistema não-isolado, pois mantém relações com os demais sistemas do universo. No solo são constantes as trocas tanto de matéria como de energia, sendo, por esta razão, classificado como um sistema aberto, que funciona afastado do equilíbrio termodinâmico. No ambiente, o solo funciona como uma estrutura dissipativa, um meio para o crescimento das plantas; regula e compartimentaliza o fluxo de água; estoca e promove a ciclagem de elementos químicos; e serve como um tampão ambiental na formação, atenuação e degradação de compostos prejudiciais ao ambiente.

Em sua obra, Amador (2012) é categórico em assinalar que a bacia da Guanabara resulta do produto de uma longa história de evolução e de uma rápida história de degradação ambiental e social. Suas terras, englobam a bacia do rio da Aldeia, onde atualmente se localiza o assentamento Fazenda Engenho Novo, foram exploradas à exaustão desde a época da colonização do Brasil, passando por diversos donos e vivenciando diferentes ciclos de exploração econômica. Hoje, se apresentam bem exauridas e erodidas, com baixa capacidade produtiva, sendo esse seu estado, responsável em grande parte pelo insucesso dos agricultores assentados e da comunidade que ali vivem.

As especificidades pedológicas, presentes em parte significativa dos solos encontrados no Assentamento Fazenda Engenho Novo, sobretudo naquelas em que ocorrem mudanças texturais abruptas, dificultam a infiltração e o estoque de água, acabando por favorecer à erosão hídrica superficial. Este conjunto de fatores predispõem limitações à dinâmica funcional do solo, reduzindo drasticamente a sua capacidade produtiva e impondo-lhes uma condição segundo a qual, mesmo após a ocorrência de chuva, o sistema acaba retornando rapidamente à condição original, anterior ao evento. Se o aporte de água no sistema solo é deficiente, é de se esperar que o mesmo funcione de forma debilitada, não cumprindo satisfatoriamente com as suas funções.

Assim, torna-se oportuno e justificável estabelecer comparativos entre o comportamento do solo com cobertura e sem cobertura vegetal, bem como verificar respostas ao emprego de práticas de conservação de solo e água. Cabem, portanto, questionamentos

sobre o comportamento do sistema solo e as formas de uso e manejo no Assentamento Fazenda Engenho Novo, sendo necessário conhecer:

1- Qual a relação chuva-escoamento e a produção de sedimentos nos diferentes tipos de cobertura do solo?

2- Quais mudanças podem ocorrer na infiltração, estocagem e drenagem da água no solo, assim como na redução das taxas de erosão por escoamento superficial, em solo com gradiente textural, quando da introdução de manejo conservacionista?

3- Como o sistema de manejo conservacionista pode fundamentar uma nova forma de exploração nos sítios do assentamento, revitalizando as condições do sistema solo e melhorando a sua capacidade produtiva?

A fim de se proceder os estudos de campo relacionados à erosão hídrica superficial do solo e ao manejo conservacionista, nas condições da bacia do rio da Aldeia, no distrito de Monjolos, São Gonçalo – RJ, instalou-se a Estação Experimental de Pesquisa Participativa em Erosão Assentamento Fazenda Engenho Novo - EEPPE/AFEN - localizada no sítio Carvalho de Justiça, lote 7, cuja proprietária é a Sra. Lucía Teixeira Brasileiro, que é agricultora assentada adepta à prática da adubação verde. Todo o trabalho de campo contou com a efetiva participação da Associação dos Produtores Rurais Assentados da Fazenda Engenho Novo - APRAFEN e do Sindicato dos Trabalhadores Rurais de São Gonçalo - STR-SG.

1- OBJETIVO GERAL

Como objetivo geral, a pesquisa pretende avaliar a dinâmica das perdas de solo e água, mediante à utilização do manejo conservacionista, como uma alternativa possível para a agricultura familiar, no Assentamento Fazenda Engenho Novo.

1.1- Objetivos Específicos

- 1) avaliar a influência das propriedades físicas nas perdas de água e solo nos diferentes sistemas de manejo: a) solo sem cobertura vegetal; b) solo coberto com Cudzu Tropical; c) solo coberto com Cudzu Tropical e terraços de base estreita, com cristas vegetadas com Guandu;
- 2) verificar o comportamento hidrológico do solo sob diferentes sistemas de manejo, por intermédio do monitoramento diário de instrumentos de campo;
- 3) comparar as respostas erosivas, por meio das perdas de água e solo, nos diferentes tratamentos, avaliados por intermédio das parcelas de erosão instaladas;

2- EMBASAMENTO TEÓRICO-METODOLÓGICO

2.1- Elementos e Processos da Paisagem

Para a ciência geográfica, a paisagem constitui o seu campo de investigação. A perspectiva holística, como apresentou Christofolletti (1999), permite que o espaço seja analisado e compreendido como um sistema ambiental, físico e sócio econômico, apresentando estrutura, funcionalidade e dinâmica entre os seus elementos físicos, biogeográficos, sociais e econômicos.

Muitos autores, dentre os quais Bertrand (1971), Tricart (1977), Bolós (1981), Rougerie e Beroutchachvili (1991), citados por Christofolletti (1999), apontam que, para os estudos de Geografia Física, nos últimos anos, a visão geossistêmica, como abordagem metodológica, vem se caracterizando como seu objetivo fundamental. Nesse sentido, os geossistemas representam os fenômenos naturais (fatores geomorfológicos, climáticos, hidrológicos e vegetacionais), que podem relacionar-se com os fatores econômicos e sociais, resultando na paisagem modificada, ou não, pela sociedade. Para tanto, Guerra & Marçal (2012) afirmam que o seu estudo requer o conhecimento e a análise dos componentes da natureza, sobretudo através das suas conexões.

Para esta investigação, é singular a contribuição de Rodriguez (2007) acerca do enfoque funcional na análise da paisagem, onde o seu funcionamento constitui uma das principais propriedades do complexo geográfico como geossistema, que determina sua integridade e sua existência independente. Logo, o funcionamento da paisagem constitui um processo pelo qual se cumprem funções, ações e determinado trabalho, intercambiando matéria e energia a partir da interação dos componentes na própria paisagem com o exterior.

Discorrendo sobre a importância da bacia hidrográfica no contexto dos assentamentos agrícolas, Resende *et al.* (2000) destacam a necessidade de se buscar a otimização das relações homem-natureza, procurando estabelecer o equilíbrio entre a produção de alimentos e a ocupação harmônica do espaço, com o mínimo de degradação. E isso assume importância ainda maior nos dias atuais, onde se aguça a percepção de ser a água o recurso mais escasso. Assim é que, essa otimização do uso da terra pode ser adequadamente valorizada tomando a bacia hidrográfica como unidade de planejamento.

2.1.1- O Papel do Clima

No que se refere à ciência ambiental, o estudo do tempo e do clima reveste-se como elemento de relevância singular, uma vez que a dinâmica climática está diretamente relacionada à intensidade apresentada pelos processos geomorfológicos, pela formação dos solos e desenvolvimento das plantas. Todo o sistema ambiental físico funciona à base de calor e umidade e isso possibilitou Christofolletti (1999) afirmar que, o clima representa o controlador dos processos e da dinâmica de todo o geossistema, apesar de não assumir um papel intrínseco e integrante na visualização da organização espacial.

A zona tropical caracteriza-se pela grande quantidade de energia solar, apresentando uma dinâmica atmosférica específica. Assim é que os processos da atmosfera influenciam os processos nas outras partes do ambiente, especialmente na biosfera, hidrosfera e litosfera. Esses quatro domínios globais não se superpõem uns aos outros, mas permutam matéria e energia entre si, continuamente, (AYOADE,1996).

Dentre os diversos fatores climáticos de elevada importância para o funcionamento regular da paisagem tropical destaca-se a precipitação pluviométrica, pois as chuvas representam a oferta e o aporte de água no sistema, permitindo-lhe cumprir com as diferentes funções. A precipitação tende a ser mais sazonal em sua incidência nos trópicos, ocorrendo principalmente durante o verão e abrangendo metade do ano, sendo a outra estação relativamente seca, principalmente no inverno (AYOADE,1996).

2.1.2- O Solo

O solo pode ser compreendido como uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, contêm matéria viva e podem ser vegetados na natureza onde ocorrem e, eventualmente, terem sido modificados por interferências antrópicas (EMBRAPA-SiBCS, 2013).

Tal como a teoria geral dos sistemas, proposta por Bertalanffy (1968), os solos, como entidades sistêmicas em que o todo organizado é mais significativo que as partes isoladas, comportam-se como sistemas abertos e complexos, interagindo e trocando energia, matéria e informação com a biosfera, litosfera, hidrosfera e atmosfera. Assim é que, fluxos destes elementos são continuamente transferidos dos minerais do solo para as plantas e destas para o solo, dos resíduos vegetais aos microorganismos do solo e destes aos minerais; fluxos de água

passam continuamente através do solo, adicionando, transferindo e removendo elementos químicos, minerais e compostos orgânicos. Como componente próprio de um geossistema, o solo é constantemente perturbado por forças internas e externas e, para estabelecer as relações dentro do sistema e destes com suas circunvizinhanças, é necessário discriminar os seus limites operacionais, definidos em função da escala e dos objetivos do estudo pretendido. Assim é que, para fins operacionais, o sistema pode ser subdividido em uma hierarquia de subsistemas, da pedosfera à solução do solo, possibilitando com o detalhe desejado o estudo das transferências entre os sistemas (ou subsistemas) e suas circunvizinhanças (KÄMPF & CURI, 2012).

2.1.2.1- Argissolos

Do latim, *argilla*, “argila”; conotativo de solos com processo de acumulação de argila (EMBRAPA/SiBCS, 2013).

Presentes em aproximadamente 24% da superfície do país, os argissolos representam uma das classes de solos mais comuns no território brasileiro, podendo ser encontrados em praticamente todas as regiões brasileiras, em diversas condições de clima e relevo (SANTOS, *et al.*, 2014).

As características marcantes dos argissolos são o desenvolvimento de cores diferenciadas, estrutura e diferenciação textural da superfície para baixo. Formam uma classe bastante heterogênea que, em geral, tem em comum um aumento substancial no teor de argila, variando a partir da superfície de arenosa a argilosa, e de média a muito argilosa; são bem estruturados, apresentando profundidade variável e cores predominantemente avermelhadas ou amareladas, sua fertilidade natural é variável, com predomínio de solos de relativa pobreza de nutrientes, embora ocorram áreas de ótima fertilidade natural. Em síntese, são solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B textural imediatamente abaixo dos horizontes A ou E. (SANTOS, *et al.*, 2014).

Lepsch (2011) assinala que o gradiente textural, onde os horizontes mais superficiais (A ou E) apresentam menores teores de argila em relação aos subsuperficiais (B textural), decorre da mobilização e perda de argila da parte mais superficial do solo. Diante de tal fato, à medida que as águas das chuvas infiltram na matriz do solo encontram grandes poros e pouca argila nos horizontes mais arenosos da superfície, penetrando com facilidade. Porém, ao atingir o horizonte B, a macroporosidade diminui e o teor de argila se eleva, tal e qual a capacidade de retenção hídrica. Nesse sentido, é criado um gradiente de velocidade de

infiltração. Conforme a água da chuva cai sobre o solo, satura o horizonte superficial, dificultando a infiltração de água e favorecendo a formação de enxurradas, que agravam o processo erosivo. Nesse sentido é que os argissolos são especialmente vulneráveis à erosão hídrica, necessitando de cuidados especiais em seu manejo.

Estudando a relação umidade versus resistência à penetração para argissolos amarelo distrocoeso no Recôncavo da Bahia, Silveira *et al.* (2010) observaram elevado coeficiente de variação e elevada correlação negativa com a umidade do solo, demonstrando significativo aumento da resistência à penetração quando o solo apresenta redução no seu nível de umidade.

Anjos *et al.* (2013) destacam a vulnerabilidade dos solos da classe dos argissolos à erosão hídrica, decorrente da diferença entre a textura e a permeabilidade à água do horizonte A para o B, o que faz com que o processo de conservação de solo e água exija cuidados diferenciais em sua concepção e manejo.

Em trabalho sobre perda de solo e água por erosão hídrica em argissolos sob diferentes densidades de cobertura vegetal, Tartari *et al.* (2012) chegaram à conclusão de que o uso de cobertura vegetal reduziu em até 75% as perdas de solo por erosão hídrica durante os eventos de precipitação, quando comparado ao comportamento em solo descoberto.

2.1.2.2- Gleissolos

Do russo *gley*, “massa de solo pastosa”; conotativo de excesso de água (EMBRAPA/SiBCS, 2013).

Constituem-se em solos rasos, mal drenados ou muito mal drenados, e têm estrutura do horizonte Bg ou Cg fracamente desenvolvida ou mesmo maciça ou, em áreas drenadas artificialmente, prismas grandes, compostos ou não por blocos, com rachaduras e fendilhamentos no período seco. Os Gleissolos, como os demais solos de várzeas, são relativamente jovens, pouco desenvolvidos e originados de sedimentos do quaternário de origem fluvial, ou marinha, ou mista. Podem ser eutróficos ou distróficos, com atividade de argila alta ou baixa e de classes de textura variáveis (ANJOS & PEREIRA, 2013).

Anjos & Pereira (2013) fazem um relato esclarecedor acerca deste tipo de solo, que ocorre em relevo plano, em vales interiores, baixadas e planícies fluviais e marinhas no Estado do Rio de Janeiro. Compreendem solos pouco profundos, constituídos por material mineral com horizonte glei (horizontes de cores cinzentas com ou sem mosqueado ou variegado de cores mais vivas), imediatamente abaixo de horizonte A ou de horizonte hístico

com espessura insuficiente para definir a classe dos Organossolos. A base para a sua classificação é o predomínio de condições hidromórficas, que se refletem na forte gleização, resultante de processos de intensa redução de compostos de ferro, em presença de matéria orgânica, em regime de excesso de umidade permanente ou periódica.

2.1.2.3- Principais Propriedades do Solo e Degradação

O solo, do ponto de vista da física do solo, é um sistema trifásico (fases sólida, líquida e gasosa) muito heterogêneo. A fase sólida representa a matriz do solo. A fase líquida representa a solução do solo, de onde as raízes das plantas extraem em maior parte os nutrientes de que necessitam. Por fim, a fase gasosa representa a atmosfera do solo. A água e o ar do solo variam em composição tanto no tempo como no espaço, podendo inclusive estar ausentes em determinadas condições. A caracterização do solo dá-se por meio do estudo da sua fase sólida ou matriz do solo, que se constitui de componentes sólidos, minerais e orgânicos (LIER, 2010).

- **Textura** - é uma característica física do solo de grande estabilidade, sendo importante na identificação e classificação dos solos, possibilitando ainda prever o seu comportamento. Representa a proporcionalidade relativa entre as frações granulométricas areia, silte e argila, componentes minerais da fase sólida que são definidos segundo escala de tamanho. As diferentes combinações entre os teores dessas frações na granulometria do solo originam as classes de textura. A importância de as partículas minerais serem agrupadas em classes, em função de seu tamanho, se deve à relação entre essa característica e a superfície exposta, ou seja, a superfície que será tanto maior quanto maior for a proporção de partículas finas no solo. Assim é que solos de textura argilosa apresentarão maior retenção de água e adsorção iônica que solos de textura arenosa (FERREIRA, 2010). Discorrendo sobre a textura, Klein (2014) enaltece que solos com intermediário teor de argila são melhores para fins agrícolas, em razão de suas propriedades químicas e físicas, pois a distribuição do tamanho das partículas do solo interfere diretamente no grau de compactação, na disponibilidade de água, na capacidade de troca cátions e na dosagem de nutrientes, corretivos e herbicidas.
- **Mudança Textural Abrupta** - considerando a relevância da morfologia no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, Ribeiro *et al.* (2012) destacam que o atributo diagnóstico, representado por uma Mudança Textural Abrupta, refere-se a um

considerável incremento no teor de argila dentro de uma pequena distância vertical, observada na transição entre os horizontes A ou E e o horizonte Bt. A condição de sobreposição imediata de um horizonte mais arenoso a um muito mais argiloso confere ao solo maior suscetibilidade à erosão hídrica. Tal fato decorre da brusca diminuição da condutividade hidráulica do horizonte subsuperficial em relação ao horizonte superficial, que favorece à saturação deste e o aumento do escoamento superficial durante as chuvas, diminuindo a coesão entre as partículas e facilitando o seu arraste pelas enxurradas. Nesse sentido é que solos que apresentam mudança textural abrupta, próxima à superfície, tendem a apresentar elevada erodibilidade, ainda que situados em áreas de relevo suave ondulado.

- **Estrutura** - é o arranjo e a disposição das partículas que formam a massa de terra, formando um sistema de porosidade variável, representa a estrutura do solo. Tais partículas podem ser arrançadas como blocos de construção a partir dos quais o solo é montado. As partículas individuais podem permanecer relativamente independentes umas das outras, mas mais comumente se organizam sob a forma de agregados de diferentes tamanhos e formas, tais como grânulos arredondados, blocos, placas planas (RIBEIRO *et al.*, 2012). De acordo com Bertoni & Lombardi Neto (2012), uma boa estrutura é aquela rica em poros e espaços porosos bastante volumosos para aeração, infiltração e desenvolvimento radicular das plantas, e agregados densos e coesos. Esses autores destacam ainda que a estrutura do horizonte B é de grande importância na absorção da água e na circulação do ar. Solos com uma camada adensada têm sérios problemas de manejo, pois a absorção da água da chuva é lenta e a penetração das raízes, limitada, pela falta de oxigênio. Asseguram ainda que não há muito o que fazer para melhorar a estrutura de um horizonte B muito argiloso. No intuito de atenuar o problema tem sido tentado o emprego de práticas como a aração profunda e a subsolagem. Destacam, por fim, a capacidade de algumas plantas perenes de raízes profundas, como a alfafa, em abrir canalículos que melhoram as condições para a movimentação de ar e água.
- **Porosidade** - a porosidade de um solo é o volume não ocupado pelos constituintes sólidos deste solo, sendo tal volume ocupado pelo ar e pela água. Através da porosidade há transferência de sólidos, líquidos e gases no interior do solo, além da atividade biológica. Em solos onde predominam partículas menores, como as argilas, os poros são muito pequenos, visíveis apenas por microscopia eletrônica. Já em solos mais arenosos, a porosidade será mais grossa, sendo visível a olho nu. Os poros são

classificados em macroporos, cuja circulação de água é mais rápida e de retenção hídrica deficiente; e microporos, cuja circulação de água é mais lenta (capilaridade) e de retenção hídrica eficiente, podendo resultar em abundante armazenamento de água para as plantas. A porosidade exerce papel de extrema relevância no funcionamento do solo, sendo responsável pela retenção de mais ou menos água no solo (BRADY & WEIL, 2013). As mudanças verticais bruscas no diâmetro e na morfologia dos poros podem resultar em sérios problemas de erosão, especialmente naqueles solos que se apresentam com descontinuidades texturais e estruturais abruptas, ou seja:

[...] horizontes superficiais arenosos, com porosidade textural grosseira e horizontes subsuperficiais argilosos, com porosidade textural fina e poros fissurais. Neste caso, a água infiltra rapidamente no horizonte superficial e sofre uma brusca redução na velocidade de infiltração no topo do horizonte B, levando a um encharcamento da superfície, iniciando um movimento lateral e podendo provocar erosão (GUERRA *et al.*, 2010).

Quando exposta à ação de cargas, a massa do solo tende a sofrer rearranjos, que será dependente da intensidade da carga aplicada, resultando, normalmente, em um aumento de densidade com conseqüente decréscimo de seu volume (deformação). Esse fenômeno é chamado de compressão, podendo ocorrer por Compactação (compressão de um solo não saturado, durante a qual ocorre um aumento da densidade do solo, devido à redução de seu volume com a expulsão de ar contido nos vazios do solo) ou Adensamento (redução do volume com expulsão de água contida nos vazios do solo). Cabe destacar que, a redução do volume do solo pode decorrer tanto do manejo agrícola inadequado como também de processos pedogenéticos, como, por exemplo, o horizonte Bt, horizontes “Fragipans”, “Duripans”, plintitas, dentre outros (TAVARES FILHO, 2013).

- **Densidade** - a relação entre massa seca de sólidos (a 105 °C) e o volume total do solo, que considera o seu espaço poroso, é denominada densidade do solo. Trata-se de uma propriedade física que reflete o arranjo das partículas do solo e, dessa forma, descreve o estado da estrutura do solo, sendo influenciada pela textura, tipos e formas de estruturas do solo, teor de matéria orgânica, teor de umidade, tipo de argila, densidade de partículas e pelo uso e manejo do solo (KLEIN, 2012). Para solos com estrutura tipo bloco, compacta ou similar, a densidade pode variar entre 1,50 e 1,80 g.dm⁻³ (TAVARES FILHO, 2013). Esse autor cita Reinert e Silva (2001), para destacar a existência de valores críticos de densidade do solo, que, além dos quais, podem caracterizar o solo como compactado:
 - solo com textura argilosa (mais de 550 g.kg⁻¹ de argila) – D =1,45 mg.m⁻³

- solo com textura média (argila entre 200 e 550 g.kg⁻¹) – D =1,55 mg.m⁻³
- solo com textura arenosa (menos de 200 g.kg⁻¹) – D =1,65 mg.m⁻³

De modo geral, quanto maior o valor da densidade do solo mais compacto ele é, podendo ainda refletir em maior grau de resistência à penetração das raízes e menor infiltração de água em sua superfície. Um aumento na densidade do solo resultará na redução de sua porosidade, sobretudo no volume de macroporos. Conseqüentemente, o volume relativo de microporos aumentará, resultando no desbalanceando de sua porosidade, desfavorecendo à penetração de raízes, infiltração e retenção de água no solo (TAVARES FILHO, 2013).

- **Estabilidade dos Agregados** - a resistência dos agregados ao impacto das gotas de chuva é fundamental para evitar o selamento e a formação de crostas na superfície do solo. Roth *et al.* (1986), citados por Derpsch *et al.* (1991), asseguram que quanto maior a estabilidade dos agregados, tanto menor o escoamento superficial em consequência do selamento da superfície do solo.
- **Constituição da Superfície do Solo** - constituição da superfície do solo também apresenta importante papel no selamento e, portanto, no escoamento superficial. Derpsch *et al.* (1991) recomendam fazer distinção entre a rugosidade superficial do solo e a cobertura por restos vegetais. Enquanto o primeiro fator é importante principalmente por retardar o escoamento superficial, o segundo exerce influência sobre o selamento e a formação de crostas. Pelas razões expostas, estes autores sugerem que ambos os fatores deveriam ser mantidos sempre em níveis elevados.
- **Permeabilidade** - considerada por Bertoni & Lombardi Neto (2012) uma das mais importantes propriedades físicas para o estabelecimento de práticas conservacionistas, a permeabilidade representa a capacidade que tem o solo em deixar passar água e ar através de seu perfil. Em termos de movimento de água, é a condutividade hidráulica do solo saturado, usualmente medida em termos de infiltração, em milímetros por hora. Permeabilidade está diretamente relacionada com o tamanho, volume e distribuição dos poros, e varia nos diferentes horizontes de dado solo. Nos arenosos, com grande quantidade de poros grandes, a permeabilidade é rápida, porém, nos argilosos é lenta. Em geral a permeabilidade é mais rápida no horizonte A e mais lenta no B, em razão do aumento da fração argila (BERTONI & LOMBARDI NETO, 2012). A proporção da água que se infiltra no solo é decisiva para o processo de erosão. Quanto mais alta for a infiltrabilidade do solo, tanto menos será o escoamento

superficial, que normalmente é o maior responsável pela erosão DERPSCH *et al.* (1991).

2.1.3- Água no Solo

O principal componente de entrada de água na bacia hidrográfica é a precipitação, o que, no caso de países como o Brasil, se dá em maior escala sob a forma de chuvas. A porção da precipitação pluviométrica que ultrapassa a cobertura vegetal divide-se em duas parcelas: uma que infiltra no solo e outra que escoia diretamente sobre a sua superfície. A parcela que escoia superficialmente, impulsionada pela gravidade, representa a principal responsável pelo transporte de sedimentos, correspondendo à fração da precipitação capaz de provocar danos ao ambiente da bacia hidrográfica, tais como: perdas de água e de solo agricultável, contaminação e assoreamento de corpos hídricos, decorrentes do acúmulo de sedimentos, reduzindo o potencial agrícola das terras e tornando a bacia hidrográfica mais propensa à ocorrência de cheias. A parcela que infiltra no solo tem função ambiental extremamente relevante, porque fornece água para as plantas através da fração retida pela matriz do solo e a outra fração, não retida, permite a recarga de aquíferos e abastecimento de nascentes, sendo, portanto, fundamental para o desenvolvimento de atividades produtivas, de abastecimento e gestão ambiental (MELLO & SILVA, 2013).

2.1.3.1- Água: estrutura e propriedades

A capacidade de influir em tantos processos do sistema solo muito se explica pela estrutura e propriedades associadas à água. Predominantemente, a água encontra-se na natureza sob a forma líquida. Suas moléculas apresentam polaridade, facilitando sobremaneira a atração por superfícies coloidais, como as argilas, bem como por cátions (H^+ , Na^+ , K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Al^{+3}), facilitando a hidratação de ambos. Essa polaridade auxilia ainda a dissolução de sais na água. As moléculas de água ligam-se umas às outras através de pontes de hidrogênio, facilitando o processo de sua polimerização. Tal capacidade infere à água duas forças fundamentais: a de coesão (atração das moléculas de água umas pelas outras) e a de adesão (atração de moléculas de água por superfícies sólidas). Ambas as forças possibilitam à matriz do solo reter água e controlar seu uso e movimento. Não menos importante, a tensão superficial representa uma força dirigida da superfície da água para o seu interior, decorrente da atração relativa das moléculas de água umas pelas outras, influenciando decisivamente sobre o fenômeno da capilaridade, que define como a água é retida no solo (BRADY & WEIL, 2013).

Pelo fato do solo apresentar cargas elétricas, as moléculas de água se movimentam para serem retidas no solo, sendo esta interação solo-água regida por duas forças principais, denominadas “forças mátricas”, que dão origem ao potencial mátrico (matricial) da água no solo. Para Tavares Filho (2013) estas forças são:

Forças de adsorção - decorrem das forças de coesão e adesão e advém das cargas negativas que os coloides do solo possuem, da natureza bipolar da água, da atração entre argilas, cátions e água, além da própria atração coesiva entre as moléculas de água. Essas forças de adsorção atuam na região de alta sucção (solo seco), presente na superfície das partículas sólidas minerais sob a forma de filme mais ou menos fino.

Forças capilares – a capilaridade ocorre devido à interação entre os sólidos do solo e a água. Quanto menor o diâmetro do capilar, maior a retenção de água no solo e maior a restrição ao fornecimento de água para as plantas. Logo, as forças capilares estão em função do volume e da distribuição do tamanho dos poros do solo e das forças físicas de coesão e adesão, que atuam na retenção da água na região de baixa sucção (solo úmido), preenchendo parcialmente ou integralmente os espaços porosos do solo.

2.1.3.2- Energia da Água no Solo

O fluxo de água é regido basicamente por dois fatores: o primeiro é a capacidade do meio em permitir a movimentação da água no seu interior, representada pela condutividade hidráulica do solo e o segundo é a energia disponível para a realização desse trabalho (MELLO & SILVA, 2013).

Conhecer o estado termodinâmico da água é saber se ela se encontra em equilíbrio ou se movendo em determinada direção, segundo determinada taxa. Para tanto, torna-se necessário conhecer o estado de energia da água, ou seja, a energia que dispõe, passível de ser empregada em seu movimento dentro do solo, da planta ou da atmosfera. O estado de energia da água é definido por uma função termodinâmica denominada Potencial Total da Água (ψ_t). Conhecendo-se o potencial total da água no solo (estado de energia da água em dada situação) é possível determinar o seu movimento no solo, na planta e na atmosfera. No solo, a água se move a baixíssimas velocidades, motivo pelo qual a energia cinética é desprezível. Já a energia potencial, assume papel importante na caracterização do estado de energia da água no solo. Assim, o potencial total da água (ψ_t) é uma medida de sua energia potencial (HILLEL, 1970).

A energia potencial é influenciada pela posição e condição interna da água, sendo de primordial importância na caracterização de seu estado de energia, que é a sua situação energética. Para Brady & Weil (2013), três são as forças que influenciam a energia potencial da água do solo. A primeira, de adesão ou atração da água pelos sólidos do solo (matriz), resulta em uma força matricial, responsável pela adsorvidade e capilaridade, reduzindo significativamente o estado de energia da água próximo da superfície das partículas. Em seguida, a segunda trata da capacidade da água em atrair íons e solutos, resultando em forças osmóticas, que também contribuem para a redução do estado energético da água na solução do solo. Por fim, vem a gravidade, que tende a puxar o líquido para baixo. Logo, o nível de energia da água no solo em determinada altura de seu perfil é maior que o da água a uma altura menor.

A água no solo tende a passar de um estado de alta para baixa energia. Assim, a diferença nos níveis de energia da água nos pontos mais afastados do perfil do solo é o que permite a sua movimentação. Logo, a diferença no nível de energia da água de uma posição ou de uma condição para outra definirá a direção e a velocidade do movimento da água nos solos e nas plantas. Em um solo saturado com água, a grande maioria de moléculas não se situa muito próxima das partículas de sua matriz, não sendo então retidas com muita força pelos sólidos do solo, possibilitando considerável liberdade de movimento às moléculas de água, mantendo o seu nível de energia próximo aquele encontrado nas moléculas de água pura. Situação bem distinta ocorre em um solo mais seco, onde a água residual localiza-se em pequenos poros, sob a forma de delgadas películas, firmemente aderidas aos sólidos do solo. Sob tais condições, a liberdade de movimento é restrita e o seu nível de energia muito menor que o das moléculas de água, em condições de solo saturado. Quando amostras de solo saturado e seco são postas em contato umas com as outras, a água vai passar do solo saturado, onde há estado de alta energia, para o solo seco, onde predomina baixa energia (BRADY & WEIL, 2013).

Muitos autores, dentre os quais Hillel (1970), Reichardt (1975) e Libardi (2012), asseguram que, para avaliar o estado de energia da água do solo numa determinada posição de seu perfil, deve-se comparar o seu nível de energia com o da água pura, sob condições normais de temperatura e pressão, não afetada pelo solo e localizada a certa altura de referência. A diferença de níveis de energia entre esta água livre, no estado de referência, e o da água do solo é denominado potencial da água do solo. A água passará de uma zona do solo com alto potencial para outro com menor potencial de água no solo. Para estes autores, do potencial total da água do solo (ψ_t) fazem parte diferentes níveis de energia atuando

simultaneamente, influenciando o comportamento da água nos solos. É resultante das forças: gravitacional, matricial, hidrostática submersa e osmótica, chamados, respectivamente, de potencial gravitacional (ψ_g), potencial matricial (ψ_m), potencial hidrostático (ψ_h) e potencial osmótico (ψ_o), podendo ainda receber outras contribuições de potenciais adicionais, anotada pela expressão nº 2.1.

$$\psi_t = \psi_g + \psi_m + \psi_h + \psi_o + \dots \quad (2.1)$$

- **Potencial Gravitacional (ψ_g)** – está sempre presente e representa o produto da aceleração decorrente da gravidade e da altura da água no solo acima de um plano de referência, que é arbitrado, escolhido antecipadamente. Representa o trabalho envolvido em levar água, dentro do campo gravitacional, de um referencial no qual $\psi_g=0$ até um ponto qualquer desejado. De modo geral, toma-se como referência a superfície do solo (REICHARDT, 1978). É a força de gravidade que trata da remoção do excesso de água decorrente de fortes chuvas, removendo os volumes de água excedentes dos horizontes superficiais, promovendo a recarga das águas subterrâneas, situadas abaixo do perfil do solo.
- **Potencial Hidrostático (ψ_h)** – representa o componente operacional somente para água em zonas saturadas abaixo do lençol freático, como os aquíferos (BRADY & WEIL, 2013).
- **Potencial Matricial (ψ_m)** – é o potencial criado a partir da atração da água para com as superfícies sólidas do solo (matriz sólida do solo). Por possuir um estado de energia menor que o da água livre, apresenta-se sempre com valor negativo, tendendo à nulidade quando o solo pender para uma condição de saturação hídrica. O potencial matricial opera em condições de solo não saturado, situado acima de um lençol freático. Resulta das forças associadas com a adsorção e a capilaridade, responsáveis pela retenção e movimentação da água no solo. Dessa forma, descreve a contribuição das forças de retenção da solução no solo associadas com as suas interfaces líquido-ar e sólido-líquido. Considerando duas faixas de solo adjacentes, com distintos potenciais matriciais, é de se esperar que a água se movimente da área mais úmida, onde predomina um estado de alta energia, para áreas mais secas, onde o estado de energia é mais baixo. Esta movimentação é de grande relevância na dinâmica de fornecimento de umidade ao sistema radicular das plantas (LIBARDI, 2012).

- **Potencial Osmótico (ψ_o)** – refere-se ao trabalho químico realizado ao levar a água do estado padrão (água pura) até o ponto em consideração, geralmente uma solução do solo ou na planta (REICHARDT, 1978). Do ponto de vista da dinâmica, a água tenderá a se mover-se em direção a um ponto onde há maior concentração de solutos, onde o seu nível de energia é menor. Esse movimento só ocorrerá se existir uma membrana semipermeável entre as regiões de alto e baixo potencial osmótico, possibilitando que só a água passe. Na ausência da membrana, a concentração se igualará pela movimentação do soluto e não da água.

Levando em consideração o fato de não haver membranas separando regiões do solo com diferentes concentrações de solutos, o potencial osmótico pouco interfere sobre o movimento de massa de água dos solos, interferindo tão somente no processo de absorção de água pelas membranas semipermeáveis das células das raízes das plantas (BRADY & WEIL, 2013).

Geralmente, existe uma relação inversa entre o teor de umidade dos solos e a tensão com que a água é retida. O comportamento da água do solo está mais intimamente relacionado com o estado de energia da água propriamente e não com a sua quantidade (BRADY & WEIL, 2013).

Considerando condições isotérmicas e isobáricas de um solo não saturado, na maioria dos problemas de Física de Solos, o potencial total (ψ_t) é considerado apenas a soma dos potenciais gravitacional (ψ_g) e o matricial (ψ_m), conforme expressão nº 2.2. Sabendo-se que o potencial gravitacional (ψ_g) é medido com o auxílio de uma régua, pois depende apenas da posição relativa da água no campo gravitacional terrestre, a determinação do potencial matricial (ψ_m) da água do solo, assume grande importância (REICHARDT, 2012).

$$\psi_t = \psi_g + \psi_m \quad (2.2)$$

Para expressar as diferenças nos níveis de energia da água no solo, várias unidades podem ser empregadas. Reichardt (2012) assinala que as três formas mais utilizadas para expressar as unidades de energia podem considerar energia por unidade de massa, energia por unidade de volume ou energia por unidade de peso (carga hidráulica), sendo esta última a mais usual, pois pode ser expressa em termos de altura de uma coluna de líquido correspondente a uma dada pressão. Nesse sentido, o estado da água no solo caracteriza-se pela carga de potencial total, carga de potencial gravitacional e carga de potencial matricial, que são expressos em centímetros de água ou em kPa (quilopascal), (LIBARDI, 2012) sendo

então assinalada pela expressão nº 2.3. O potencial hidráulico H equivale ao potencial total (ψ_t), sem a inclusão da componente osmótica.

$$H_t = H_g + H_p \quad (2.3)$$

Onde: H_t = carga total H_g = carga gravitacional H_p = carga matricial ou de pressão

A variação da carga total (H_t) em diferentes pontos da matriz do solo, seguindo a direção de maior para menor carga total, é a responsável pelo movimento da água na busca pelo equilíbrio energético (KLAR, 1984; LIBARDI, 2012).

A carga gravitacional (H_g) é determinada pela posição da água no campo gravitacional terrestre, sendo medida a partir de um referencial de posição, datum. Logo, o potencial gravitacional da água no solo será sempre igual à distância do ponto considerado à posição tomada como referência relativa. O ponto que se encontrar acima desta referência assumirá potencial gravitacional positivo, enquanto que, aquele que se situar abaixo terá potencial gravitacional negativo. E todo aquele que coincidir com a posição tomada como referência relativa assumirá valor nulo (LIBARDI, 2012).

A carga matricial ou de pressão (H_p) pode ser negativa ou positiva, dependendo se a pressão aplicada for maior ou menor que aquela aplicada à água de referência (pressão atmosférica). Se for menor que a pressão atmosférica, será considerada negativa, assumindo uma condição de sucção, assemelhando-se como potencial matricial. Contudo, apresentando-se com valor superior à pressão atmosférica, será positiva, comportando-se como carga de pressão hidrostática (KLAR, 1984; LIBARDI, 2012; BRADY & WEIL, 2013).

Dentre os instrumentos atualmente empregados para determinar o potencial matricial (ψ_m) da água do solo destacam-se os Sensores de Matriz Granular, também conhecidos como GMS. Segundo Shock *et al.* (1998), o GMS consiste de um par de eletrodos embutidos em um bloco de gesso - Figura 1. O movimento da água entre o solo e sensor se manifesta através de variações de resistência elétrica entre os eletrodos, cujos valores são convertidos, através de equações de calibração, em potencial matricial do solo (ψ_m). Ao ser inserido em um solo úmido, o bloco poroso do sensor absorve quantidade de água proporcional àquela do potencial da água do solo, diminuindo proporcionalmente a resistência ao fluxo de eletricidade entre os eletrodos, que pode ser registrado através de medidores.



Figura 1- Mosaico de fotografias (1) Bloco de Matriz Granular - GMS e (2) Medidor Digital Watermak® – Fonte: O autor, 2014

De acordo com López *et al.* (2013), na produção de hortaliças no Valle del Yaqui, México, o Sensor de Matriz Granular é utilizado como ferramenta para otimizar o uso de água, sendo empregado no manejo adequado da irrigação. A eficácia do uso de GMS no manejo das necessidades hídricas nas culturas de cebola e de batata já fora constatada por Shock (1998).

Segundo Bertolino *et al.* (2002), a otimização da agricultura, em áreas extensas, requer o conhecimento das variações de conteúdo de água no solo temporal e espacialmente. Para tanto, asseguram que o monitoramento da dinâmica do fluxo de água é cada vez mais importante em estudos voltados para a erosão do solo. Esses autores comprovaram que o emprego de tensiômetros e de sensores de matriz granular utilizados para a determinação do potencial matricial do solo apresentam resultados bastante aproximados, a valores de até -70 kPa. A partir de valores abaixo desse patamar as leituras dos tensiômetros começam a divergir significativamente, o que implica em uma limitação. Quanto ao sensor de matriz granular, o seu uso é bastante simples, mostrando-se extremamente útil para o monitoramento da dinâmica da água do solo, uma vez que mede potenciais de água do solo de 0 a -200 kPa.

2.1.3.3- Dinâmica da Água no Solo

Para descrever como a água se movimenta efetivamente no solo é necessário ir além do estudo dedicado à água em equilíbrio ou mesmo qual a sua tendência de movimento.

São reconhecidos três tipos de movimento da água no solo: fluxo saturado, fluxo não saturado e movimento de vapor. Em qualquer um dos casos, a água flui em resposta a gradientes de energia, deslocando-se de uma zona de maior para outra de menor potencial

hídrico. O fluxo saturado ocorre quando os poros do solo se encontram completamente preenchidos (ou saturados) com água. O fluxo não saturado acontece quando os poros maiores do solo estão cheios de ar, deixando apenas menores para reter e conduzir água. O movimento de vapor ocorre quando diferenças de pressão de vapor se desenvolvem em solos relativamente secos (BRADY & WEIL, 2013).

Fluxo saturado através dos solos - em determinadas condições, onde ao menos parte de um perfil de solo pode permanecer completamente saturada, com todos os seus poros (grandes e pequenos) preenchidos com água, o fluxo saturado predomina. Assim ocorre com os horizontes inferiores de solos mal drenados. Ocorre também com algumas porções de solos bem drenados situados imediatamente acima de camadas estratificadas de argila. Durante e após uma chuva ou forte irrigação, os polos das camadas superiores do solo estão muitas vezes preenchidos com água.

Darcy (1856), citado por Reichardt (1975) e Libardi (2012), foi o primeiro a estabelecer uma equação que possibilitasse a quantificação do movimento de água em materiais porosos saturados. Ele verificou que a densidade de fluxo é proporcional ao gradiente de carga hidráulica dentro do solo, conforme a expressão nº 2.4.

$$Q = K_{SAT} \frac{\Delta H}{L} \quad (2.4)$$

Onde:

Q - densidade de fluxo (m/s)

K_{SAT} - condutividade hidráulica (m/s)

ΔH - carga hidráulica total (gravitacional + pressão)

L - comprimento do escoamento (m)

Considerando a equação de Darcy, Brady & Weil (2013) afirmam que, para uma determinada coluna, a taxa de fluxo é determinada pela facilidade com que o solo conduz a água (K_0) e pela quantidade de força que impulsiona essa água, ou seja, o gradiente do potencial de água $\Delta H/L$. Para um fluxo saturado, essa força pode também ser chamada de gradiente hidráulico.

2.1.3.4- Condutividade Hidráulica

De grande relevância para o manejo adequado do solo, para produção agrícola e para a conservação do solo e do ambiente, a condutividade hidráulica do solo é uma propriedade que expressa a facilidade com que a água nele se movimenta (GONÇALVES & LIBARDI, 2013).

Para Reichardt (1978), a condutividade hidráulica representa a propriedade do material poroso do solo e de seu arranjo, que descreve sua capacidade em transmitir água. É tanto maior quanto mais úmido o solo, sendo seu valor máximo quando o solo se encontra saturado, ocasião na qual passa a ser essencialmente constante. Varia de solo para solo e, para um mesmo solo, com a sua porosidade e nível de compactação.

As unidades em que se mede a condutividade hidráulica (K_0) são comprimento/tempo, normalmente cm/s ou cm/h.

Brady & Weil (2013) destacam que, no perfil de solo, a força hidráulica pode causar um fluxo tanto vertical como horizontal, e tanto ascendente como descendente. Um exemplo de fluxo descendente e horizontal apresenta-se ilustrado na Figura 2, que registra o fluxo de água a partir de um sulco de irrigação em dois solos de texturas diferentes: um areia-franca e outro, franco-argilosa. A água percolou muito mais rapidamente no solo de textura arenosa do que naquele de textura argilosa. De outra forma, o movimento horizontal, em grande parte por conta do fluxo não saturado, foi muito mais intenso no solo de textura argilosa.

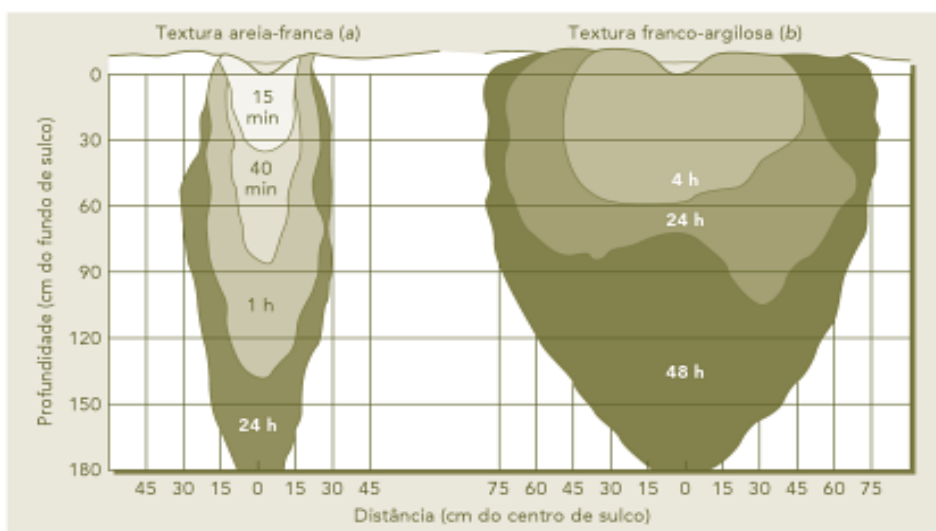


Figura 2 - Taxas comparativas de movimento da água de irrigação em dois solos: um de textura areia-franca e outro franco-argilosa. Fonte: Brady & Weil, 2013.

Considerando os fatores que interferem na condutividade hidráulica de solos saturados, autores como Hillel (1970), Reichardt (1978) e Klar (1984), asseguram que sofre grande influência de macroporos e de fluxo preferencial.

Os macroporos são aqueles que possuem raio maior que 0,08 mm e respondem por quase todo o movimento da água em solos saturados. Assim é que qualquer ocorrência que interfira no tamanho e na configuração dos poros do solo influenciará a sua condutividade hidráulica. Em condições normais, os solos arenosos possuem mais espaço de macroporos, o que implica em se esperar condutividades hidráulicas saturadas superiores aos solos argilosos. Já os solos com agregados granulares estáveis conduzem água muito mais rapidamente do que os de estruturas instáveis, que se desfazem ao serem molhados.

De acordo com Tavares Filho (2013), quando ocorre a compactação do solo e sua porosidade é afetada, a infiltração da água no solo é limitada e, por consequência, a condutividade hidráulica é reduzida. A taxa de infiltração da água no solo serve como indicação de sua condutividade hidráulica, que, por sua vez, serve como medida comparativa para avaliar a compactação do solo.

Brady & Weil (2013) destacam que, a condutividade hidráulica saturada de solos cobertos por vegetação perene é normalmente maior do que aqueles manejados pelo sistema convencional de cultivo, onde a cobertura vegetal é parcial ou inexistente. O autor também aborda a relevância da ocorrência dos bioporos, que são aqueles com raio superior a 1 mm e que derivam das atividades de raízes, minhocas e outros organismos. Em conjunto com as rachaduras decorrentes da contração de argilas estes grandes macroporos, quando contínuos desde a superfície do solo até a parte inferior de seu perfil, acabam por favorecer à formação de um fluxo preferencial.

Igualmente relevantes são as observações de Klar (1984), que assegura que quanto maior a condutibilidade hidráulica elevada média no perfil, maiores serão os valores da velocidade de infiltração. Por outro lado, camadas de reduzidas permeabilidades, com crostas superficiais, originárias da dispersão de argila ou pela ação de compactação promovida por máquinas favorecem o decréscimo da taxa de infiltração.

Por fim, Klar (1984) tece relevantes comentários acerca do comportamento de solos estratificados, quando comparados com aqueles de perfil homogêneo.

Um solo, que apresenta uma camada de textura grosseira sobre outra mais fina, terá a taxa de fluxo inicialmente controlada pela camada arenosa, mas, quando a frente de molhamento atingir a camada argilosa, a taxa de infiltração decresce e tende a ser semelhante à que teria o solo, se tivesse o perfil somente argiloso. Logo, a camada de menor infiltração controla o processo. No caso da camada mais fina superpor-se à mais grosseira, a infiltração inicial será determinada por aquela, até atingir a camada inferior, quando a taxa de fluxo decrescerá. As condutibilidades hidráulicas diferentes dos solos citados explicam estes fenômenos, pois os arenosos apresentam

condutibilidade hidráulica superior aos argilosos, se ambos estiverem saturados, acontecendo o inverso, quando não saturados (KLAR, 1984).

2.1.4- Erosão Hídrica Superficial do Solo

Componente de grande relevância na paisagem, os solos, para Mello & Silva (2013), são responsáveis por definir os percentuais de chuvas que infiltram em sua matriz ou que escorrem sobre a sua superfície, interferindo em diversos processos da bacia de drenagem de que fazem parte. Segundo esse autor, a água estocada, regulada pela força capilar, fica disponível à absorção vegetal, podendo retornar à atmosfera através do processo de evapotranspiração. Outra parte da água, que não retorna à atmosfera, promove a recarga do reservatório de água subsuperficial ou subterrânea, convergindo lentamente para as correntes de fluxo, podendo suprir nascentes, córregos, rios, dentre outros. Por outro lado, a água excedente, que não infiltra na matriz do solo, escorre sobre sua superfície, produzindo um fluxo capaz de causar erosão ao longo das encostas.

Como fenômeno natural, a erosão que ocorre sem a influência antrópica é denominada erosão geológica. Trata-se de um processo de tendência niveladora da superfície terrestre, sendo de fundamental importância na gênese do solo. Já a erosão acelerada é aquela originada pela ação direta do homem (no processo de cultivo do solo agrícola, por exemplo), estabelecendo-se quando são alterados negativamente os elementos naturais de equilíbrio, constituindo-se num fenômeno de alto significado, especificamente devido à rapidez com que se processa (ALVES *et al.*, 1985).

A erosão consiste no processo de desprendimento e arraste das partículas de solo, ocasionados pela ação da água ou do vento, constituindo-se na principal causa de degradação das terras agrícolas (PRUSKI, 2009). Esse autor assinala ainda que, quando não há mais energia suficiente envolvida no processo de transporte de partículas, ocorre uma terceira fase do processo de erosão, que é a deposição do material transportado. Sugere também que os prejuízos decorrentes da erosão podem ir bem além da agricultura, pois podem afetar a sustentabilidade da bacia hidrográfica devido ao assoreamento de reservatórios, tratamento de água, geração de energia, meio ambiente, etc. Sobre este aspecto, chama atenção para um novo segmento de oportunidades que desponta para os agricultores brasileiros, que consiste no pagamento por serviços ambientais, que, por intermédio de práticas e manejos conservacionistas, contribuem para a melhoria das condições dos recursos hídricos superficiais.

A respeito dos agentes responsáveis pela erosão acelerada, destacam-se a erosão hídrica e a erosão eólica. O processo que consiste na desagregação, transporte e deposição das partículas de solo pela ação das águas denomina-se erosão hídrica do solo, enquanto que, se esta ação decorrer da ação dos ventos, denominar-se-á erosão eólica (SEIXAS, 1984).

Quando a erosão hídrica resulta da ação da água das chuvas passa a denominar-se erosão hídrica pluvial. Seus efeitos são especialmente notados em regiões que apresentam pluviometria elevada (chuvas com elevado volume e/ou intensidade), em áreas com declives longos e/ou muito inclinados (favorecem a formação de enxurradas) e onde a vegetação é insuficiente para cobrir a superfície do solo e protege-la do impacto direto das gotas de chuva, que desagregam a superfície. A erosão hídrica pluvial representa a forma de erosão hídrica de maior ocorrência no Brasil, devendo, portanto, receber atenção especial em seu controle (TAVARES FILHO, 2013).

As formas de erosão hídrica pluvial representam os aspectos da superfície após sofrer o processo erosivo provocado pela ação da água da chuva e da enxurrada associada. Assim, as formas mais presentes de erosão hídrica pluvial são: erosão laminar, erosão em sulcos, e voçorocas.

- **Erosão Laminar** – promove a remoção uniforme e progressiva dos horizontes superficiais do solo, sendo imperceptível nos primeiros estágios, por não apresentar marcas muito evidentes na superfície do terreno, o que faz com que seja considerada a mais perigosa forma de erosão. Pressupõe um terreno inclinado, pouco permeável e que apresenta superfície uniforme (BAHIA *et al.*, 1992).
- **Erosão em Sulcos** - refere-se à remoção do solo mediante sulcos ou canais formados pela concentração do escoamento superficial da água. O extremo da erosão em sulcos, evidenciado pela formação de sulcos profundos e muito profundos, resulta no aparecimento de voçorocas (SOBRAL FILHO, 1980).
- **Voçorocas** – resultam de grandes concentrações de enxurradas, que passam, ano após ano, no mesmo sulco, que vai ampliando pelo deslocamento de grandes massas de solo e formando grandes cavidades em extensão e profundidade (BAHIA *et al.*, 1992).

2.1.4.1- Fatores Controladores

Conforme apontam Bertoni & Lombardi Neto (2012), a erosão é causada por forças ativas e passivas, e, para encontrar soluções adequadas ao seu problema, é necessário conhecê-las e pesquisar suas inter-relações.

I. Forças Ativas:

- Características da chuva (Erosividade);
- Declividade, comprimento e forma do terreno;
- Capacidade do solo de absorver água.

II. Forças Passivas

- Resistência do solo à ação erosiva da água (Erodibilidade);
- Densidade da cobertura vegetal.

a) Erosividade da Chuva:

A chuva representa um dos fatores climáticos de maior importância na erosão dos solos, sendo que o volume e a velocidade da enxurrada dependem da intensidade, duração e frequência da chuva. A intensidade é o fator pluviométrico mais importante na erosão (BERTONI & LOMBARDI NETO, 2012).

Erosividade representa a capacidade da chuva em causar erosão (GUERRA & CUNHA, 2013; citando HUDSON, 1961). O impacto da gota da chuva em um terreno descoberto, e o resultante desprendimento das partículas de solo é a principal causa de erosão do solo pela água. Uma gota de chuva é mais importante no processo de erosão do solo que o seu simples fornecimento de água para formar a enxurrada (BERTONI & LOMBARDI NETO, 2012).

O volume e a velocidade da enxurrada dependem da intensidade, duração e frequência da chuva. No que se refere à erosão dos solos, a unidade deve ser a chuva, definida como a quantidade que cai em forma contínua em um período mais ou menos longo, individualizada através de sua característica de intensidade, duração e frequência (CASTRO, 1987; BERTONI & LOMBARDI NETO, 2012). Para esses autores, a intensidade é o fator pluviométrico de maior influência no processo erosivo, guardando com este uma relação diretamente proporcional. Por si só, o total pluviométrico permite apenas dar uma ideia da relação chuva e erosão, sendo insuficiente para prevê-la.

A intensidade da chuva é medida e exerce grande influência no escoamento superficial, tão logo a capacidade de infiltração seja excedida. A duração da chuva é o complemento da intensidade e a combinação de ambos determina a chuva total. Por fim, a frequência também influi nas perdas, pois, se os intervalos entre as chuvas são curtos, o teor de umidade do solo será alto, e assim as enxurradas são mais volumosas, ainda que em

condições de chuvas menos intensas. Quando os intervalos são maiores, o solo estará seco, dificultando a ocorrência de enxurradas em chuvas de baixa intensidade (CASTRO, 1987).

Em seus estudos sobre chuvas intensas relacionadas à erosão hídrica, Santos *et al.* (2010) e Almeida (2009) se valem das informações da Organização de Agricultura e Alimentos das Nações Unidas (FAO, 1967) para afirmar que, o fator erosividade da chuva (R) é um índice numérico que expressa a capacidade da chuva esperada em dada localidade, de causar erosão em uma área sem proteção. As chuvas serão consideradas erosivas e individuais desde que sejam maiores ou iguais a 10 mm ou maiores ou iguais a 6,0 mm, desde que ocorram em, no máximo, 15 min e separadas entre si por um período de no mínimo 6 h com uma lâmina de chuva de 1,0 mm ou menos (Wischmeier & Smith, 1978).

b) Erodibilidade do Solo

Representa uma das características do solo que influenciam decisivamente no maior ou menor grau de suscetibilidade à erosão. A erodibilidade corresponde à resistência do solo em ser removido e transportado, sendo apontado, juntamente com a erosividade das chuvas, como os principais fatores na predição da erosão e no planejamento do uso da terra. Resulta do efeito total de uma combinação particular das propriedades do solo, sendo altamente complexa e o seu conjunto torna alguns solos mais facilmente erodíveis que outros (LIMA *et al.*, 1992).

As condições favoráveis à velocidade de infiltração, permeabilidade e capacidade de retenção de água do solo são importantes para atenuar os riscos de erosão, porque diminuem a contribuição para o escoamento superficial ou para o encharcamento (SOBRAL FILHO, 1980).

A erodibilidade de um solo apresenta relação inversamente proporcional à capacidade desse solo em possibilitar a infiltração da água da chuva, da sua superfície às camadas mais profundas de seu perfil, o que se dá devido as forças de gravidade e de capilaridade. Durante uma chuva, a velocidade máxima de infiltração ocorre no começo e, habitualmente, decresce muito rapidamente, de acordo com alterações na estrutura da superfície do solo. Continuando a chuva, a velocidade de infiltração gradativamente aproxima de um valor mínimo, determinado pela velocidade com que a água pode entrar na camada superficial e pela velocidade com que ela pode penetrar através do perfil do solo (BERTONI & LOMBARDI NETO, 2012).

De acordo com Guerra & Cunha (2013), dentre as diferentes propriedades dos solos que afetam a erodibilidade, destacam-se textura, densidade, porosidade, teor de matéria orgânica e estabilidade dos agregados.

No que se refere à textura, Sobral Filho (1980) afirma que, em geral, teores elevados de areia e silte tendem a aumentar a erodibilidade do solo, enquanto a argila e a matéria orgânica tendem a diminuí-la.

Quanto à matéria orgânica, Mesquita *et al.* (1992) assinalam que, teores elevados implicam em aumento da capacidade de infiltração de água no solo, aumentando também a estabilidade dos agregados, conferindo-lhes maior resistência à dispersão.

No que se refere à estabilidade dos agregados, é possível afirmar que o tamanho do agregado do solo determina sua suscetibilidade à movimentação pelo vento e pela água e também o espaço poroso e o seu arranjo, interferindo na movimentação da água e do ar no solo, sendo um dos principais condicionadores do ambiente para o crescimento do sistema radicular das plantas (KLEIN, 2012). Os estudos de Albuquerque *et al.* (2000) concluíram que, em solos com alta estabilidade de agregados, a resistência à desagregação pelo impacto das gotas de chuva foi maior.

A densidade do solo reflete primariamente o arranjo das partículas do solo, que, por sua vez, define as características do sistema poroso. Oferece a possibilidade de compreensão adequada acerca da compactação dos solos. Em várias circunstâncias a densidade do solo pode aumentar, sobretudo pela agricultura, onde é afetada pela redução substancial da matéria orgânica e pelo uso de máquinas pesadas, resultando na redução na capacidade de infiltração (FERREIRA, 2010).

A resistência do solo à penetração é um parâmetro que permite avaliar a compactação do solo, que está relacionado com sua compacidade (densidade, solidez) em um dado momento, influenciado ou não pelas atividades antrópicas, e que pode constituir-se em condições físicas adversas ao crescimento vegetal e favorável à erosão hídrica. Essas adversidades resultam em impedimento físico do solo ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas, restrição ao livre movimento de água e ar no solo, redução da porosidade, especialmente macroporosidade, aumento da densidade e redução da taxa de infiltração de água da chuva no solo (TAVARES FILHO, 2013).

Para Taylor *et al.* (1996) e Beutler *et al.* (2007), os valores de resistência média do solo menores que 2 Mpa são considerados favoráveis para o crescimento de raízes no solo.

À medida que a densidade do solo aumenta a sua porosidade diminui, reduzindo também a infiltração de água no solo, facilitando a erosão. Geralmente, a densidade aumenta

com a profundidade do perfil do solo, pois as pressões exercidas pelas camadas superiores sobre as subjacentes provocam o fenômeno da compactação, reduzindo a porosidade (KIEHL, 1979). Em determinados tipos de solos, as mudanças verticais bruscas no diâmetro e na morfologia dos poros podem resultar em sérios problemas de erosão, especialmente naqueles que se apresentam com descontinuidades texturais e estruturais abruptas, ou seja, horizontes superficiais arenosos, com porosidade textural grossa e horizontes subsuperficiais argilosos, com porosidade textural fina e poros fissurais. Neste caso, a água infiltra rapidamente no horizonte superficial e sofre uma brusca redução na velocidade de infiltração no topo do horizonte B, levando a um encharcamento da superfície, iniciando um movimento lateral e podendo provocar erosão (GUERRA *et al.*, 2010).

Cabe ainda destacar a importância das classes dos solos. Dissertando acerca das aplicações de conhecimentos pedológicos à conservação de solos, Resende (1985) chama a atenção para a profundidade do solo, que pode ser um indicador de maior ou menor estabilidade relativa à erosão. Para esse autor, os solos com horizonte B textural possuem profundidade variável, mas intermediária entre os latossolos e cambissolos. Os estudos de erodibilidade de Bertoni & Lombardi Neto (2012), acerca do comportamento dos solos com B textural e B latossólico, com relação à erosão nos horizontes superficiais e subsuperficiais, indicam que, de modo geral, os solos primeiros são mais suscetíveis à erosão, exigindo manejo específico.

c) Cobertura Vegetal

Constitui-se na defesa natural de um terreno, influenciando os processos erosivos através de diferentes maneiras: pelos efeitos espaciais de sua cobertura, pelos efeitos na energia cinética da chuva e pelo papel formador de matéria orgânica e húmus, que influi na estabilidade e no teor de agregados. A densidade da cobertura vegetal influi na remoção de sedimentos, no escoamento superficial e na perda de solo. Pode também reduzir a quantidade de energia que chega ao solo durante uma chuva, reduzindo a sua energia cinética, sendo capaz de reduzir a erosão (GUERRA & CUNHA, 2013).

Para Derpsch, *et al.* (1991), a proteção da superfície do solo contra o efeito selador provocado pelo impacto de gotas de chuva é decisiva para o impedimento do escoamento superficial e da erosão. Por este motivo, o solo deveria permanecer sempre completamente coberto por restos vegetais. Segundo estes autores, uma infiltração total de altas precipitações pluviométricas só é garantida por 100% de cobertura do solo. Para tanto, são necessárias de 4 a 6 t.ha⁻¹ de cobertura morta por ano.

Mesquita *et al.* (1992) e Bertoni & Lombardi Neto (2012) relacionaram os principais efeitos da vegetação:

- Proteção direta contra o impacto das gotas de chuvas;
- Dispersão da água, interceptando-a e evaporando-a antes que atinja o solo;
- Decomposição das raízes das plantas que, formando canalículos no solo, aumentando a infiltração da água;
- Melhoramento da estrutura do solo pela adição de matéria orgânica, aumentando assim a sua capacidade de retenção de água;
- Diminuição da velocidade de escoamento da enxurrada pelo aumento do atrito na superfície.

De acordo com Sobral Filho (1980), cobertura viva do solo é qualquer cultura de plantas herbáceas, arbustivas ou arbóreas, em grupamentos homogêneos, associados ou consorciados, que constitua um revestimento ou cobertura para o solo. Tem como finalidade, a proteção do solo contra a ação direta da chuva, do escoamento superficial e do vento, dificultando a sua desagregação e remoção. Além de favorecer condições adequadas de aeração e infiltração da água no solo, evitam o aquecimento excessivo de sua superfície pelos raios solares diretos, propiciando assim condições de temperatura e umidade favoráveis à atividade biológica e à conservação da matéria orgânica.

Junto com o balanço hídrico, a temperatura do solo é de suma importância para a atividade biológica e o desenvolvimento das plantas, pois é justamente nos trópicos que temperaturas ótimas de germinação podem ser ultrapassadas, o que se torna prejudicial para a germinação e o desenvolvimento de plantas jovens (DERPSCH *et al.*, 1991).

Estudando sobre a influência do tipo da cobertura vegetal sobre a erosão no Semi-árido Paraibano Brasileiro, Santos *et al.* (2000) concluíram que, a prática de cultivo morro abaixo é danosa e aumenta a erosão do solo e que, quando o solo da região está protegido pela vegetação nativa ou pela cobertura morta, a produção de sedimentos diminui significativamente.

d) Topografia do Terreno

Para Resende (1985), a erosão é essencialmente uma resposta da natureza na busca pelo estabelecimento de novos equilíbrios. A criação de um desequilíbrio leva a um rearranjo de todo o sistema na direção de um ajuste à nova situação. Assim é que, os desníveis da paisagem resultam na expressão da energia potencial que pode ser usada no processo erosivo ao longo de sua bacia de contribuição.

Para Bertoni & Lombardi Neto (2012), a topografia de um terreno, representada por sua declividade e pelo comprimento de sua lançante, exerce acentuada influência sobre a erosão. O tamanho e a quantidade do material em suspensão arrastado pela água dependem da velocidade com que ela escorre. Essa velocidade resulta do comprimento do lançante e do grau de declive do terreno. Do grau de declive dependem diretamente o volume e a velocidade das enxurradas que sobre ele escorrem, influenciando na energia potencial passível de uso no processo erosivo, ao longo de sua bacia de contribuição.

Embora a inclinação do terreno apresente elevada magnitude na ocorrência do fenômeno da erosão hídrica dos solos, este fator não concorre isoladamente. O comprimento da rampa é um dos mais importantes fatores que contribuem para a erosão hídrica na superfície dos solos. Sobre esse parâmetro, Castro (1987) e Bertoni & Lombardi Neto (2012) afirmam que, para o seu controle, deve-se proceder ao parcelamento dos lançantes, usando técnicas de terraceamento ou de cordões de vegetação permanente. Apesar de a declividade ser parâmetro de alteração pouco viável, os autores asseguram que segmentar as lançantes, por intermédio de obstáculos artificialmente criados, pode ser perfeitamente viável e implicar na redução da velocidade de escoamento superficial e no aumento do tempo para infiltração da água, reduzindo a erosão na superfície do solo.

O formato da encosta consiste em fator que influi sobre a erosão do solo, uma vez que a movimentação da água e a remoção de partículas serão distintas nas diferentes formas da encosta (côncava, linear ou convexa). Nesse sentido, a pedoforma convexo-convexa é a mais comum na paisagem brasileira. Conhecida como meia laranja é aparentemente a forma de equilíbrio, uma vez que possibilita a retirada de terra por igual, ao longo de sua extensão, mantendo a mesma forma ao longo de seu processo de rejuvenescimento. Assim, a divergência das águas e a espessura do “solum”, que tende a ser uniforme, favorecem a ocorrência de erosão mais uniforme e laminar. Por outro lado, na pedoforma côncava, onde a espessura do “solum” tende a ser desigual, a convergência das águas proporciona erosão mais localizada, tendendo à formação de sulcos e voçorocas (RESENDE, 1985).

2.1.4.2- Equação Universal de Perdas de Solo - USLE

Em se tratando das perdas de solo pela erosão hídrica, Seixas (1985), Bertoni & Lombardi Neto (2012), Brady & Weil (2013); Pruski (2009) e tantos outros renomados autores reportam o valor da equação universal de perdas de solo (USLE), cuja modelagem foi desenvolvida por Wischmeier e Smith (1965), para o cálculo da predição da erosão do solo.

Para Seixas (1985) e Bertoni & Lombardi Neto (2012), trata-se de expressão empírica desenvolvida nos Estados Unidos a partir de diversos experimentos de campo baseados em análises estatísticas e que, no Brasil, vem sendo utilizada e adaptada para diversas regiões.

Lepsch (2011) e Bertoni & Lombardi Neto (2012) assinalam que, a estimativa da quantidade de solo passível de ser perdida por erosão é instrumento essencial para adoção de um programa de manejo e conservação de solo, sendo ainda igualmente útil para prever os impactos antes mesmo de determinado cultivo, ou prática agrícola, ser implementado. Para tanto, existem modelos que podem descrever matematicamente o processo de desprendimento, transporte e deposição do material erodido.

De forma categórica, Brady & Weil (2013) assinalam que o cerne desses modelos está na percepção dos resultados provocados pela perda de solo devido à interação da chuva com o solo, e que, após décadas de pesquisa em erosão, têm-se claramente identificados os principais fatores que afetam essa interação. Esses fatores são quantificados na equação universal de perda de solo (USLE), descrita na expressão nº 2.5.

$$A = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P \quad (2.5)$$

A - é a perda de solo anual prevista, é o produto de:

R – erosividade da chuva	Fator relacionado à chuva
K – erodibilidade do solo	} Fatores relacionados ao solo
L – comprimento da encosta	
S – gradiente ou inclinação da encosta	
C - cobertura e manejo	} Fatores relacionados ao uso da terra
P – práticas conservacionistas	

Assim, Bertoni & Lombardi Neto (2012) descreveram cada fator da equação universal de perdas de solo (USLE):

A = perda de solo calculada por unidade de área – t.ha⁻¹;

R = fator erosividade da chuva: índice de erosão pela chuva, (MJ.ha⁻¹.mm.ha⁻¹);

K = fator de erodibilidade do solo: intensidade de erosão por unidade de índice de erosão da chuva, para um solo específico que é mantido continuamente sem cobertura, mas sofrendo as operações culturais normais, em um declive de 9% e comprimento de rampa de 25 m, t/ha (MJ.ha⁻¹.mm.ha⁻¹);

L = fator comprimento do declive: relação de perdas de solo entre um comprimento de declive qualquer e um comprimento de declive de 25 m para o mesmo solo e grau de declive;

S = fator grau de declive: relação de perdas de solo entre um declive qualquer e um declive de 9% para o mesmo solo e comprimento de rampa;

C = fator uso e manejo: relação entre perdas de solo de um terreno cultivado em dadas condições e as perdas correspondentes de um terreno mantido continuamente descoberto, isto é, nas mesmas condições em que o fator K é avaliado;

P = fator prática conservacionista: relação entre as perdas de solo de um terreno cultivado com determinada prática e as perdas quando se planta morro a baixo.

2.1.5- Princípios do Manejo Conservacionista

Discorrendo sobre novos ângulos da história da agricultura no Brasil, Reifschneider *et al.* (2010) fazem críticas ao modelo de exploração do solo, que, desde o período colonial, deu sustentação a grande parte do desenvolvimento do país. Assinalam, que a exploração foi predatória, exaurindo com a capacidade produtiva do solo, com nenhuma ou pouca preocupação em preservar sua estrutura físico-química, seus minerais e matéria orgânica.

[...] os grandes ciclos da cana de açúcar e do café no Brasil utilizavam, no início, a fertilidade natural dos solos das matas e os agricultores migravam para novas áreas quando essa fertilidade natural se exauria. No período colonial, o sistema tradicional de café no Brasil incluía a derrubada da mata, a queima da madeira e o plantio nas áreas desmatadas. A fertilidade do solo era explorada por vinte ou trinta anos e, após esse período, a produtividade geralmente declinava aquém do interesse, quando, então, as áreas eram abandonadas e destinadas a pastagens e exploração da pecuária. (REIFSCHNEIDER *et al.*, 2010).

Para Primavesi (1999) vigorar a sua condição produtiva e manter o solo tropical em condições satisfatórias de produtividade, deve se dispensar cuidados em seu manejo, que priorizem a manutenção de sua macroporosidade e a sua baixa densidade, possibilitando ao solo e às plantas, o abastecimento adequado de água e ar, favorecendo o pleno desenvolvimento radicular. Em condições de clima tropical, o solo deve ser protegido do sol forte, evitando o seu aquecimento exagerado. A baixa capacidade produtiva dos solos tropicais relaciona-se: à presença de crostas superficiais, que impedem a livre circulação do ar no solo; à ocorrência de compactações e adensamentos, que criam impedimentos ao crescimento das raízes; e ao regime hídrico interrompido. Para essa autora, para ter o solo em condições produtivas adequadas é fundamental:

- a) Promover a manutenção da bioestrutura grumosa, que representa a estrutura grumosa, porosa e estável à água entre 0 e 20 cm de profundidade, proporcionada pela dinâmica da atividade microbológica do solo;
- b) Repor periodicamente a matéria orgânica, objetivando à renovação e revitalização permanente da bioestrutura grumosa;
- c) Proteção da superfície do solo contra a insolação direta e o impacto das chuvas;
- d) Manutenção da diversidade biológica do solo.

Bertol *et al.* (2014) afirmam que, “conservar água” significa mantê-la em quantidade suficiente e em condições físicas, químicas e biológicas adequadas para ser consumida por humanos, animais e plantas. A conservação da água está diretamente relacionada ao manejo e à conservação do solo, especialmente em decorrência da erosão hídrica. Assim, sistemas de manejo não conservacionista de solo – que concorrem para potencializar a erosão hídrica – muito contribuem para diminuir a quantidade e degradar a qualidade da água. Manejar a água é armazenar a água excedente das chuvas, que se transforma em enxurrada na lavoura, na superfície ou dentro do solo, ou drená-la para fora da lavoura, de forma segura e controlada, pela superfície (BERTOL *et al.*, 2014).

Lepsch (2011) advoga a tese de que, para colocar em prática um adequado plano de conservação de solo e água, faz-se necessária a conjugação de um conjunto de práticas agronômicas, capazes de reduzir ao máximo a erosão hídrica. Essas práticas conservacionistas começam por evitar o impacto da água da chuva e, depois, o seu escoamento, evitando as enxurradas, favorecendo a infiltração no solo, não removendo o horizonte superficial e enriquecendo os mananciais subterrâneos.

Para Bertoni & Lombardi Neto (2012), o manejo do solo, sob uma perspectiva conservacionista, inicia-se pela classificação e mapeamento de suas diferentes glebas, em conformidade com a sua capacidade de uso, identificando diferentes fatores físicos (declive, cobertura vegetal, erosão, classe, textura, adensamento, pedregosidade, drenagem, fertilidade, etc.) selecionando e integrando, em função das classes de capacidade de uso, as mais adequadas práticas de controle, necessárias a um bom manejo, tendo em vista que, por si só, isoladamente, qualquer prática é insuficiente para proteger o solo dos perigos da erosão. Complementando, Lepsch (2011) afirma que, cada solo tem um limite máximo de possibilidade de uso, além do qual não poderá ser explorado sem riscos de degradação pela erosão. Assim, faz-se necessário elaborar um planejamento racional de uso, baseado num

levantamento detalhado de solos e sua interpretação em um sistema de classificação técnica das “classes de capacidade de uso”.

O termo “capacidade de uso” relaciona-se ao grau de risco de degradação dos solos e à indicação do seu melhor uso agrícola. As características do solo, do relevo e do clima servem de base para identificar oito classes de capacidade de uso da terra, e as práticas que devem ser implantadas para melhor controlar a erosão, além de assegurar boas colheitas (LEPSCH, 2010). A intensidade com que cada classe de capacidade pode ser usada sem riscos de degradação pela erosão está identificada no Quadro 1, onde as limitações para um uso agrícola racional aumentam da Classe I para a VIII.

Os Grupos são as categorias de nível mais elevado, definidos com base na maior ou menor intensidade de uso das terras, designada, em ordem decrescente, pelas letras A, B e C.

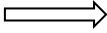
- **Grupo A:** terras próprias para todos os usos, inclusive cultivos intensivos;
- **Grupo B:** terras impróprias para cultivos intensivos, mas ainda aptas para pastagens e/ou reflorestamento e/ou manutenção da vegetação natural;
- **Grupo C:** terras impróprias para cultivo, recomendadas (devido às condições físicas) para proteção da flora, fauna ou ao ecoturismo.

As oito Classes de capacidade de uso são tradicionalmente conhecidas por algarismos romanos, em que a intensidade de uso é decrescente no sentido I-VIII.

- **Classe I:** terras cultiváveis, aparentemente sem problemas especiais de conservação;
- **Classe II:** terras cultiváveis com problemas simples de conservação e/ou de manutenção de melhoramentos;
- **Classe III:** terras cultiváveis com problemas complexos de conservação e/ou de manutenção de melhoramentos;
- **Classe IV:** terras cultiváveis apenas ocasionalmente ou em extensão limitada, com sérios problemas de conservação;
- **Classe V:** terras adaptadas – em geral para pastagens, e, em alguns casos, para reflorestamento, sem necessidade de práticas especiais de conservação – cultiváveis apenas em casos muito especiais;
- **Classe VI:** terras adaptadas – em geral para pastagens e/ou reflorestamento, com problemas simples de conservação – cultiváveis apenas em casos especiais de algumas culturas permanentes protetoras do solo;
- **Classe VII:** terras adaptadas – em geral somente para pastagens ou reflorestamento – com problemas complexos de conservação;

- **Classe VIII:** terras impróprias para cultura, pastagem ou reflorestamento, que podem servir apenas como abrigo e proteção da fauna e flora silvestre, como ambiente para recreação ou para fins de armazenamento de água.

Quadro 1- Grupos e classes de capacidade de uso dos solos. Fonte: Lepsch, 2010

GRUPOS E CLASSES DE CAPACIDADE DE USO		AUMENTO DA INTENSIDADE DE USO 						
		VIDA SILVESTRE E ECOTURISMO	REFLORESTAMENTO	PASTOREIO		CULTIVO		
				MODERADO	INTENSIVO	RESTRITO	MODERADO	INTENSIVO
A	I	APTO PARA TODOS OS USOS. O CULTIVO EXIGE APENAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS MAIS USUAIS.						
	II	APTO PARA TODOS OS USOS, MAS PRÁTICAS DE CONSERVAÇÃO SIMPLES SÃO NECESSÁRIAS SE CULTIVADO.						
	III	APTO PARA TODOS OS USOS, MAS PRÁTICAS DE CONSERVAÇÃO INTENSIVAS SÃO NECESSÁRIAS PARA CULTIVO.						
B	IV	APTO PARA VÁRIOS USOS, RESTRIÇÕES PARA CULTIVOS						
	V	APTO PARA PASTAGEM, REFLORESTAMENTO OU VIDA SILVESTRE						
	VI	APTO PARA PASTAGEM EXTENSIVA, REFLORESTAMENTO OU VIDA SILVESTRE						
	VII	APTO PARA REFLORESTAMENTO OU VIDA SILVESTRE. EM GERAL INADEQUADO PARA PASTO.						
C	VIII		APTO, AS VEZES, PARA PRODUÇÃO DE VIDA SILVESTRE OU RECREAÇÃO. INAPTO PARA PRODUÇÃO ECONÔMICA AGRÍCOLA, PASTAGEM OU MATERIAL FLORESTAL.					

No intuito de facilitar a compreensão e o adequado emprego, muitos autores, dentre os quais Pruski (2009), Bertoni & Lombardi Neto (2012), Lepsch (2011), Bahia *et al.* (1992), Guerra & Cunha (2013), categorizam as práticas conservacionistas em vegetativas, edáficas e mecânicas, sendo que Pires & Souza (2003) assim as definem e exemplificam:

- Práticas Edáficas** - são aquelas onde a forma de se cultivar o solo é modificada, promovendo, além do controle da erosão, a manutenção ou a melhoria da fertilidade do solo. Ex.: calagem, adubação verde, controle do uso do fogo, cultivo em acordo com a capacidade de uso da terra, etc.
- Práticas Vegetativas** – são aquelas em que se protege o solo usando a própria vegetação para defendê-lo contra a erosão. Ex.: cobertura morta, rotação de culturas, culturas em faixas, manejo da flora, roçada e alternância de capinas, etc.

- c) **Práticas Mecânicas** – são estruturas artificiais, construídas pelo homem, através da movimentação direcionada de porções de terra, dispostas de maneira adequada à favorecer a infiltração da água. Ex.: preparo do solo em nível, enleiramento do mato em contorno, subsolagem, terraceamento, cordões em contorno, etc.

Dentre as práticas mecânicas, o terraceamento é uma das mais eficazes para controlar a erosão nas terras cultivadas. A palavra terraço significa a combinação de um camalhão (monte de terra ou dique) e um canal (valeta), em nível, construído em corte da linha de maior declive do terreno. A principal função de um terraço é diminuir o comprimento dos lançantes, reduzindo, assim, a formação de sulcos erosivos em regiões de alta precipitação e retendo mais água em zonas mais secas (BERTONI & LOMBARDI NETO, 2012).

Os terraços sevem para reduzir a concentração e a velocidade da enxurrada, dando à água maior tempo para infiltração e limitando a sua capacidade de causar erosão. O emprego de terraços pode reduzir a perda de solo em até 70-80%, e a de água em até 100%, desde que seja criteriosamente planejado (tipo, dimensionamento), executado (locado, construído) e conservado (limpos, reforçados) (PIRES & SOUZA, 2003).

Porém, Bertoni & Lombardi Neto (2012) alertam que nem todos os solos e declives podem ser terraceados com êxito. Nos pedregosos ou muito rasos, com subsolo adensado, é muito dispendioso e difícil manter um sistema de terraceamento.

Considerando os tipos de terraços, Tavares Filho (2013) afirma que, quanto à largura da faixa de movimentação de terra, os terraços podem ser de Base Estreita (até 3m), Base Média (de 3 a 6m) e Base Larga (de 6 a 12m). No que refere-se aos terraços de base estreita, esse autor afirma que são mais indicados para pequenas propriedades (lavouras pequenas), áreas com culturas perenes e áreas com declives mais acentuados (12% a 18%). Podem ser construídos com ferramentas manuais ou tração animal, podendo ser usada a tração mecânica, não se recomendando cultivar nem sobre o canal nem sobre o camalhão desse tipo de terraço.

2.1.6- Adubação Verde

Quando o solo é manejado para a produção sustentável, a manutenção de matéria orgânica, em níveis minimamente satisfatórios, assume importância destacada. Como sistema vivo, dinâmico e aberto, que troca matéria, energia e informação, o solo requer disponibilidade constante e satisfatória de matéria orgânica para funcionar adequadamente e cumprir com as suas funções. Gliessman (2001) assinala que, o primeiro passo para

desenvolver a matéria orgânica do solo está intimamente relacionado ao aporte constante de mais material, para substituir a fração perdida por colheita e decomposição. E dentre as diferentes formas de se aportar essa matéria orgânica necessária, a adubação verde desponta como uma ferramenta importante, capaz de produzir biomassa, que pode ser incorporada ao solo ou deixada sobre a sua superfície como cobertura protetora até se decompor.

Outra forma de utilização é a cobertura viva, onde uma espécie é plantada em consórcio, coexistindo nas entrelinhas da espécie produtiva durante o seu ciclo. Plantas de adubação verde especialmente cultivadas para cobertura do solo e para proteção contra erosão são também denominadas plantas de cobertura verde (DERPSCHE *et al.*, 1991). Para estes autores, a adubação verde tem sobretudo um papel preponderante ao impedir o impacto direto das gotas de chuva sobre o solo, diminuindo a desagregação de partículas e o selamento da superfície do solo, favorecendo o aumento da infiltração da água, diminuindo a erosão.

Considerada como o uso de plantas condicionadoras de solo em sucessão, rotação ou em consórcio com as culturas, seja pela incorporação, seja pela deposição de resíduos vegetais na superfície do solo, a adubação verde tem por finalidade buscar a proteção da superfície, assim como a manutenção e a melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo em todo o perfil (CALEGARI *et al.*, 1992); (AMABILE & CARVALHO, 2006).

Diversas plantas podem ser utilizadas na adubação verde e muitos autores, dentre os quais Baruqui & Fernandes (1985), Primavesi (1999), Altieri (2012), justificam que aquelas pertencentes à família botânica das leguminosas são as mais indicadas devido à possibilidade do aproveitamento do nitrogênio do ar atmosférico que é fixado através de bactérias do gênero *Rhizobium*, que vivem em simbiose no sistema radicular desses vegetais. Além disso, para esses autores, as leguminosas normalmente apresentam grande rendimento de massa verde por unidade de área e possuem sistema radicular bastante ramificado e profundo, o que lhes facultava a possibilidade de extrair nutrientes minerais nas camadas subsuperficiais do solo.

De-Polli *et al.* (1996), afirmam que a adubação verde eleva o teor de matéria orgânica do solo, melhorando suas propriedades físicas, dentre as quais destacam: estabilidade dos agregados, densidade global, porosidade, taxa de infiltração de água e retenção de umidade.

Altieri (2012) destaca que o emprego de leguminosas, como adubo verde, é muito útil no controle da erosão e na manutenção da matéria orgânica do solo.

Com o objetivo de avaliar o efeito da cobertura viva formada por leguminosas herbáceas perenes na agregação de um Argissolo, Perin *et al.* (2002) concluíram que, o solo sob cobertura viva de leguminosas herbáceas perenes apresentou maiores índices de agregação que a área capinada na camada de 0-5 cm. As coberturas com as leguminosas

amendoim forrageiro e cudzu tropical propiciaram os maiores valores percentuais na classe de agregados > 2,00 mm, em média 38 % superiores aos obtidos na área capinada, o que demonstra o efeito favorável das coberturas vivas na estabilização dos agregados do solo.

O sistema radicular das leguminosas é geralmente profundo e apresenta capacidade de romper camadas de compactação subsuperficiais do solo. Ao referirem-se à ocorrência de redução da infiltração de água no solo, decorrente de camadas compactadas promovidas pelo uso de implementos agrícolas pesados, Espíndola *et al.* (1997) assinalam que este efeito negativo pode ser atenuado através do cultivo de adubos verdes que apresentam um sistema radicular bem desenvolvido, como o guandu, tornando possível um rompimento dessas camadas. Souza *et al.* (2012) detalham este fenômeno, explicando que a ação das raízes dos adubos verdes, sobretudo das leguminosas, contribuem para a melhoria da estrutura, uma vez que deixam espaços vazios na matriz do solo após a sua decomposição, elevando a aeração, a infiltração e a condutividade hidráulica, resultando em redução da resistência mecânica ao crescimento das raízes das culturas, que passam a ocupar estes espaços.

Primavesi (1999) destaca como importante virtude do guandu a capacidade de romper lajes em profundidades onde o subsolador mecânico não alcança. Qualifica especialmente o guandu como um verdadeiro “subsolador vegetal”, destacando, porém, que lajes muito grossas e profundas são rompidas por essas leguminosas somente no segundo ano de vida, quando não plantada muito perto, quando conseguem caules com 5 a 8 cm de diâmetro.

Em pesquisa sobre o uso de plantas de cobertura para uma melhor proteção da superfície do solo, realizada no Sul do Estado de Minas Gerais, onde a topografia, a precipitação e o tipo de solo favorecem à ocorrência de erosão hídrica, Cardoso *et al.* (2012) constataram que a melhor proteção de um Argissolo Vermelho-Amarelo foi obtida pela leguminosa feijão de porco (*Canavalia ensiformes DC.*) que proporcionou o maior índice de cobertura, destacando o seu potencial efetivo no controle de processos erosivos.

Tratando dos efeitos da adubação verde nas propriedades físicas do solo, Calegari *et al.* (1992) ressaltaram os relevantes efeitos benéficos da adubação verde sobre as propriedades físicas dos solos, destacando-se a melhoria das condições de agregação, capacidade de retenção hídrica, densidade, porosidade, aeração, infiltrabilidade, etc. Os autores destacam a capacidade de proteção da superfície do solo, pela interceptação das gotas de chuva, reduzindo substancialmente o selamento superficial, elevando as taxas de infiltração hídrica e conseqüente diminuição do escoamento superficial, elevando a resistência do solo ao processo erosivo. Contudo, Calegari *et al.* (1992) alertaram que, a existência de camada subsuperficial compactada, capaz de comprometer a infiltração da água, pode anular o efeito

de controle da erosão hídrica do solo. Dessa forma, considerando as características próprias dos Argissolos, decorrentes do gradiente textural, é de se esperar que o sistema radicular das leguminosas, além dos demais efeitos anteriormente relacionados, apresentem sistema radicular o mais pivotante e agressivo possível, a ponto de penetrar e romper as camadas mais densas de solo, aumentando a capacidade de infiltração.

Estudando as características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos, Alvarenga *et al.* (1995) destacam que as raízes das leguminosas podem estar diretamente e indiretamente envolvidas no processo de estabilização da estrutura do solo. Diretamente, elas formam um emaranhado que desempenha um importante papel do ponto de vista físico, pois aproximam e protegem os agregados do solo, especialmente os macroagregados. Indiretamente, tanto pela exsudação quanto, após a sua decomposição, elas fornecem materiais orgânicos estabilizantes e deposições de carbono abaixo da superfície, favorecendo a estrutura do solo.

Macedo *et al.* (2008), relacionando os diversos benefícios da adubação verde, destacam a promoção do grande e contínuo aporte de massa vegetal ao solo, mantendo e elevando o seu teor de matéria orgânica. Salientam também que, a adubação verde proporciona proteção da camada superficial do solo contra o impacto direto das chuvas de alta intensidade. Tal condição acaba por favorecer a manutenção das elevadas taxas de infiltração de água pelo efeito combinado do sistema radicular e da cobertura vegetal. As raízes, após sua decomposição, deixam canais no solo, ao passo que a cobertura evita a desagregação e o selamento superficial e reduz a velocidade do escoamento superficial. Destacam também que, a adubação verde reduz a população de ervas daninhas através do efeito supressor (rápido crescimento inicial e exuberante desenvolvimento de fitomassa) e/ou alelopático (algumas leguminosas são capazes de promover modificações na população de invasoras, suprimindo-as por meio da liberação de substâncias inibidoras durante sua decomposição).

2.1.6.1- Cudzu Tropical – *Pueraria phaseoloides*

Leguminosa de caules rasteiros, cilíndricos, herbáceos, estoloníferos e pubescentes, com alguns metros de comprimento. Floresce no outono, com flores violetas distribuídas em racemos, de maturação paulatina, resultando em maturação desuniforme. O fruto é uma vagem deiscente, linear, estreita e hispida, de coloração verde quando jovem e preta quando seca, acomodando em seu interior de 10-12 sementes duras e impermeáveis. Por apresentar vagens deiscentes, a ressemeadura natural de suas sementes acaba sendo uma vantagem. As sementes são reniformes em tom castanho-avermelhadas, amareladas, com tegumento liso (CALEGARI, *et al.*, 1992) – vide Figura 3.



Figura 3 - Mosaico de fotografias. (1) tratamento térmico de sementes; (2) aspecto geral da planta; (3) caule desenvolvido; (4) presença de coroas internodais, com enraizamento para propagação vegetativa; (5) inflorescências; (6) racemos com vagens em diferentes estágios de maturação. Fonte: o Autor, 2014.

Planta perene, de clima tropical, apesar de crescer em regiões subtropicais. É planta rústica que apresenta sistema radicular amplo e profundo, com boa capacidade de fixação de nitrogênio. Apresenta resistência à seca, desde que não excessivamente prolongada. Trata-se de uma leguminosa rústica, suportando solos ácidos e deficientes em fósforo e cálcio. Recomenda-se semear na época das chuvas, de setembro até dezembro, para as condições do Centro-Sul do Brasil. O crescimento inicial é lento nos quatro primeiros meses, tendo-se que ocasionalmente recorrer ao controle de invasoras (CALEGARI, *et al.*, 1992).

A planta pode ser propagada vegetativamente através de suas “coroas”, que são nodosidades que surgem nas axilas foliares, quando os ramos estão em contato com o solo, destacando-se assim o seu hábito de crescimento estolonífero (CALEGARI, *et al.*, 1992).

De acordo com Souza *et al.* (2014) produz na faixa de 22 t.ha⁻¹ de massa verde, rendendo 5,4 t.ha⁻¹ de massa seca.

2.1.6.2- Feijão Guandu – *Cajanus cajan*

Leguminosa arbustiva, com folhas alternadas trifolioladas. Inflorescência em racemos menores que as folhas, formando panículas sobre pedúnculos erguidos. As flores são amarelas ou amarelas com estrias avermelhadas ou mesmo roxas. As vagens são de coloração castanha aguda, verde ou verde com estrias castanhas, apresentando de 4 a 7 sementes, cujas cores

variam do marrom (claro ou escuro), acinzentada, às vezes com pintas avermelhadas, creme ou roxa. Facilidade de polinização cruzada (CALEGARI, *et al.*, 1992) – vide Figura 4.

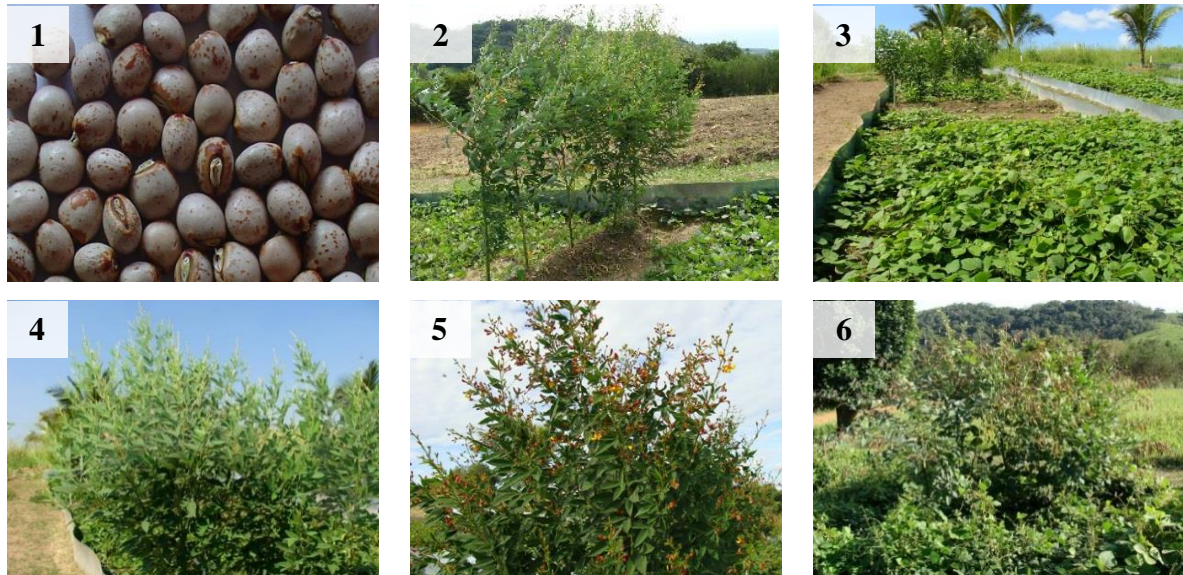


Figura 4 - Mosaico de fotografias. (1) sementes; (2) plantas se desenvolvendo na crista do terraço de base estreita (3) vista geral da parcela, com terraço vegetado em destaque; (4) plantas em início de florescimento; (5) plantas florescidas; (6) plantas de guandu sufocadas por cudzu. Fonte: o Autor, 2014.

Planta anual, bianual ou semiperene, atingindo de dois a três metros, que cresce em solos tropicais e subtropicais, com bastante resistência à seca. Temperaturas médias mais favoráveis entre 20 e 30 °C. Precipitação mínima anual de 500 mm. Planta influenciada pelo fotoperíodo, preferindo dias longos para desenvolvimento vegetativo. Apresenta baixa tolerância ao frio. É planta intolerante às condições de encharcamento do solo, não tolerando umidade excessiva nas raízes. É planta rústica, semeada no período das águas, de setembro a dezembro (CALEGARI, *et al.*, 1992).

Os estudos de Souza *et al.* (2014) asseguram que o guandu é planta com capacidade de produzir fitomassa bastante abundante, de 15 a 34 t.ha⁻¹ de massa verde e 6,5 a 9,0 t.ha⁻¹ de massa seca.

3- ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo situa-se no município de São Gonçalo - RJ, localizado na Bacia da Baía de Guanabara. Na sub-bacia do rio Caceribu, em sua porção a sudoeste, localiza-se a região de abrangência do rio da Aldeia, onde próximo à divisa com o município de Itaboraí, encontra-se o Assentamento Fazenda Engenho Novo. Com uma área aproximada de 700 ha, abriga 137 famílias de agricultores, dentre os quais a agricultora Luciá Teixeira Brasileiro, que se dispôs a participar do estudo e disponibilizou parte de seu sítio para instalação da área de estudo, fundamentada em três parcelas de erosão, localizadas a 22°49'S e 42°55'W.

3.1- Caracterizações Geral e Histórica

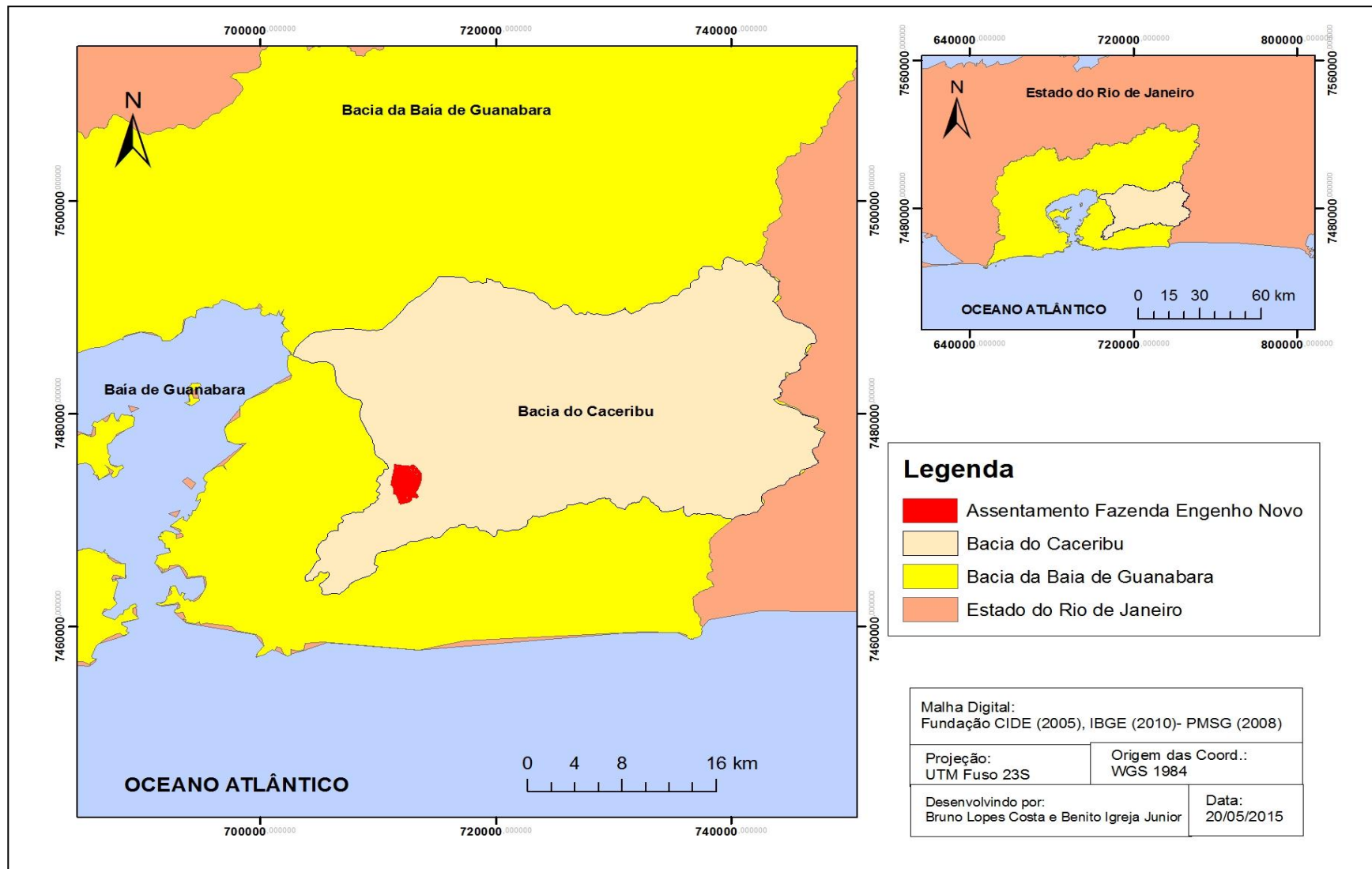
Inserida no litoral das escarpas cristalinas, no Estado do Rio de Janeiro, onde engloba praticamente toda a sua Região Metropolitana, encontra-se a Bacia da Baía de Guanabara – Mapa 1. Com uma superfície aproximada de 4.600 km², cinquenta e cinco rios drenam a Bacia da Guanabara, sendo os principais os rios Macacu, Guapiaçú, Guapimirim, Caceribu, Guaxindiba, Guaraí, Imboassica, Magé, Estrela, Saracuruna, Meriti, Iguaçú e Pavuna (AMADOR, 2012).

O rio Caceribu é considerado um dos maiores contribuintes para a Baía de Guanabara. Com quase 60 km de extensão, é a segunda maior área de drenagem, com 846 km². Tem suas nascentes nas serras florestadas nos municípios de Rio Bonito e Tanguá, atravessando este último, Itaboraí e parte de São Gonçalo, desaguando na vertente leste da Baía de Guanabara, através do manguezal de Guapimirim. Os rios da Aldeia, dos Duques, Bonito e Tanguá são os principais afluentes do rio Caceribu (AMADOR, 2012; NEGREIROS *et al.*, 2012).

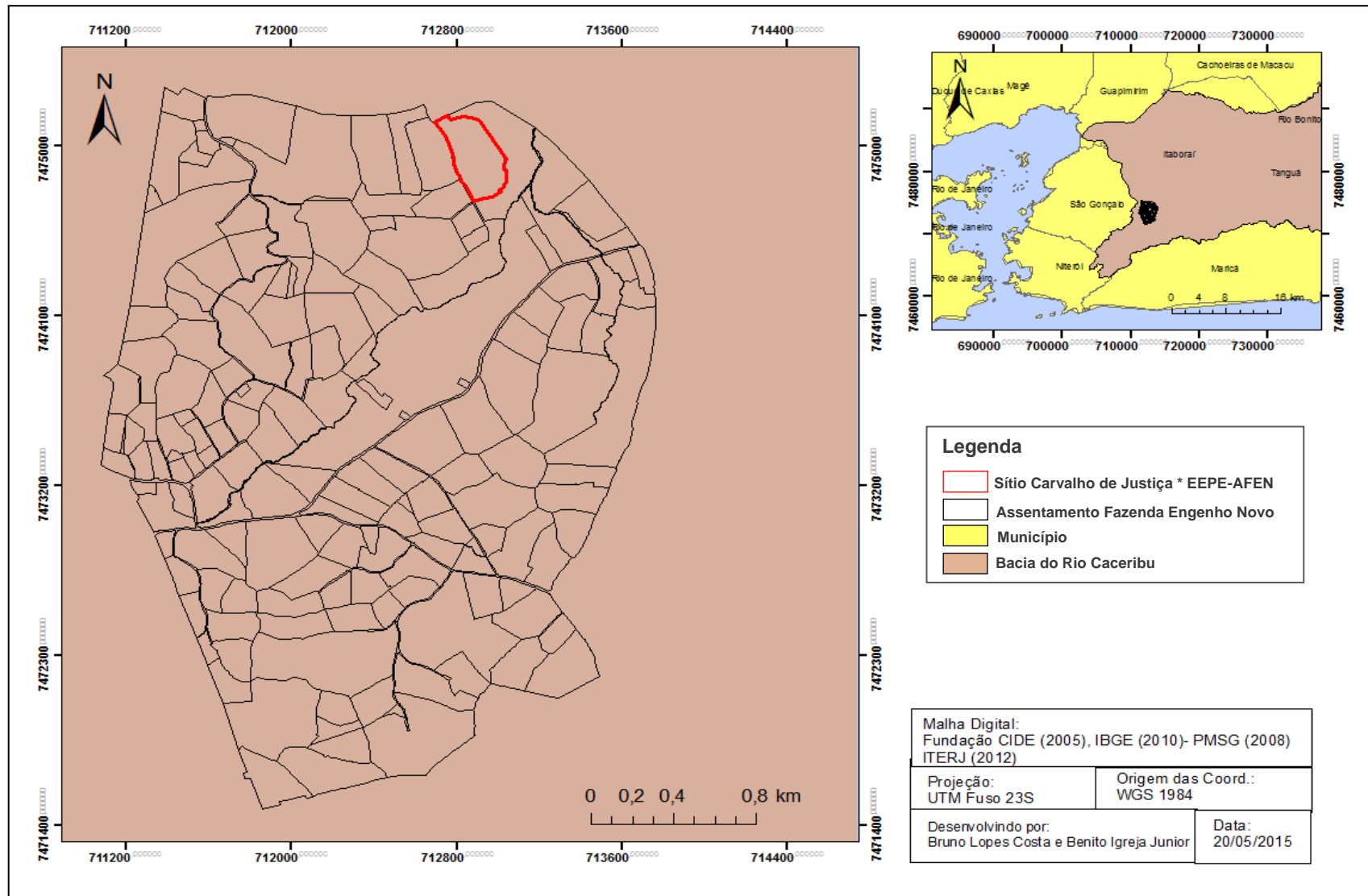
Segundo consta no Plano Municipal de Redução de Riscos de São Gonçalo (2006), a região da bacia do rio da Aldeia conta com uma superfície de 69,27 km². Pelo leste é margeada pelas serras do Cala Boca, Cassorotiba e Itaitindiba, das quais sofre grande influência. Antes de passar ao município de Itaboraí e desaguar no rio Caceribu, o rio da Aldeia percorre cerca de 8,5 km em São Gonçalo, recebendo também as águas dos rios Itaitindiba e Frio, que nascem na Serra de Cassorotiba.

Próximo à divisa com Itaboraí, localiza-se o distrito de Monjolos, 3º distrito de São Gonçalo, que comporta 37% do remanescente de suas poucas áreas rurais.

Pois, na bacia do rio da Aldeia, no distrito de Monjolos, situa-se o Assentamento Fazenda Engenho Novo, um dos últimos remanescentes de área rural, sobrevivente no município de São Gonçalo - vide Mapa 2.



Mapa 1 - Localização da Bacia da Baía de Guanabara, com destaques para a Bacia do Caceribu e o Assentamento Fazenda Engenho Novo.



Mapa 2 - Localização do Assentamento Fazenda Engenho Novo, com destaque para o sítio Carvalho de Justiça.



Figura 5 - Vista geral da Bacia do Rio da Aldeia, com a Serra de Itaitindiba ao fundo. Fonte: O Autor, 2014

A Figura 5 oferece uma visão geral da bacia do Rio da Aldeia, tendo ao fundo a serra de Itaitindiba, abrangendo parte da paisagem onde está situado o Assentamento Fazenda Engenho Novo.

No passado, o território banhado pelo rio Caceribu, e seus afluentes, foi uma área agrícola rica, com uma importante população rural. Ainda é possível ver ao longo das estradas que cortam a região algumas marcas desse passado distante e de um passado mais próximo. Ao passado distante pertencem as ruínas das senzalas, das grandes casas de antigas fazendas, das capelas, testemunhos mudos da época do Brasil colonial e do Brasil-Império, quando o vale do Caceribu se destacava como uma das mais importantes regiões agrícolas da Baixada da Guanabara. Ao passado mais próximo, pertencem grandes e pequenas olarias e indústrias de cerâmicas abandonadas, os restos de laranjais e dos bananais, que trouxeram muita riqueza à região no século XX (MACHADO, 1997).

Originalmente, as terras onde hoje se localiza a Fazenda do Engenho Novo foram povoadas pelos índios tamoios. Logo após a fundação da cidade de São Sebastião do Rio de Janeiro, visando à ocupação do território conquistado definitivamente e para dar início à colonização, fez-se a divisão territorial em sesmarias, promovendo loteamento de toda a região da Guanabara (AMADOR, 2013).

Assim é que, muitas terras acabaram figurando-se como latifúndios, como aconteceu com aquelas que, posteriormente, originaram a Fazenda Engenho Novo, que compuseram as terras agrícolas do município de São Gonçalo. Vivenciaram diferentes ciclos econômicos e fizeram parte de importantes passagens da história do Brasil. O seu mais ilustre proprietário foi Belarmino Ricardo de Siqueira, o Barão de São Gonçalo; amigo próximo de D. Pedro II; até chegar ao domínio da família de José Baltazar Serrado (SILVA & MOLINA, 2010). Este e seus descendentes, ao longo dos anos, desenvolveram um processo de exploração agropecuária que culminou com participação de meeiros e arrendatários, que, em suas terras, se instalaram e trabalharam, especialmente nas lavouras de cana-de-açúcar, abacaxi e laranja. As fotografias da Figura 6 mostram em detalhes o que foi no passado e as atuais ruínas da sede da Fazenda Engenho Novo, onde ainda é possível observar o que foi o esplendor de seus áureos tempos de outrora.

Conforme atestou Amador (2103), o processo de urbanização desenfreada, imposto ao Brasil e aos demais países em desenvolvimento pelo modelo urbano industrial de acumulação capitalista (1930 a 1990), enfraqueceu a agricultura, fomentando o êxodo rural e o fluxo migratório em direção aos grandes centros. Na região da Bacia da Guanabara, resultou na criação da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, que hoje abriga mais de 73% da população fluminense. Por conta desse movimento, em 1989, é vendida a Fazenda Engenho Novo. Segundo registros do ITERJ e do Sindicato dos Trabalhadores Rurais de São Gonçalo, acompanhado pelos relatos dos moradores mais antigos, o novo proprietário, disposto a promover o loteamento do imóvel, iniciou um processo de expulsão dos trabalhadores rurais, meeiros e arrendatários, que passaram à condição de posseiros em luta pela terra. O conflito agrário estava estabelecido e, em 1991, as terras da fazenda foram consideradas por lei como de utilidade pública para fins de desapropriação, sendo, em 1993, garantida a posse do imóvel pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro. Hoje, o Assentamento Fazenda Engenho Novo é um projeto de assentamento de reforma agrária sob a gestão do ITERJ, que contempla 137 famílias de pequenos agricultores, distribuídos em uma superfície de 700 ha, integralmente situado na bacia do Rio da Aldeia, distrito de Monjolos, no município de São Gonçalo – RJ.

O município de São Gonçalo, que viu a sua área rural sucumbir à urbanização desordenada e intensiva, hoje, tem nas terras do Assentamento Fazenda Engenho Novo um remanescente polo de agricultura familiar, que herdou o seu passivo histórico e luta para se estabelecer e se desenvolver. Se o assentamento não se viabiliza como espaço de geração de trabalho e renda, acabará tomado pelo avanço urbano, tornando-se simples loteamento

irregular e desenfreado da periferia das cidades e os seus moradores relegados a assumir a mera condição de repositório de mão de obra.

Desde o período colonial da história do Brasil, os processos de exploração da área da Fazenda Engenho Novo se preocuparam apenas em extrair riqueza dos solos, não cuidando minimamente de sua conservação, permitindo que fossem exauridos e desgastados pela erosão, subtraindo-lhes fatia considerável de sua capacidade de armazenamento hídrico, resultando hoje em um quadro de baixa produtividade, poluição e pobreza.



Figura 6 – Mosaico de fotografias da sede da Fazenda Engenho Novo, (1) em forma original e (2) as atuais ruínas. Fonte: INEPAC (2012)

Com uma área de 740 ha, o Assentamento Fazenda Engenho Novo divide-se em 140 lotes, onde estão assentadas 137 famílias de pequenos agricultores, conforme informações obtidas junto ao ITERJ, no ano de 2011. Segundo relatos dos técnicos da EMATER-RIO que atuam em São Gonçalo, observa-se no assentamento o predomínio de um modelo de agricultura de subsistência, havendo, contudo, um significativo esforço de grupos de agricultores assentados em superar esta condição, procurando desenvolver uma agricultura voltada para a geração de trabalho e renda. Nesse contexto é que o manejo conservacionista, fundamentado na conservação do solo e da água, e direcionado ao controle da erosão hídrica, se faz presente como estratégia de singular importância.

Em um dos lotes do Assentamento Fazenda Engenho Novo, no sítio Carvalho de Justiça, em pouco menos de 9 ha, as experiências desenvolvidas pela agricultora assentada, Luciá Teixeira Brasileiro, no período de 2009 a 2012, tentando superar as limitações do seu solo, inspiraram o desenvolvimento do presente estudo, dada a similaridade e representatividade de condições vivenciadas por outros tantos agricultores da localidade.

3.1.1- Estação Experimental de Pesquisa Participativa em Erosão Assentamento Fazenda Engenho Novo

A partir de junho de 2013, o Laboratório de Geociências (LabGeo) da Faculdade de Formação de Professores, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ/FFP) iniciou estudos pioneiros voltados, principalmente, ao monitoramento de processos hidrológicos e erosivos no Assentamento Fazenda Engenho Novo, tendo a intenção de também apoiar e contribuir com o crescimento dos agricultores familiares que daquelas terras tiram o seu sustento. Os trabalhos de campo contam com a efetiva participação dos agricultores locais através da Associação dos Produtores Rurais Assentados da Fazenda Engenho Novo - APRAFEN e do Sindicato dos Trabalhadores Rurais de São Gonçalo - STR-SG.

A Estação Experimental de Pesquisa Participativa de Erosão Assentamento Fazenda Engenho Novo; EEPPE/AFEN; localiza-se nas coordenadas 22°49'S e 42°55'O, que representa a área de estudo. A Figura 7 traz uma fotografia da área da EEPPE-AFEN, destacando as três parcelas de erosão T0, T1 e T2, e também o Perfil 1, onde são realizadas as pesquisas de campo. Como pode ser observado no Mapa 3, situa-se no sítio Carvalho de Justiça, cuja proprietária é a Sra. Luciá Teixeira Brasileiro, agricultora assentada, que participa diretamente do monitoramento de campo do processo de pesquisa, assim como o agricultor Onofre Pereira de Souza, líder local e um dos assentados mais antigos.

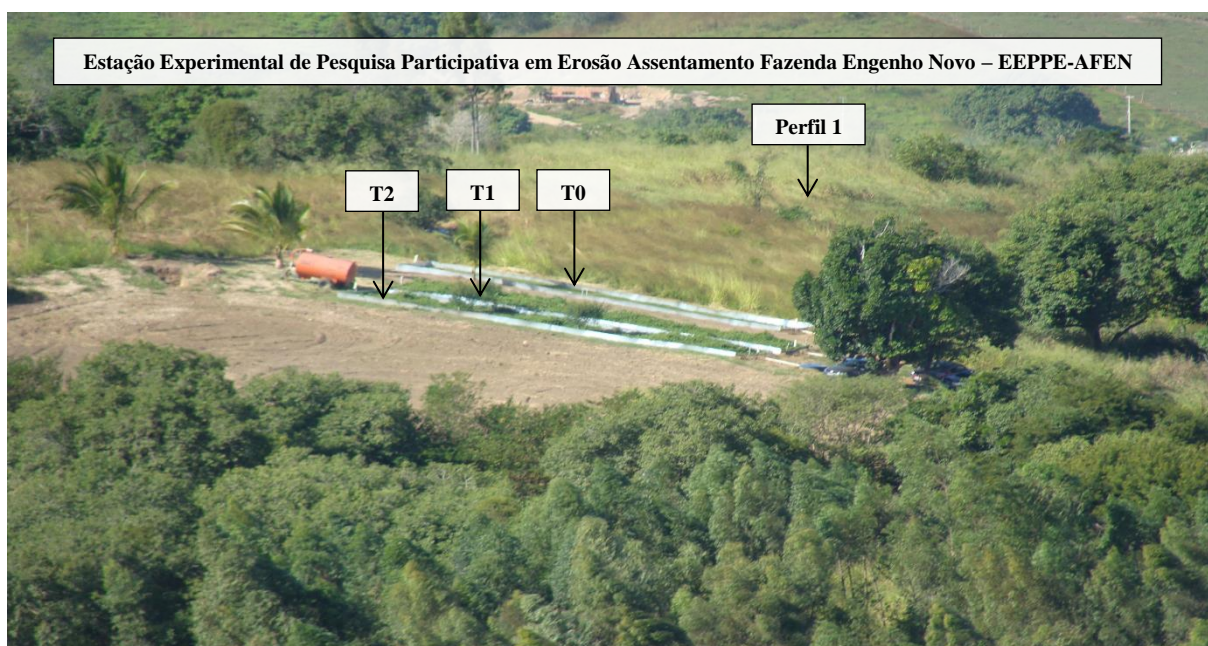
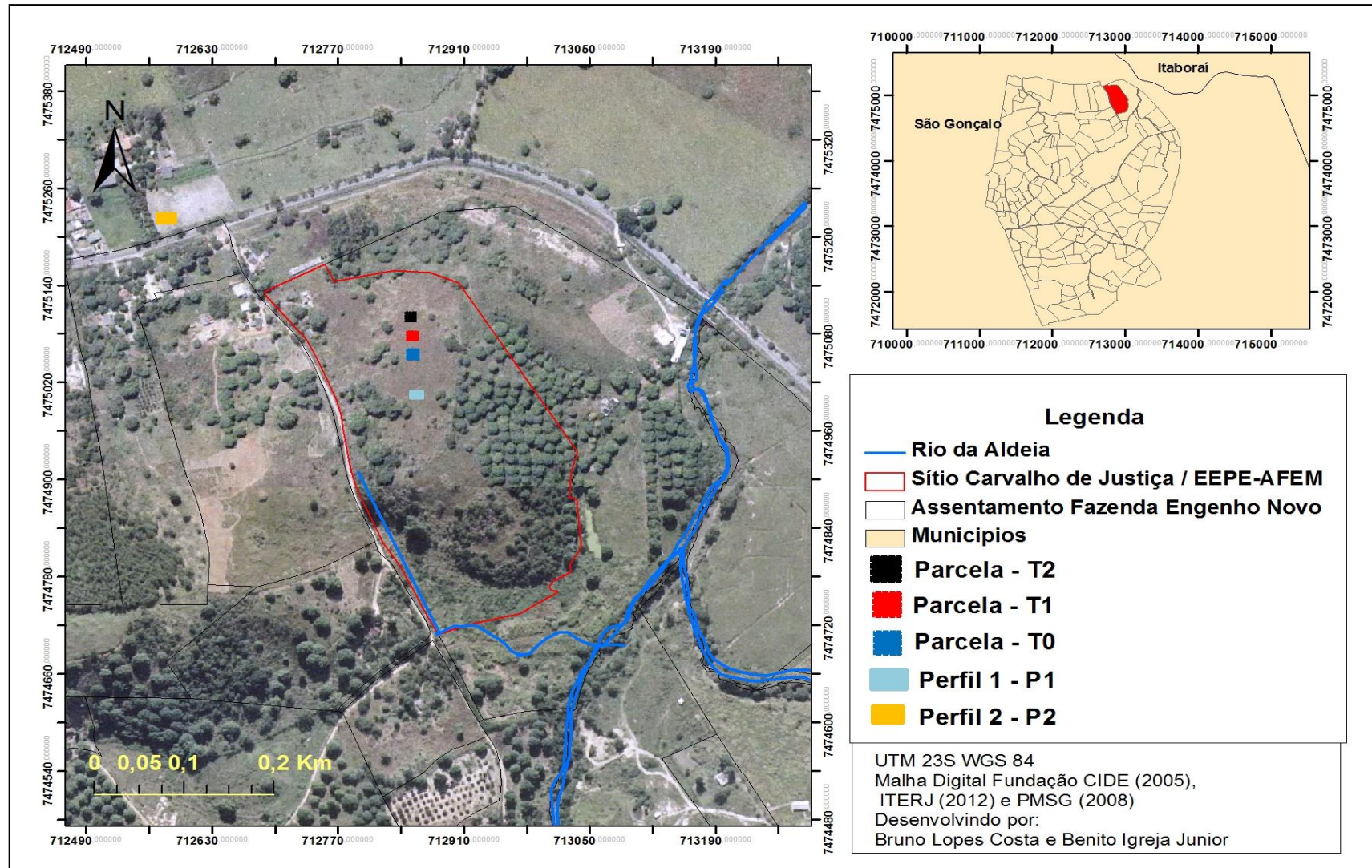


Figura 7 - Vista geral da EEPPE/AFEN, com destaque para as parcelas de erosão T0, T1 e T2, e o Perfil 1.

Fonte: o Autor, 2014.



Mapa 3 - Localização do Sítio Carvalho de Justiça e da EEPE/AFEN no Assentamento Fazenda Engenho Novo.

3.2- Caracterização do Meio Físico e Biótico

3.2.1- Clima

As informações climatológicas de referência para o município são aquelas geradas pela Estação Climatológica da UERJ, ligada ao Laboratório de Geociências, do Departamento de Geografia, da Faculdade de Formação de Professores, localizada no bairro do Patronato, que iniciou os seus trabalhos de coleta de informações meteorológicas no ano de 2004, completando, em 2014, dez anos de operação. A estação está localizada entre as coordenadas 22°49'55,97"S e 43°4'25,52"W, e distancia-se em cerca de 20 km da EEPPE/AFEN.

O trabalho desenvolvido por Bertolino *et al.* (2007), utilizando os dados da Estação Climatológica da UERJ/FFP, no período 2004 a 2007, define o clima predominante na região como Tropical com Estações Úmida e Seca (Aw), segundo a classificação de Köppen-Geiger, onde todos os meses do ano apresentam temperatura média mensal superior a 18 °C e, em pelo menos um dos meses do ano, apresenta precipitação média mensal inferior a 60 mm.

3.2.1.1- Caracterização Pluviométrica

Utilizando-se de informações preliminares, disponibilizadas pelo Laboratório de Geociências, geradas pela Estação Climatológica da UERJ/FFP, que permitiram considerar um período de 10 anos de monitoramento, observou-se que, em São Gonçalo, pelo intervalo de 2005 a 2014, a pluviosidade média anual foi de 1.006 mm – vide Gráfico 1. Observando o Gráfico 2, constata-se que o período do ano mais seco ocorre entre os meses de maio e outubro, onde os totais pluviométricos mensais são inferiores a 100 mm. Neste período, cerca de 50% do total pluviométrico concentram-se nos meses de maio, junho e julho. A estação chuvosa ocorre entre os meses de novembro e abril, com totais pluviométricos mensais superiores a 100 mm, à exceção de fevereiro, quando é comum a ocorrência de veranicos. O mês de janeiro é o mais chuvoso, registrando em geral um total de chuva próximo a 200 mm. Cerca de 70% das chuvas concentram-se na estação chuvosa, enquanto 28% ocorrem na estação seca. Mesmo considerando maior amplitude de tempo, os dados seguem a tendência de comportamento demonstrada no trabalho de Bertolino *et al.* (2007), para o período de 2004 a 2007.

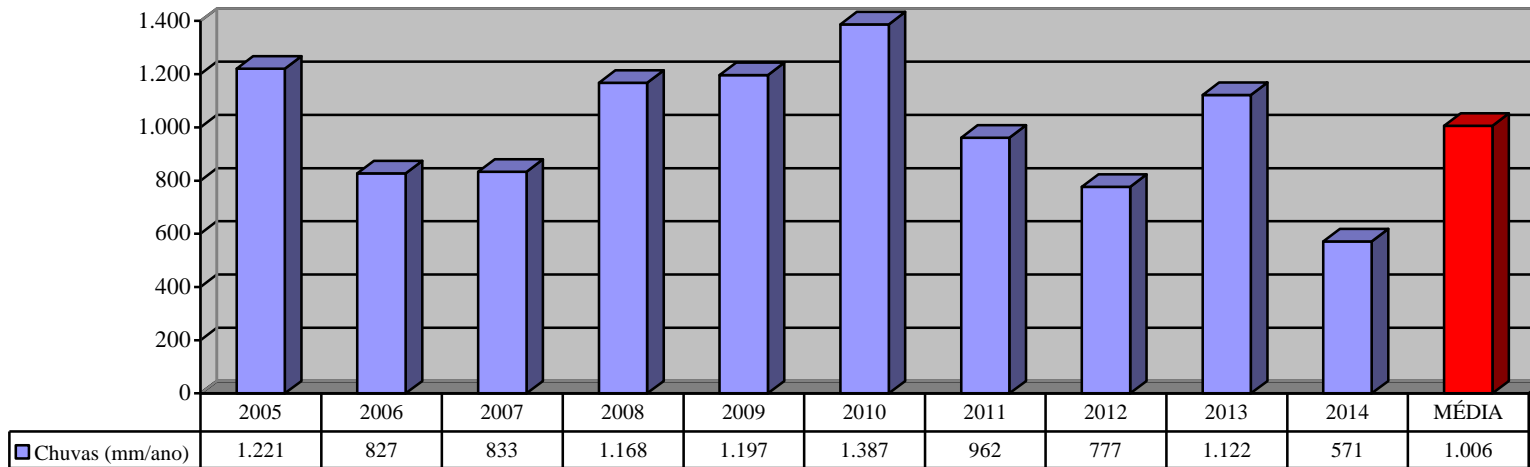


Gráfico 1 - Pluviosidade anual (mm/ano) em São Gonçalo – RJ, de 2005 a 2014. Fonte: Estação Climatológica da UERJ / FFP

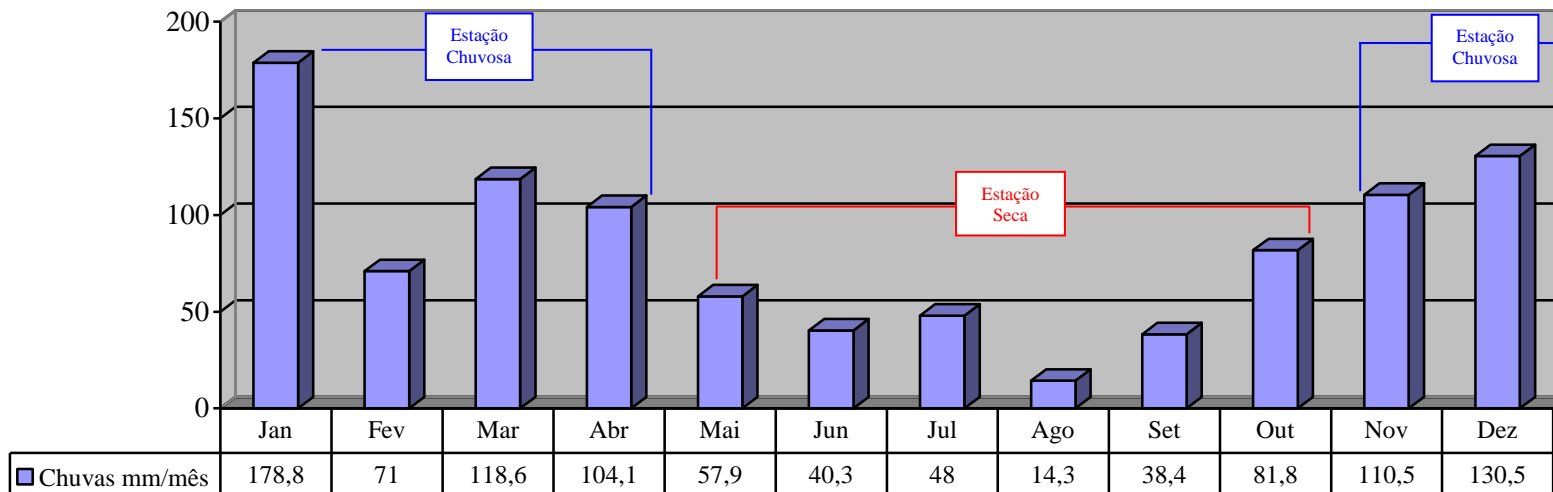


Gráfico 2 - Pluviosidade mensal média (mm/mês) de São Gonçalo – RJ, de 2005 a 2014. Fonte: Estação Climatológica da UERJ / FFP

3.2.1.2- Intensidade Pluviométrica

Ao analisar a série de dados coletados no período de maio de 2004 a abril de 2015, na Estação Climatológica da UERJ/FFP, tendo como base as classes de intensidade de chuvas constatou-se a ocorrência de 3.293 eventos – vide Tabela 1. Pelo método de classificação da Fundação Instituto de Geotécnica do Município do Rio de Janeiro (GEORIO), chega-se à conclusão que 84,9% das chuvas são de insignificante à leve, ou seja, chuvas de até 5,0 mm/h. Pelo critério de Reichardt (1987), 90,9% das chuvas são classificadas de leve a moderada, o que significa dizer que, são chuvas de até 7,5 mm/h. Há significativa predominância para a classe leve (69,7%), com chuvas de até 2,5mm/h.

Tabela 1 – Classificação das intensidades de chuvas registradas no período de maio de 2004 a abril de 2015 na Estação Climatológica UERJ/FFP, classificadas segundo os critérios da GEORIO e de Reichardt (1987).

Classificação GEORIO	CLASSES	Total de Eventos Chuvosos	Participação %
Insignificante	menor que 1,1 mm/h	1.097	33,3
Leve	de 1,1 a 5,0 mm/h	1.698	51,6
Moderada	de 5,1 a 25,0 mm/h	473	14,4
Forte	de 25,1 a 50,0 mm/h	25	0,8
Muito Forte	maior que 50,0 mm/h	0	0,0
TOTAL	----	3.293	100,0
Classificação Reichardt	CLASSES	Total de Eventos Chuvosos	Participação %
Leve	até 2,5 mm/h	2.294	69,7
Moderada	de 2,5 a 7,5 mm/h	699	21,2
Forte	maior que 7,5 mm/h	300	9,1
TOTAL	----	3.293	100,0

3.2.2- Geologia

Tendo por base as informações do Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil / Geologia do Estado do Rio de Janeiro – Serviço Geológico do Brasil (2001), pode-se afirmar que a área de estudo se localiza no Domínio Serra do Mar, que ocupa toda a região centro-oriental do Estado do Rio de Janeiro.

A bacia contribuinte para a Baía de Guanabara drena no seu conjunto uma área aproximada de 4.600 km², constituída por rochas gnaissicas e graníticas Pré-Cambrianas, rochas alcalinas cenozoicas, depósitos continentais cenozoicos das formações Pré-Macacu, Macacu e Caceribu, bem como sedimentos holocênicos fluviais, coluviais, marinhos e fluvio-marinhos (AMADOR, 2012).

O Cenozoico deixou importantes registros sedimentológicos, paleontológicos e geomorfológicos na região da Bacia da Guanabara, que permitem a reconstituição das mudanças paleoambientais, da evolução do relevo e das vidas animal e vegetal. A configuração do seu litoral acidentado, o modelado de colinas, tabuleiros e terraços, dentre tantos outros, derivam de ciclos erosivos deposicionais, ocorridos a partir da Era Cenozoica, que é dividida em dois períodos: o Terciário e o Quaternário (AMADOR, 2012).

O Cenozoico está representado na Bacia da Baía de Guanabara por distintas feições, tendo a Formação Caceribu, de representação singular no presente estudo. De acordo com Amador (2012), trata-se de depósitos de continentais cenozoicos do Pleistoceno Superior, constituído de quatro fácies sedimentares:

- **Depósitos de cones aluviais** – seixos e blocos embalados em matriz arenosa ou areno-argilosa, encontrados no sopé da Serra dos Órgãos;
- **Depósitos colúvio-aluviais** – arenitos grosseiros de quartzo, com raros grãos de feldspato, embalados em matriz caulínica secundária, que confere grau de litificação ao sedimento;
- **Depósitos conglomeráticos associados em níveis de baixo terraço com cascalheira** - correspondem a depósitos de canais de sistemas anastomosantes de drenagem, sendo mais frequente nas regiões de Itaboraí e São Gonçalo;
- **Depósitos aluviais (*strictu sensu*)** – constituídos por camadas tabulares de areias feldspáticas ou arcóseos, com ocorrência facilmente percebida em toda a região do recôncavo da Guanabara.

O mapeamento realizado pelo DRM-RJ fundamentou a caracterização geológica da bacia do rio da Aldeia e, por conseguinte, da área de estudo, no contexto das folhas cartográficas de Maricá e Itaboraí, em escala 1:50.000, a domínios geológicos do Quaternário e do Pré-Cambriano. Considerando a região onde situa-se o assentamento, as principais feições geológicas estão representadas no Mapa 4.

No Quaternário, ocorre expressiva faixa de domínio onde há predominância de sedimentos fluviais (Qp ou Qa).

As rochas Pré-Cambrianas estão representadas através das seguintes feições: Unidade São Fidélis (*p ∈ IIsf*), Unidade Gnaiss Facoidal (*p ∈ IIgf*) e Unidade Cassorotiba (*p ∈ IIcs*), onde encontra-se situada a EEPPE/FEN.

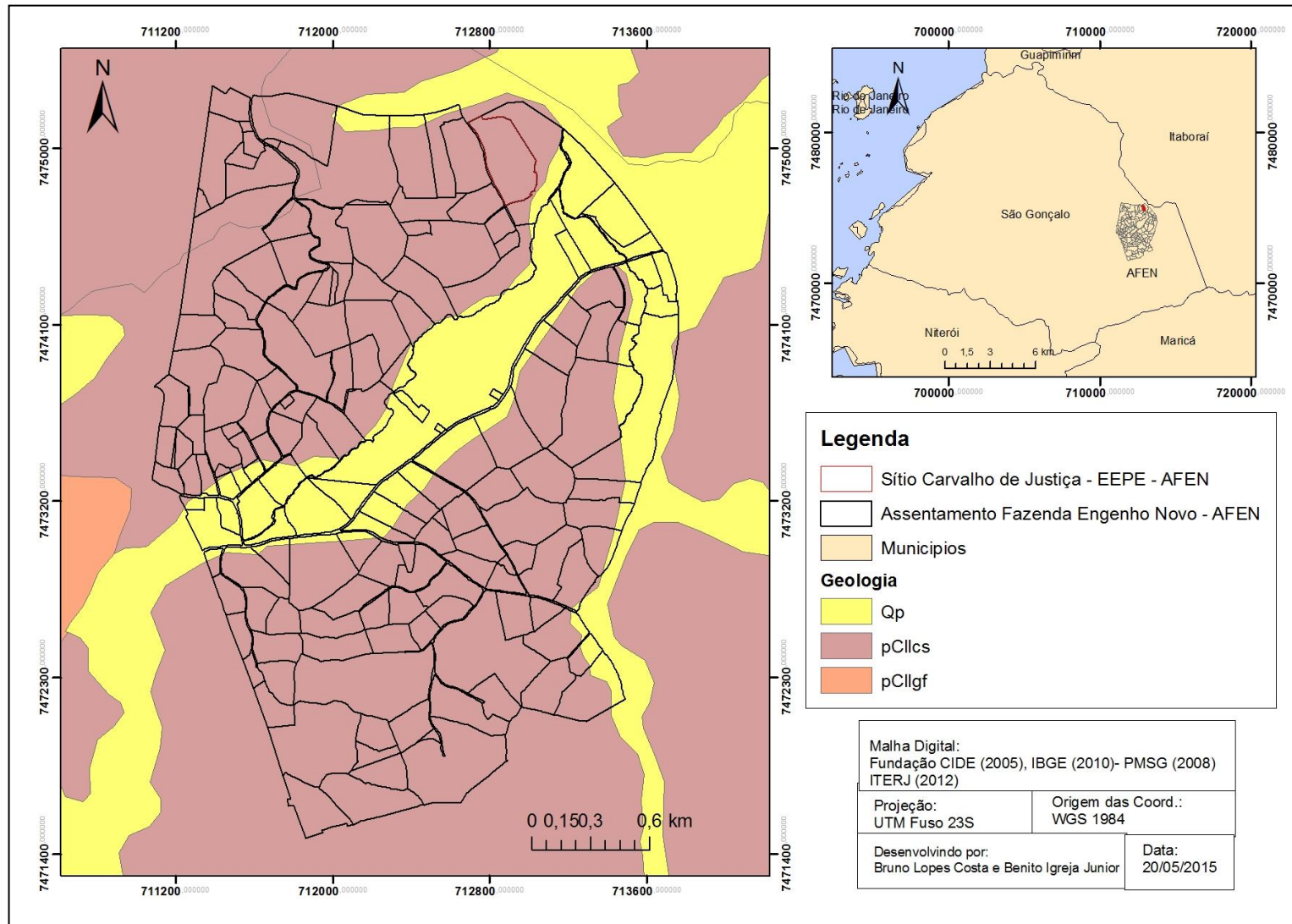
3.2.2.1- Domínios Geológicos do Quaternário

Qp ou Qa – Sedimentos Fluviais: areias grosseiras, médias e finas, mal selecionadas, apresentando quartzo, feldspato e máficos, grãos subangulares e angulares, geralmente com matriz argilosa a siltica exibindo cores creme-amarelada, acastanhada, esbranquiçada, esvermelhada e acinzentada, de leques aluviais. Argila cinza a cinza-amarelada, geralmente micácea de planície de inundação. Areias esbranquiçadas, com granulação variando de fina a conglomerática, composta principalmente de grãos de quartzo, podendo também apresentar feldspato, mica e máficos.

3.2.2.2- Domínios Geológicos do Pré-Cambriano

p ∈ IIgf - Unidade Gnaiss Facoidal: compreende (granada) - biotita - plagioclásio - k feldspatos, gnaisses homogêneos, com características estruturas oftálmicas a semioftálmicas (gnaiss facoidal e semifacoidal). Presença rara de lentes de leptinitos e rochas da suíte charnockítica. Contatos transacionais para a Unidade Cassorotiba.

p ∈ IIcs - Unidade Cassorotiba: compreende (granada) - biotita - plagioclásio - K-feldspato gnaisses homogêneos, predominantemente porfiroblásticos, com estruturas nebulítica e subordinadamente "schlieren". Matriz quartzodiorítica a granodiorítica, de granulação média a fina, com porfiroblastos grosseiros de K-feldspato, em geral microclina. Foliação de incipiente a bem desenvolvida. Presença local de porções migmáticas heterogêneas da Unidade Santo Eduardo, não mapeáveis à escala. Contatos transicionais para as Unidades Santo Eduardo, São Fidélis e Gnaiss Facoidal.



Mapa 4 – Geologia da área do Assentamento Fazenda Engenho Novo.

3.2.3- Geomorfologia

Fundamentado nas informações do Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil / Geomorfologia do Estado do Rio de Janeiro é possível assegurar que, geomorfologicamente, o Estado do Rio de Janeiro pode ser compartimentado em duas grandes unidades morfoestruturais: o Cinturão Orogênico do Atlântico e as Bacias Sedimentares Cenozoicas, de onde se encontram os domínios morfoesculturais das Planícies Fluvio-Marinhas, representado pela unidade geomorfológica da Baixada da Baía de Guanabara, e dos Tabuleiros de Bacias Sedimentares Cenozoicas, representado pela unidade geomorfológica da Bacia do Macacu, que engloba a Bacia do Rio Aldeia (CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, 2001).

3.2.3.1- Unidade Geomorfológica Bacia de Macacu

Consiste numa bacia sedimentar tafrogênica, localizada entre a baixada fluvio-marinha da bacia do rio Macacu, a norte, e o relevo de colinas baixas da superfície aplainada da Região dos Lagos, a sul, apresentando direção aproximada WSW-ENE. Consiste em colinas tabulares e alongadas, de baixa amplitude de relevo e extensas planícies fluviais resultantes da dissecação dos tabuleiros, produzida pelos rios Macacu, Caceribu, Iguá e da Aldeia. Situadas no recôncavo da Baía de Guanabara, as colinas tabulares atingem cotas entre 30 e 50m, enquanto as colinas do substrato pré-cambriano adjacente atingem elevações entre 80 e 150m. Subjacente a essa formação, foi identificado um pacote sedimentar de idade terciária, denominado “camadas pré-Macacu”. Atravessada pela rodovia Rio-Campos (BR-101), a área vem sofrendo crescente pressão urbana proveniente da expansão da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. O incremento populacional de Itaboraí e o avanço da periferia de São Gonçalo promoveram a implantação da malha urbana sobre os tabuleiros, CPRM – Serviço Geológico do Brasil (2001).

Na área que abrange o Assentamento Fazenda Engenho Novo ocorrem formas erosivas e deposicionais. As formas erosivas mais proeminentes são as colinas isoladas ou agrupadas em pequenos aglomerados, entremeadas por fundos planos. Essas colinas representam formas que apresentam feições convexas, assumindo forma de meias-laranjas (apresentam efeitos erosivos menores do que as formas côncavas). Quanto às formas deposicionais, predominam os depósitos aluviais e colúvios.

Colina é termo usado na descrição da paisagem física pelos geomorfólogos para indicar pequenas elevações do terreno com declives suaves e inferiores aos outeiros (morros

cuja altitude média varia entre 50 e 100 metros). A altitude das colinas não excede a 50 metros. São comumente aparentadas às montanhas, diferindo apenas no fato de estarem isoladas umas das outras, e com baixas altitudes (GUERRA,1993).

Considerando os sistemas de classificação de relevo e o mapa geomorfológico do Estado do Rio de Janeiro, elaborados pelo CPRM – Serviço Geológico do Brasil (2001) na escala 1:100.000, tem-se os seguintes predomínios na área de interesse:

- a- **Domínio Suave Colinoso** - Relevo de Colinas muito pouco dissecadas, com vertentes convexas e topos arredondados ou alongados, com expressiva sedimentação de colúvios e alúvios. Ocorrência subordinada de morrotes alinhados. Densidade de drenagem baixa a média com padrão de drenagem variável, de dendrítico a treliça ou retangular. Predomínio de amplitudes topográficas inferiores a 50m e gradientes muito suaves. As parcelas de erosão da EEPPE-AFEN situam-se sobre este tipo de domínio.
- b- **Relevo de Agradação Continental** - Planícies Aluviais (planícies de inundação, terraços fluviais e leques alúvio-coluviais). Superfícies subhorizontais, com gradientes extremamente suaves e convergentes, sem direção aos canais-tronco.

3.2.4- Pedologia

Embora os mapas de solos tenham como importante informação a espacialização dos solos, essa é limitada pela escala e pela abrangência do levantamento (ANJOS & PEREIRA, 2013).

Nesse sentido, São Gonçalo ainda não conta com uma carta de solos em escala que permita identificar e diferenciar as classes de solos, distribuídas ao longo de sua superfície territorial. As cartas com maiores níveis de detalhamento correspondem àquelas do Projeto RadamBrasil, de 1982, cuja escala é de 1:80.000, que impossibilitam o detalhamento mínimo necessário para identificação das clases de solo presentes no município e, especificamente, na Bacia do Rio da Aldeia.

Nesse sentido, tornou-se necessário recorrer aos trabalhos de campo, selecionando locais para proceder a abertura de trincheiras, objetivando estudar, descrever e classificar perfis de solo, que tenham representação significativamente elevada na Bacia do Rio Aldeia e, sobretudo, na região onde se localiza o Assentamento Fazenda Engenho Novo.

A descrição dos perfis de solo fundamentou-se nas normas do Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (2012), editado pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, e as

classificações valeram-se das regras vigentes, estabelecidas pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013). Assim, é que, recorrendo-se a exames preliminares de perfis de solos em cortes de terreno e de estradas, formas erosivas e condições de drenagem ao longo da paisagem em estudo, possibilitaram identificar relativa predominância de solos das classes dos Argissolos (presentes nas meias laranjas) e dos Gleissolos (presentes nas baixadas). A Figura 8 mostra corte de terreno no sítio Carvalho de Justiça, nas proximidades da EEPPE-AFEN, onde pode ser observado solo da classe dos Argissolos.



Figura 8 - Corte de terreno, expondo perfil de Argissolo, no sítio Carvalho de Justiça, na área do Assentamento Fazenda Engenho Novo.

3.2.5- Uso e Cobertura

Tomando como base as informações do IBGE, São Gonçalo apresentou em 2010 uma população de 999.728 habitantes, sendo que, para 2014, estimou-se uma população da ordem de 1.031.903 habitantes. Considerando a superfície territorial do município, da ordem de 247.709 km², constata-se que, São Gonçalo apresenta densidade demográfica de 4.035,90 habitantes/km². O índice de Desenvolvimento Humano Municipal de 2010 (PNUD Brasil, 2013) foi da ordem de 0,73, ocupando a 795^a posição entre os 5.565 municípios brasileiros e a 14^a posição, entre os demais municípios do Estado do Rio de Janeiro.

Andrade & Ribeiro (2012), em seu estudo sobre as bacias hidrográficas de São Gonçalo, constataram que a maior parte de seus rios se apresenta com alto nível de

degradação. As suas bacias hidrográficas são bastante antropizadas e tomadas pelo desordenado avanço urbano.

Entretanto, a Bacia do Rio da Aldeia ainda guarda a condição de ser uma bacia não totalmente urbanizada, apresentando trechos com menor grau de alteração, conforme constataram Souza-Lima *et al.* (2012) em seus estudos Ictiofauna do Rio da Aldeia.

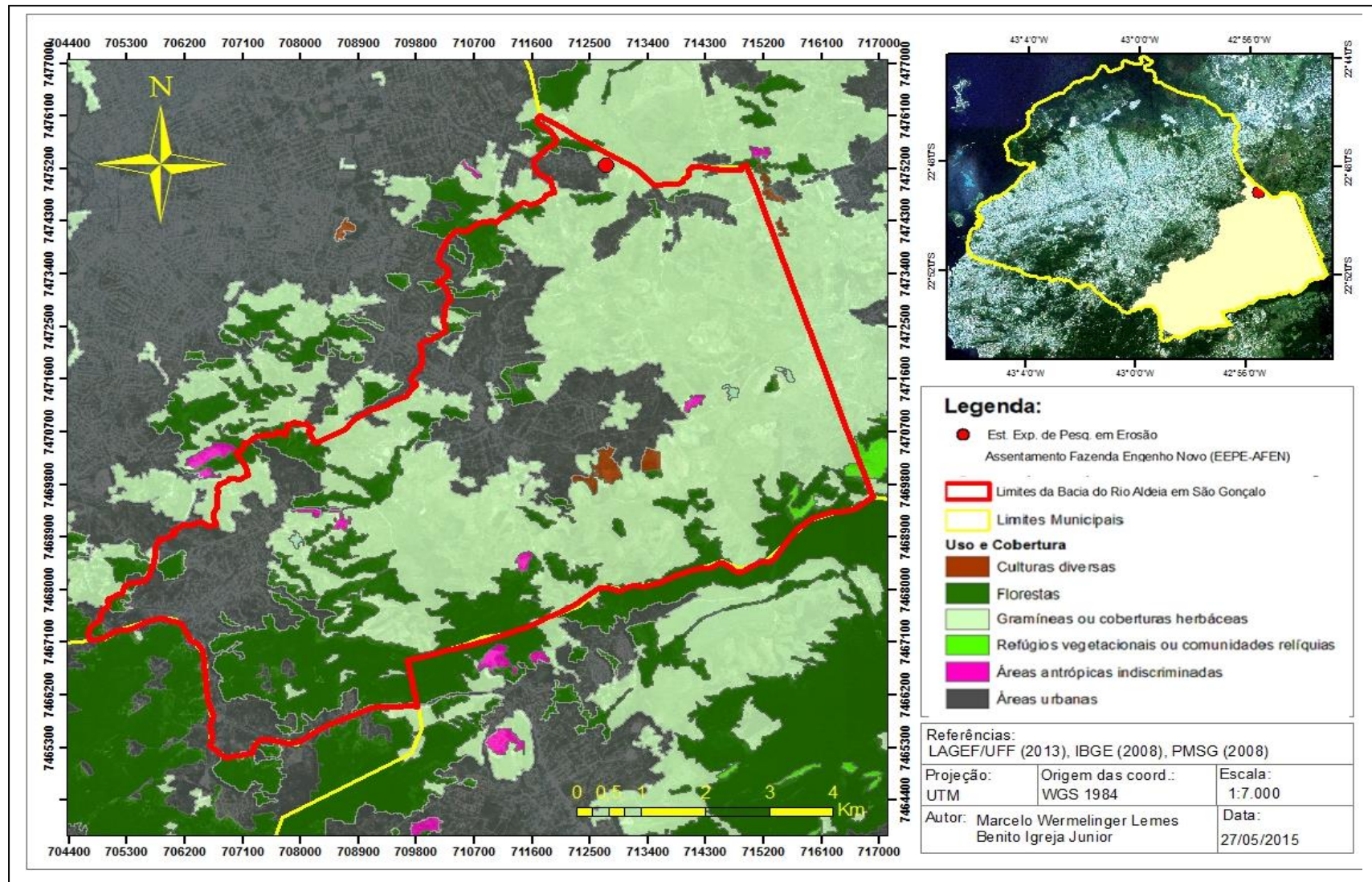
Atualmente, considerando o município de São Gonçalo, predominam na bacia uma vegetação composta por gramíneas ou coberturas herbáceas, próprias de áreas degradadas e subutilizadas. Áreas urbanas vêm avançando sobre os remanescentes de áreas rurais e, o que se mantém dos resquícios de restantes florestados, ainda presentes nas áreas fronteiriças, é decorrente de cotas topográficas mais elevadas, de difícil acesso, ao sul da bacia, nas serras de Calaboca, Cassorotiba e Itaitindiba, conforme pode ser visto pelo Mapa 5.

O Assentamento Fazenda Engenho Novo representa um pouco do que restou da agricultura no município de São Gonçalo. Com seus 700 ha de terras, seus agricultores tentam se estabelecer e ultrapassar os limites da subsistência, com características sociais associadas à agricultura urbana ou periurbana.

3.2.6- Hipsometria

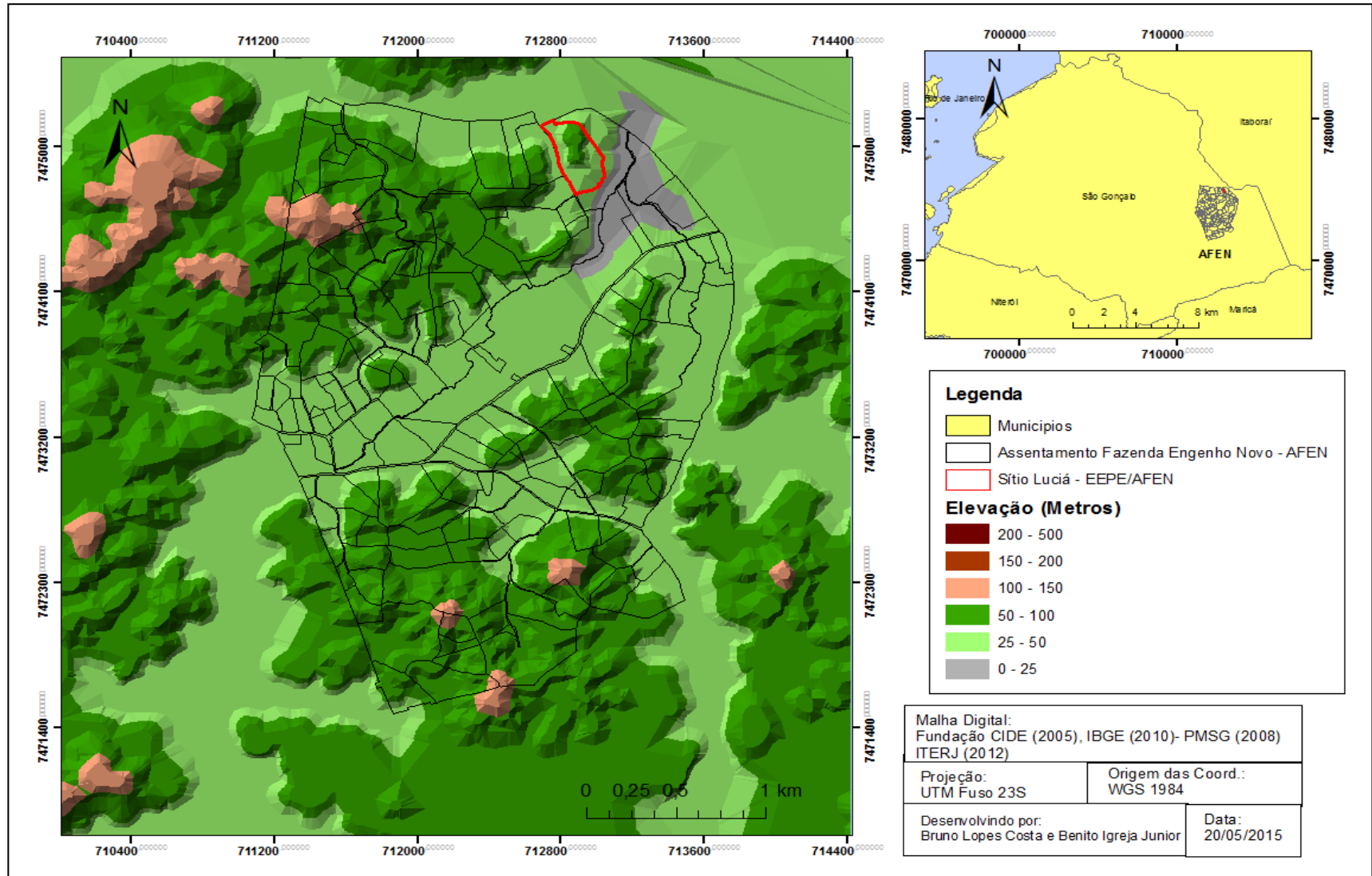
A hipsometria presente na área do Assentamento Fazenda Engenho Novo encontra-se assinalada no mapa de elevação, presente no Mapa 6, que demonstra amplo predomínio dos estratos situados entre 25 a 50m e de 50 a 100m. Embora o estrato de 50 a 100m seja bem significativo, na prática, as elevações pouco se distanciam dos 50 m. As áreas com elevações abaixo de 25m são escassas, enquanto aquelas superiores a 100m são mais raras. Os morros concentram-se nas porções Sul e Norte, decaindo as elevações quando se caminha para a parte mais central do assentamento, onde predominam as menores elevações.

No que se refere à área da EEPPE/AFEN, grande parte apresenta elevação situada no estrato de 25 a 50m, enquanto que porção menor situa-se no estrato de 50 a 100m de elevação. As parcelas de erosão instaladas na EEPPE/AFEN, assim como a trincheira aberta para estudo de solo, situam-se quase no topo da colina, a 48m de elevação. Assim, mesmo no estrato de 50 a 100m, não se observam maiores afastamentos de seu limite inferior.



M

apa 5 - Uso e cobertura da bacia do Rio da Aldeia, no município de São Gonçalo.



Mapa 6 - Hipsometria do Assentamento Fazenda Engenho Novo

3.2.7- Declividade

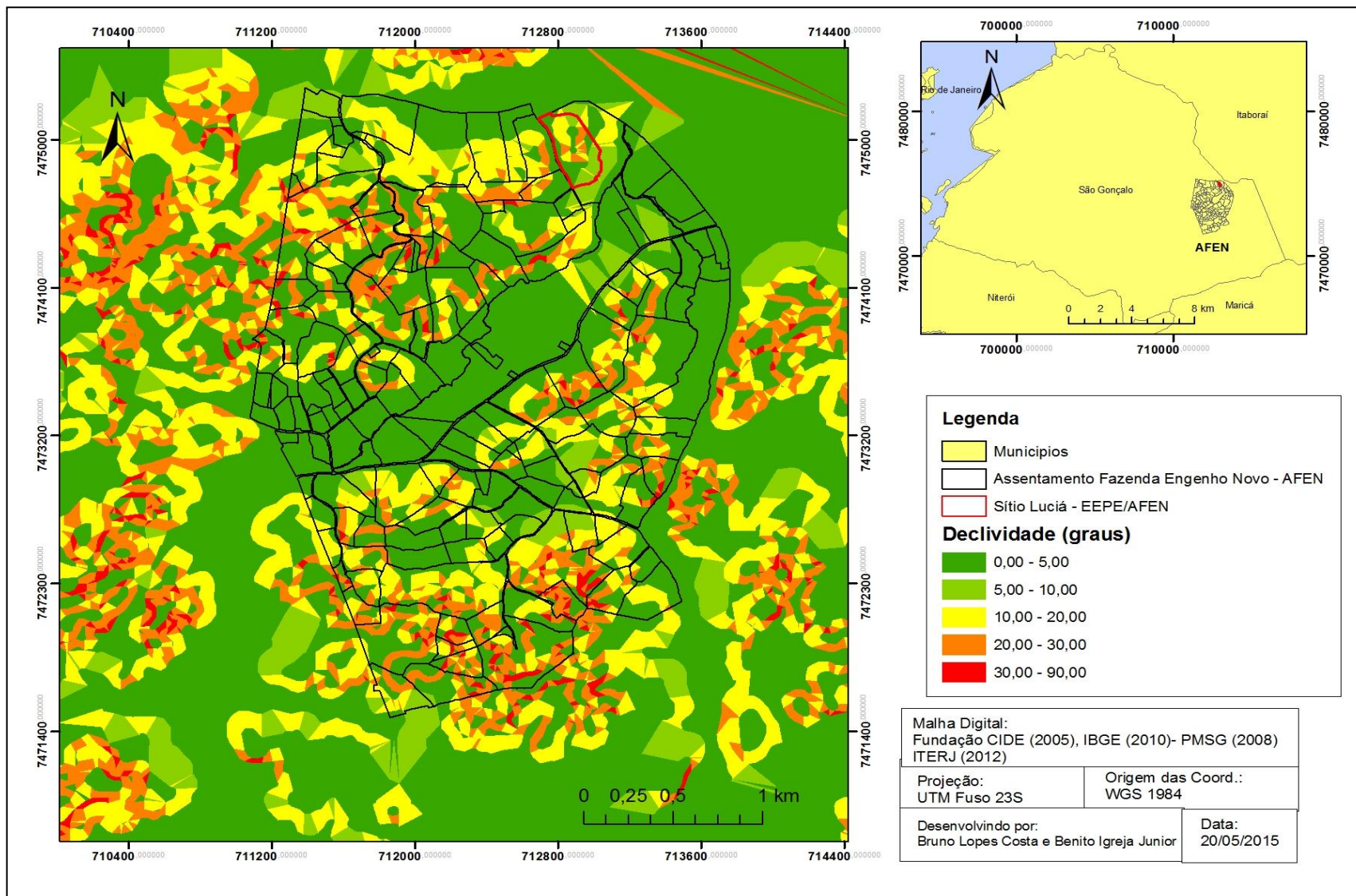
A declividade presente na área do Assentamento Fazenda Engenho Novo encontra-se assinalada no Mapa 7. Demonstra amplo predomínio dos estratos situados entre 0° a 5°, seguidos pelo de 10° a 20°. Na sequência, vem as áreas com declividades situadas no estrato de 20° a 30°. As áreas com declividades situadas nos estratos 5° a 10° e 30° a 90° ocorrem na área do assentamento, sendo estas mais escassas.

No que se refere à área da EEPPE/AFEN, boa parte apresenta declividade situada nos estratos de 0° a 5°, 5° a 10° e 10° a 20°, enquanto que menos de 10% restante situam-se em no estrato de 20° a 30° de elevação, conforme pode ser observado no mapa da Figura 3.13.

As parcelas de erosão instaladas na EEPPE/AFEN, assim como a trincheira aberta para estudo de solo, situam-se no terço superior da colina, onde as declividades estão relacionadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Declividades medidas nas parcelas de erosão da EEPPE/AFEN e no Perfil 1.

LOCAL	DECLIVIDADE - %	DECLIVIDADE - graus
Parcela T0	15,5	8,8107
Parcela T1	15,7	8,9226
Parcela T2	15,2	8,6428
Perfil 1	13,7	7,8009



Mapa 7 - Declividade do Assentamento Fazenda Engenho Novo

4- MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido em área piloto, através de um sítio amostral, onde foram instaladas parcelas experimentais do tipo Wichmeyer, em relevo ondulado, com declividade de 15% e elevação de 38 m, denominada Estação Experimental de Pesquisa Participativa em Erosão Assentamento Fazenda Engenho Novo (EEPPE-AFEN).

Na seleção do local para a implantação da EEPPE-AFEN pesaram alguns fatores, dentre os quais, cabe destacar:

- área com características físicas comuns a diversos lotes do assentamento;
- área situada em relevo colinoso, de formato convexo, em processo de erosão antrópica, com dificuldade de estocagem hídrica;
- agricultor tentando se estabelecer em suas atividades agrícolas e que sofre em seu processo produtivo com problemas derivados da erosão hídrica de seus solos;
- agricultor interessado em praticar a agricultura conservacionista e a adubação verde.

Uma vez selecionada a área, estabeleceu-se um processo de discussão sobre o estudo com os agricultores locais, buscando a compreensão e o aprimoramento da proposta do projeto de pesquisa, envolvendo a articulação e a parceria com a APRAFEN, além de órgãos públicos, como a Emater-Rio e a Prefeitura de São Gonçalo – Figura 9. Uma vez vencida esta etapa, seguiu-se então a preparação e instalação de três parcelas de erosão.



Figura 9 - Mosaico de fotografias (1) apresentação do projeto com a agricultora Lucía e o técnico da Emater-Rio; (2) visita de campo para conhecimento do processo produtivo usado pela agricultora; (3) demarcação das parcelas feita pelos agricultores. Fonte: o Autor, 2013

4.1- Instalação das Parcelas de Erosão

Para o desenvolvimento da pesquisa foram instaladas áreas experimentais denominadas parcelas de erosão Wichmeyer (MEYER & WISCHMEYER, 1969). Em 26/10/2013, após a demarcação da área, iniciou-se a instalação das parcelas. Delimitadas por chapa galvanizada, de 0,50m de altura, com dimensões de 22 m x 4 m, cada parcela cobriu

uma superfície de solo de 88 m². Para mensurar as perdas de água e solo, decorrentes da erosão superficial, a parcela foi diretamente ligada a uma caixa coletora, com capacidade para 1.000 litros de água, conforme Figura 10. Maiores detalhes da instalação das parcelas encontram-se no Apêndice A.



Figura 10 - Mosaico de fotografias da instalação das parcelas de erosão. (1) e (2) abertura de sulcos; (3) medições e cortes das chapas; (4) fixação das chapas ao solo, (5), (6) e (7) confecção e montagem da cabeceira; (8) parcelas instaladas; (9) parcelas com sistema de coleta de sedimentos instalados. Fonte: o Autor, 2013.

O croqui da Figura 11 permite uma visão mais abrangente, mostrando a disposição das parcelas, os tratamentos preconizados e o instrumental utilizado.

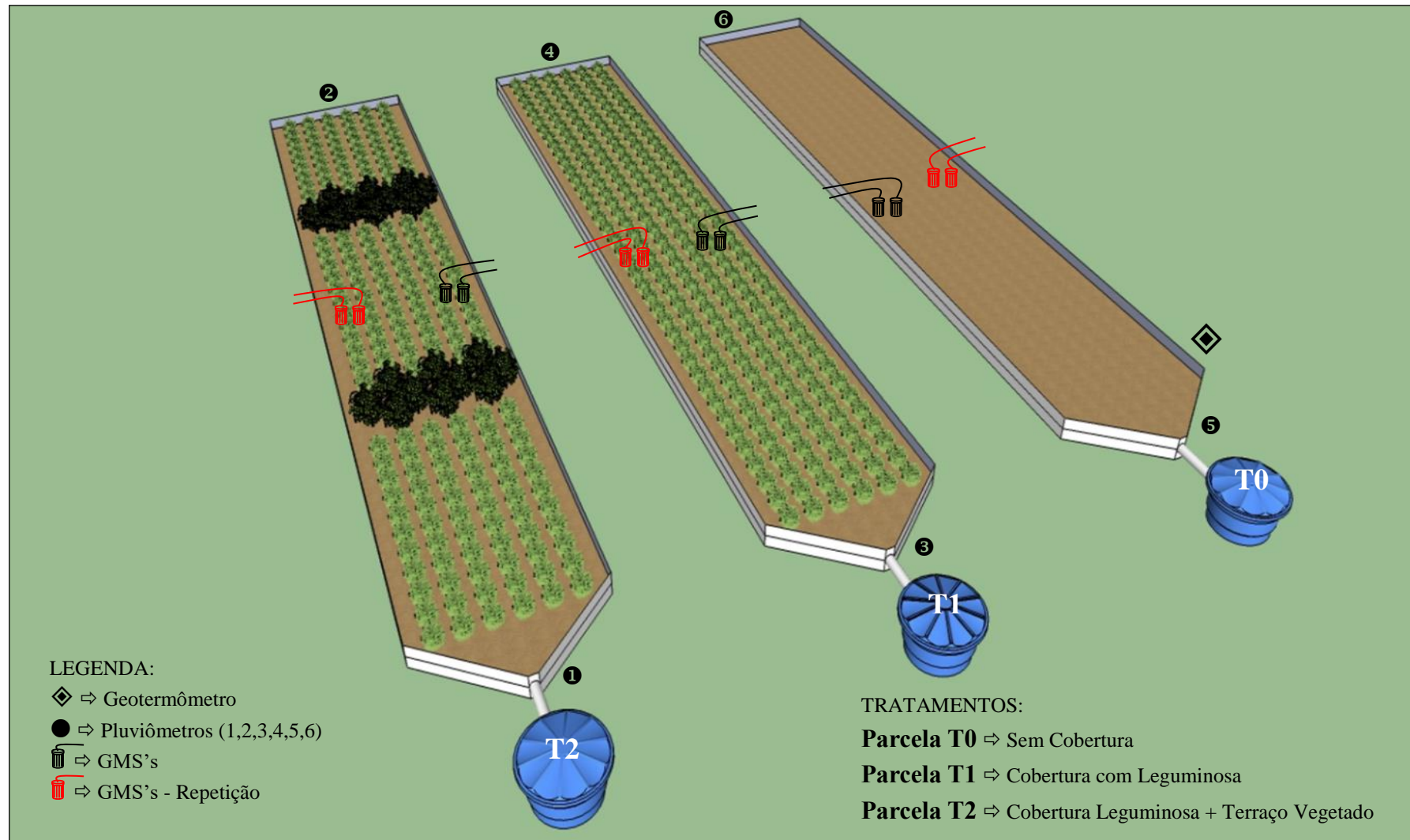


Figura 11 - Croqui da EEPPE/AFEN, mostrando a disposição das parcelas de tratamento T0, T1 e T2, localização dos GMS's, Geotermômetro e Pluviômetros.
 Fonte: O autor, 2013 – elaborado por Filipi Pereira Soares - software *SketchUp Make*, versão 13.0.4812; *Trimble Navigation Limited*, 2013, *open source credit*.

A EEPPE-AFEN é constituída de três parcelas de erosão, que compreendem três tratamentos distintos, como pode ser observado na Figura 12:

- **Parcela T0** – parcela sem qualquer cobertura, onde o solo é diretamente exposto às intempéries climáticas.
- **Parcela T1** – parcela coberta exclusivamente com leguminosa perene e de hábito de crescimento indeterminado.
- **Parcela T2** - parcela coberta com leguminosa perene e de hábito de crescimento indeterminado, combinada com prática mecânica de conservação do solo (terraço de base estreita), vegetada por leguminosa semiperene e de hábito de crescimento arbustivo. A parcela conta com dois terraços de base estreita em nível, delimitando-a em três segmentos iguais, Superior, Mediano e Inferior.

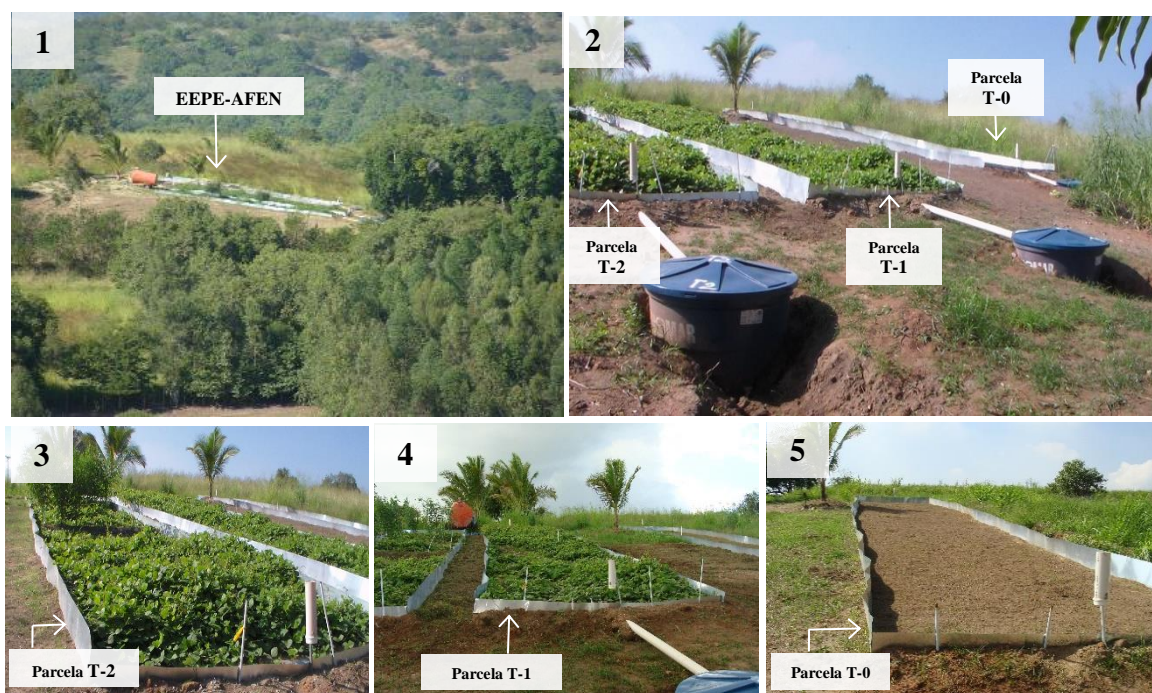


Figura 12 - Mosaico de fotografias. (1) visão da EEPPE-AFEN na paisagem do assentamento; (2) disposição geral das parcelas de erosão T2, T1 e T0, no sítio Carvalho de Justiça; (3) Parcela de erosão T2; (4) Parcela de erosão T1; (5) Parcela de erosão T0. Fonte: o Autor, 2014.

4.2- Semeadura de Leguminosas nas Parcelas T1 e T2

Para permitir os estudos almejados, foram implantadas coberturas vivas nas parcelas T1 e T2, utilizando plantas da família botânica das leguminosas. As espécies selecionadas foram Cudzu Tropical (*Pueraria phaseoloides*) e Guandu (*Cajanus cajan*).

As parcelas T1 e T2 tiveram suas superfícies semeadas com Cudzu Tropical em 22/11/2013, para aproveitar a época das águas, mais apropriada ao semeio. Adotou-se o

espaçamento de 0,5m entre linhas de plantio, semeando 18 sementes.m⁻¹ (CALEGARI, *et al.*, 1992), seguindo-se as curvas de nível, demarcadas com nível do tipo “pé de galinha”. Dada a natureza das sementes desta espécie, que apresentam 80 a 95% de sementes duras, promoveu-se a quebra de dormência, submetendo as sementes a um tratamento térmico com água a 75 °C, por 15 minutos (VALENTIM & CARNEIRO, 1998). Na operação de semeadura, devido a diminuta dimensão das sementes, foi necessário cobri-las com terra a uma profundidade máxima de 2-3 cm. Assim, procedeu-se uma suave varredura do terriço sobre os sulcos de plantio com vassoura de piaçava, para não sufocar as sementes e as plântulas, favorecendo o processo de germinação, que ocorreu a cerca de 8 dias após o plantio – Figura 13.

Cabe observar que a seca, ocorrida nos meses de janeiro e fevereiro de 2014, prejudicou significativamente as parcelas T1 e T2, exigindo o replantio parcial, o que se deu em 08 de março. Tal fato atrasou a cobertura total das parcelas pelo Cudzu. Assim, somente a partir de maio de 2014, as parcelas T1 e T2 foram todas tomadas pelas plantas, proporcionando plena cobertura. Estabelecida, a leguminosa mostrou-se agressiva, competindo e suplantando outras espécies vegetais, corroborando o que afirmaram Valentim & Carneiro, (1998).

Em 22/11/2013, o Guandu foi semeado exclusivamente na parcela T2, nas cristas dos pequenos terraços de base estreita, segundo um espaçamento entre covas de 1 m. Por apresentar maior grau de resistência, o Guandu conseguiu superar às adversidades do período de seca, ainda que tenha sofrido um pequeno retardamento em seu desenvolvimento inicial.



Figura 13 - Mosaico de fotografias. (1) marcação de curvas de nível com “pé de galinha”; (2) abertura de sulcos de plantio em nível; (3) operação de semeadura em nível nos sulcos de plantio. Fonte: o Autor, 2014.

4.3- Terraceamento

Para avaliar a possibilidade de ampliar os efeitos antierosivos, optou-se por implantar na parcela T2 por um tratamento que conjugasse os efeitos da cobertura vegetal de Cudzu Tropical com uma prática mecânica de conservação de solo e água.

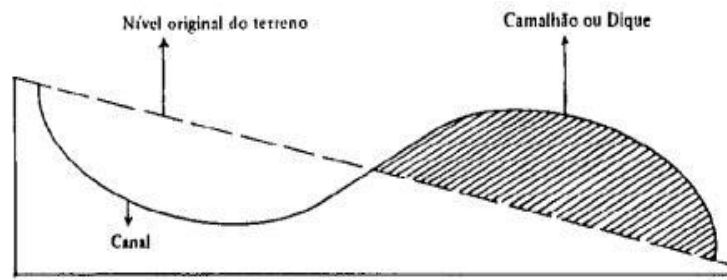


Figura 14 - Terraço esquemático. Fonte: UFLA – apostila Práticas conservacionistas de solos e águas.

Assim, foram dimensionados, locados e construídos dois pequenos terraços de base estreita, assentados em nível, com base de 1,00 m de largura e cerca de 0,70 m de altura de crista, como na Figura 14. Em suas cristas foram semeadas 4-5 sementes de guandu, em covas espaçadas em 0,80m, para proporcionar maior estabilidade aos terraços e também favorecer à infiltração, considerando a pivotância do sistema radicular destas plantas em penetrar e romper camadas de solo mais adensadas. Após 60 dias da germinação, as plantas foram desbastadas, deixando apenas uma em cada cova. Obedecendo a esta configuração, a rampa da parcela T2 foi então seccionada em três segmentos de 7m de comprimento, aproximadamente, como pode ser observado na Figura 15.

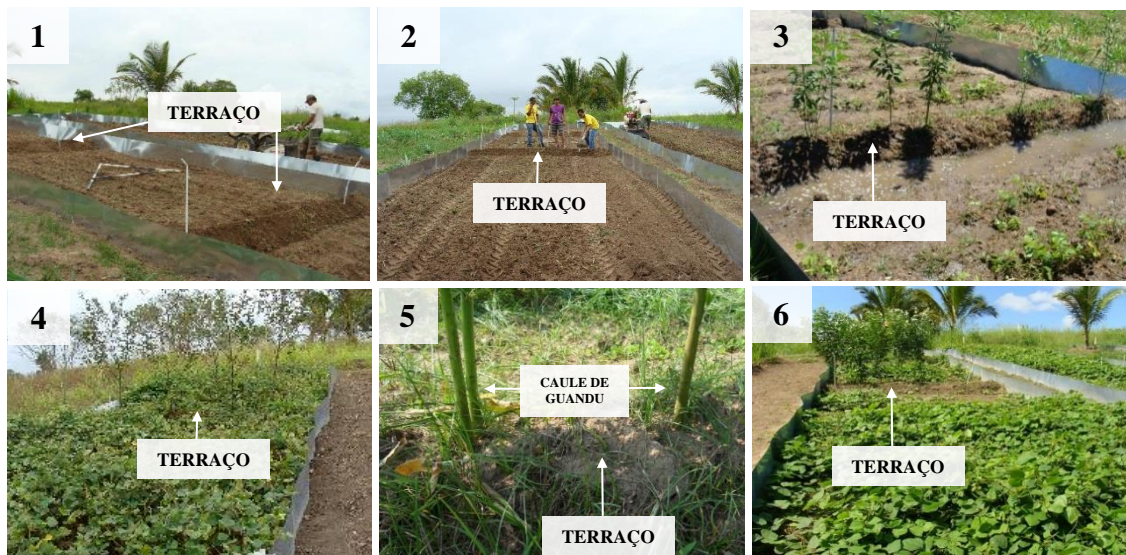


Figura 15 - Mosaico de fotografias da parcela T2. (1) e (2) construção de terraços em nível para segmentação da rampa; (3) terraço retendo água; (4) parcela com Guandu nas cristas dos terraços; (5) engrossamento de caules de Guandu; (6) visão geral da parcela. Fonte: o Autor, 2014.

4.4- Quantificação das Perdas de Água e Solo

A metodologia de pesquisa de erosão propõe-se a buscar respostas acerca da quantidade e intensidade dos processos erosivos nas condições ambientais. Assim, o experimento de campo do presente estudo fez uso de sistemas de parcelas coletoras para a determinação das perdas de solo e água pela erosão, sob chuva natural, nas condições ambientais predominantes na área do Assentamento Fazenda Engenho Novo.

Considerando os métodos utilizados na determinação da quantificação das perdas por erosão, descritos por Bertoni & Lombardi Neto (2012), empregou-se o método direto, por meio da coleta de material retido nas caixas coletoras de cada parcela, que estavam equipadas com recipientes individuais calibrados para a aquisição das alíquotas (balde graduado). O critério de monitoramento das parcelas de erosão previu coletas, realizadas diariamente, todas as manhãs, às 9:00hs, devidamente assinaladas em planilha de campo, por membro da associação de produtores local, devidamente treinado e acompanhado - vide Figura 16.



Figura 16 - Mosaico de fotografias. (1) abertura de caixa coletora após evento de chuva; (2) coleta de amostra; (3) *beckers* com amostras para análise no LabGeo. Fonte: o Autor, 2014.

As amostras coletadas no campo foram levadas ao Laboratório de Geociências (LabGeo) da UERJ, onde foram agitadas, uma a uma, acondicionadas em *beckers* com capacidade de 1 litro, previamente pesados e identificados (parcela, data, volume de água na caixa coletora e volume de água no balde medidor). Em seguida, cada amostra foi posta a secar em estufa, a 110 °C. Assim, com o sedimento seco, o *becker* foi levado para pesagem em balança com precisão de duas casas decimais. Subtraindo do valor encontrado o peso do recipiente (g), obteve-se por fim o peso líquido do sedimento (g) nas 24 horas de chuvas que incidiram sobre a parcela de 88 m², conforme expressão nº. 4.1.

$$\text{Perda de Solo (g)} = \text{Peso do Becker com Sedimento(g)} - \text{Peso do Becker(g)} \quad (4.1)$$

Sabendo-se o montante da massa de solo perdida na superfície da parcela, foi possível correlacionar as perdas de solo em kg/ha ou t/ha. Da mesma forma, sabendo-se do volume de

água medida nas caixas coletoras, foi possível saber o volume de água que não infiltrou na matriz do solo, pois escorreu sobre a superfície das parcelas.

Considerando as elevadas perdas de solo e água observadas na Parcela T0, foi necessária a instalação de uma segunda caixa coletora com capacidade de armazenagem de 1.000 litros, conforme pode ser observado na Figura 17.



Figura 17 - Mosaico de fotografias. (1) instalação de segunda caixa coletora na Parcela T0; (2) caixas coletoras da Parcela T0 em operação, após evento de chuva. Fonte: o Autor, 2015.

4.5- Estudo e Caracterização de Solos

Nos solos identificados com a representação do domínio Suave Colinoso, onde predomina o relevo de colinas e morrotes, em amplitudes topográficas inferiores a 50m e gradientes muito suaves, o processo de formação se deu por iluviação. Tais solos foram identificados com a classe dos Argissolos. Já, no domínio de Agradação Continental, onde há franco predomínio de planícies aluviais (planícies de inundação, terraços fluviais), o processo de formação se deu por gleização, motivo pelo qual foram identificados com a classe dos Gleissolos.

4.5.1- Abertura de Perfis de Solo

Para se ter uma visão integrada do solo na paisagem da área de estudo e fazer inferências acerca de sua formação e comportamento em relação ao uso agrícola (capacidade de produzir de forma sustentada, adequação às práticas agrícolas, propensão à erosão, etc.), foi feito estudo da morfologia de dois tipos de solo no campo, através da descrição de dois perfis, identificando e diferenciando cada um de seus horizontes, seguindo a metodologia assinalada no Manual de Descrição e Coleta de Solos no Campo, preconizado pela SBCS (2013).

Para a descrição da morfologia do solo foram abertas duas trincheiras. As dimensões aproximadas foram de 3,0m de comprimento, 1,5m de largura e 2,0m de profundidade, sendo o acesso ao seu interior feito por rampa levemente inclinada.

Na descrição contou-se com o auxílio de ferramentas, do Manual de Descrição e Coleta de Solos no Campo, Catálogo de Cores de Munsell, etc. O modelo de ficha de classificação de pedológica utilizada encontra-se apresentado no Anexo A.

No estudo da morfologia do solo empregou-se a descrição das propriedades detectadas pelos sentidos da visão e do tato (manuseio), quais sejam: cor, textura, estrutura, porosidade, consistência, transição de horizontes, etc. Nos distintos horizontes foram coletadas amostras indeformadas, empregando anéis de aço de Kopecky.

O perfil de referência, utilizado para a área de estudo, foi o Perfil 1, identificado como ARGISSOLO VERMELHO Distrófico abruptico - vide Apêndice 4. O processo de abertura da trincheira e manuseio do perfil e de seus horizontes encontra-se ilustrado na Figura 18.

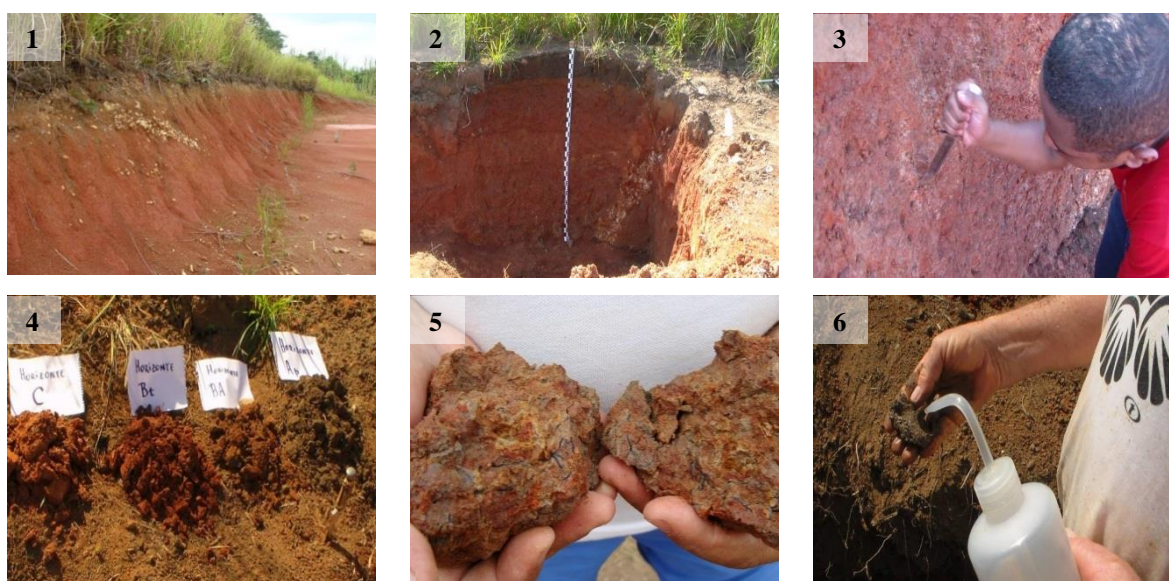


Figura 18 - Mosaico de fotografias do Perfil 1. (1) corte de terreno usado em exame preliminar; (2) trincheira aberta para estudo do perfil do solo; (3) sensibilização com faca; (4) amostras sequenciais dos horizontes encontrados; (5) amostra de solo com mosqueamento e vestígios de penetração de raízes; (6) manuseio de amostra pelo tato. Fonte: o Autor, 2014.

O perfil secundário, identificado com as planícies aluviais, foi classificado como GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico - vide Apêndice 5. Situado na divisa entre o assentamento e a Faz. Nossa Sra. da Conceição, seus horizontes encontram-se na Figura 19. O seu estudo restringiu-se meramente à composição da paisagem, não se constituindo em objeto de maior interesse na presente pesquisa.

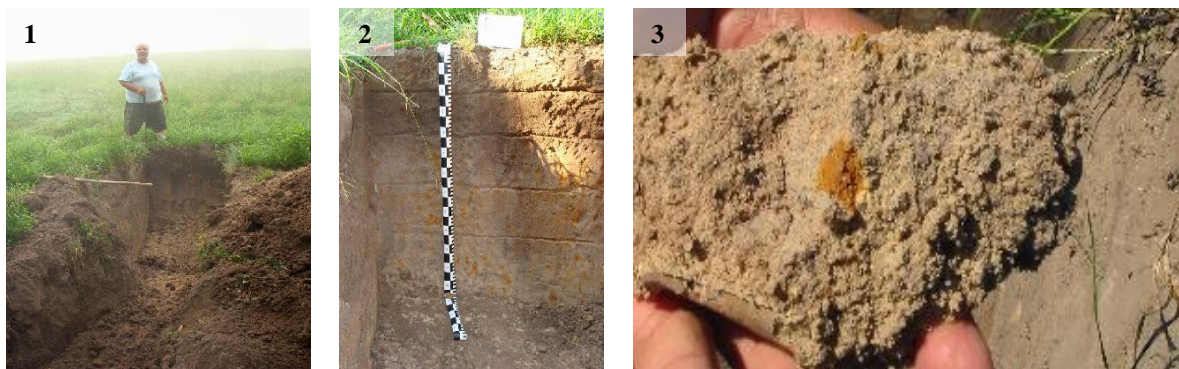


Figura 19 - Mosaico de fotografias do Perfil 2. (1) abertura de trincheira; (2) perfil aberto com horizontes definidos; (3) amostra de solo com mosqueamento. Fonte: o Autor, 2014.

4.5.2- Coletas de Amostras Indeformadas

a) Nas Parcelas:

Para permitir a coleta de amostras de solo indeformadas representativas das parcelas, foram abertas em cada parcela três pequenas trincheiras, com superfície medindo 35 x 20 cm, localizadas na porção superior, mediana e inferior. Utilizando anéis de aço de Kopecky, de cada trincheira foram retiradas cinco repetições de amostras, para cada uma das seguintes profundidades:

- 0-5 cm – representativo do horizonte Ap;
- 30–35 cm – representativo do horizonte Bt₁;
- 40-45 – representativo do horizonte Bt₂.

Assim, cada parcela contou com 45 amostras, (15 para cada uma das 3 profundidades estabelecidas), totalizando um universo de 135 amostras indeformadas no conjunto das 3 parcelas.

Para alterar o mínimo possível as condições de fluxo hídrico, procurou-se separar as camadas de terra em baldes, na medida em que eram abertas as trincheiras e coletadas as amostras de solo, restituindo-as ao perfil, uma após a outra, em suas camadas originais.

b) No Perfil:

Utilizando-se anel de aço de Kopecky de bordas cortantes e volume interno conhecido, foram coletadas duas amostras indeformadas, nas profundidades de cada um dos quatro horizontes do perfil, totalizando assim 8 amostras indeformadas (2 amostras repetição para cada horizonte x 4 horizontes).

Todas as amostras indeformadas coletadas foram identificadas, embaladas em papel alumínio e cuidadosamente transportadas em caixa de isopor, sendo enviadas para análises no Laboratório de Geociências da UERJ/FFP, segundo à metodologia preconizada pela Embrapa

(1997), objetivando à determinação dos parâmetros de porosidade (total, macroporosidade e microporosidade) e densidade do solo – vide Figura 20.



Figura 20 - Mosaico de fotografias. (1) anéis de Kopecky cravados na matriz do solo na trincheira; (2) amostra indeformada coletada da trincheira; (3) fundo do anel protegido por morim. Fonte: o Autor, 2014.

4.5.2.1- Porosidade e Densidade do Solo

Para os estudos de porosidade e densidade do solo, foram tomadas 135 amostras indeformadas, distribuídas em grupos de cinco repetições, nas profundidades de 0 a 5 cm, de 30 a 35 cm e de 40 a 45 cm, nos horizontes Ap, Bt₁ e Bt₂, respectivamente, tomadas nas partes superior, mediana e inferior das parcelas de erosão T0, T1 e T2.

O método escolhido foi aquele que emprega a mesa de tensão (EMBRAPA, 1997), onde as amostras são previamente postas a saturar, sendo em seguida submetidas à sucção por vácuo formado na mesa de tensão.

As análises foram feitas no Laboratório de Geociências da UERJ/FFP – vide Figura 21.

Inicialmente, as amostras são postas em bandeja plástica com água e submetidas à saturação ao longo de dias, acompanhando o acréscimo de massa, até que não varie mais. Sob tais circunstâncias, as amostras estarão saturadas.

Em seguida, as amostras seguem para a mesa de tensão, previamente preparada com papel mata borrão, onde se aplicou uma lâmina líquida de água suficiente para criar uma tensão de 0,006 Mpa. Esta tensão provoca a drenagem gradativa da água retida nos macroporos do solo (poros com $\varnothing \geq 0,05$ mm), através da sucção provocada pelo vácuo formado na mesa de tensão. Por essa razão, as amostras devem ser pesadas diariamente, a fim de se acompanhar a redução de seu peso e também observar se não houve quebra da coluna d'água. Quando não mais variar o peso as amostras devem ser remetidas à estufa por um período de 24 a 48 horas, a 105 °C.

Do peso total da amostra saturada, antes de ir à mesa de tensão, devem ser descontados os pesos do anel e do conjunto elástico/morim, obtendo-se o peso saturado final.

Do peso saturado final desconta-se o peso da amostra seca em estufa a 105 °C. Da diferença encontrada, dividida pelo volume da amostra, multiplicada por 100, obtém-se a porcentagem de saturação em volume, que nada mais é que a Porosidade Total (%) da amostra.



Figura 21 - Mosaico de fotografias: (1) transporte de amostras embaladas em papel alumínio; (2) amostras identificadas chegam ao laboratório; (3) amostras identificadas em saturação; (4) pesagem de amostra; (5) mesa de tensão com papel mata-borrão; (6) secagem de amostras em estufa a 105 °C. Fonte: o Autor, 2015.

Para a determinação da Porcentagem de Saturação, que representa a Porosidade Total, utiliza-se a expressão n°. 4.2.

$$\text{Porosidade Total (\%)} = \frac{(a - b)}{c} \times 100 \quad (4.2)$$

Onde:

a = peso (g) saturado final.

b = peso da amostra seca a 105 °C

c = volume do cilindro

Para a determinação da Microporosidade (%) utiliza-se a expressão n°. 4.3.

$$\text{Microporosidade (\%)} = \frac{(d - b)}{c} \quad (4.3)$$

Onde:

d = peso (g) da amostra após ser submetida a uma tensão de 60 cm de coluna de água.

b = peso da amostra seca a 105 °C

c = volume do cilindro

O cálculo da Macroporosidade é feito pela expressão n°. 4.4.

$$\text{Macroporosidade (\%)} = \text{Porosidade Total} - \text{Microporosidade} \quad (4.4)$$

Quanto à Densidade do Solo (g/cm^3) este valor é obtido através da expressão n°. 4.5.

$$\text{Densidade (g/cm}^3\text{)} = \frac{b}{c} \quad (4.5)$$

Onde:

b = peso da amostra (g) seca a 105°C

c = volume do cilindro (cm^3)

4.5.3- Coletas de Amostras Deformadas

Objetivando a realização de análises físicas (granulometria) e químicas, foram coletadas amostras deformadas nos perfis de estudo e também nas parcelas de erosão, por ocasião do início do desenvolvimento vegetativo das leguminosas.

Para as análises granulométricas foram coletadas amostras de cada horizonte e de cada parcela, em número de 5 (cinco) repetições, objetivando os cálculos estatísticos.

No que se refere aos perfis, para cada horizonte identificado no estudo, foram coletadas amostras de 2,5 kg de solo, aproximadamente.

Em cada uma das parcelas foram coletadas amostras deformadas, nas profundidades 0-20 cm e 20-40 cm. Utilizou-se 3 amostras simples, coletadas nas porções superior, mediana e inferior, para formar uma amostra composta, representativa da parcela, como pode ser observado na Figura 22.



Figura 22 - Mosaico de fotografias de coleta de amostras deformadas nas parcelas. (1) identificação de embalagens e de baldes coletores; (2) coleta de amostras com trado holandês; (3) homogeneização de amostras simples para retirada de amostra composta. Fonte: o Autor, 2014.

4.5.3.1- Análises Granulométricas

Foram coletadas amostras de solo de cada um dos horizontes do perfil e também das três parcelas (T0, T1 e T2).

As análises granulométricas foram realizadas utilizando-se o Método da Pipeta (EMBRAPA, 1997), que se baseia na velocidade de queda das partículas que compõem o

solo. Fixa-se o tempo para deslocamento vertical na suspensão do solo com água, após a adição de um agente dispersante químico (NaOH ou calgon). Pipeta-se um volume da suspensão, para determinação da argila que, seca em estufa, é pesada em balança de precisão (4 casas decimais). As frações grosseiras (areia fina e grossa) são separadas por tamisação, secas em estufa e pesadas para obtenção dos respectivos percentuais. O silte corresponde ao complemento dos percentuais para 100%. É obtido por diferença das outras frações em relação à amostra original. Os valores finais de cada fração são expressos em g.kg^{-1} .

4.5.3.2- pH e Matéria Orgânica

Na determinação do pH das amostras utilizou-se o método eletrométrico, segundo o qual a solução do solo é confrontada com um eletrodo-padrão do hidrogênio ou com um outro eletrodo que tenha função semelhante. Para as medições fez-se uso do peagâmetro QUIMIS® pH Metro Microprocessado Q400MT.

O teor de matéria orgânica, medido em g.kg^{-1} , é calculado a partir do teor de carbono orgânico das amostras de solo, obtido oxidando a matéria orgânica presente em via úmida pelo uso de dicromato de potássio em meio ácido, empregando-se como fonte de energia o calor desprendido do ácido sulfúrico. O excedente do dicromato, após a oxidação, é titulado em solução padrão de sulfato ferroso amoniacal (sal de Mohr), (EMBRAPA,1997). Esses ensaios foram realizados no Laboratório de Geociências (LabGeo) da UERJ/FFP. O cálculo do teor de carbono orgânico é então obtido pela expressão nº. 4.6.

$$C (\text{g/kg}) = (40 - \text{volume gasto}) \times f \times 0,6 \quad (4.6)$$

Onde $f = 40 / \text{volume de sulfato ferroso gasto na prova em branco}$

Assim, a percentagem de matéria orgânica é calculada multiplicando-se o resultado do carbono orgânico por 1,724, sendo que tal valor é utilizado em virtude de se admitir que, na composição média do húmus, o carbono participa com 58%; expressão nº. 4.7.

$$\text{Matéria Orgânica (g/kg)} = C (\text{g/kg}) \times 1,724 \quad (4.7)$$

4.5.3.3- Química (Complexo Sortivo)

As amostras coletadas nos horizontes e nas parcelas foram encaminhadas para análises químicas (complexo sortivo), no Laboratório de Fertilidade de Solos - LABFER, do Instituto de Agronomia da UFRRJ, em Seropédica, que faz parte e emprega métodos de análise em conformidade com o Programa de Análise de Qualidade de Laboratórios de Fertilidade – PAQLF, coordenado pela Embrapa Solos.

O complexo sortivo forneceu as quantidades de cátions presentes (Ca^{+2} , Na^{+} , Mg^{+2} , K^{+} e Al^{+3}), possibilitando assim calcular a Soma de Bases (valor S), a Capacidade de Troca de Cátions (CTC ou valor T), a Saturação por Bases (valor V) e a Saturação por Alumínio trocável (valor m) (EMBRAPA, 2009). Tais parâmetros também possibilitaram identificar a presença do caráter eutrófico ou distrófico do solo e assim saber a qual ou quais subgrupos categóricos da classe o solo está vinculado.

- a) **Valor S:** corresponde à soma de bases trocáveis, sendo calculado em cmol.c.dm^{-3} de TFSA, através da expressão n°. 4.8.

$$S = \text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} + \text{K}^{+} + \text{Na}^{+} \quad (4.8)$$

- b) **Valor T ou CTC (pH 7,0):** corresponde à capacidade de troca de cátions, dada pela soma de bases trocáveis somada à acidez potencial. É calculado em cmol.c.dm^{-3} de TFSA, conforme a expressão n°. 4.9.

$$T = S + H^{+} + \text{Al}^{+3} \quad (4.9)$$

- c) **Valor V:** corresponde ao índice de saturação por bases e é calculado em percentagem, de acordo com a expressão n°. 4.10.

$$V = \frac{100.S}{T} \quad (4.10)$$

- d) **Valor m:** corresponde ao índice de saturação por alumínio trocável ou % de Al^{+3} , sendo calculado em percentagem, de acordo com a expressão n°. 4.11.

$$m = \frac{100.\text{Al}^{+3}}{S + \text{Al}^{+3}} \quad (4.11)$$

4.5.4- Condutividade Hidráulica

Para se obter a condutividade hidráulica neste estudo foi empregado o Permeômetro de Guelph Modificado (método aplicado *in situ*). Esse equipamento, elaborado pelo Instituto Agrônômico de Campinas – IAC/SP, tem a finalidade de medir a condutividade hidráulica saturada de campo acima do lençol freático. O Permeômetro de Guelph Modificado (PGM) é composto por: uma garrafa de Mariotte, que controla a carga constante de água dentro do furo; um tubo de acrílico com uma régua graduada, onde a água é introduzida; um tripé, que permite adaptar o aparelho em terrenos irregulares e ponteiras de variados tamanhos (VIEIRA, 1998). Dentre as inúmeras vantagens do PGM, destacam-se: a facilidade de transporte, facilidade de montagem, melhor distribuição de peso do instrumento sobre o solo e estrutura principal em monobloco, o que dificulta a entrada de ar.

Este ensaio requer, após a seleção da área e os locais a serem amostrados, a realização de furos a trado, devendo-se obter furos com fundo horizontal plano, onde é introduzida uma carga constante de água até que se atinja um estado de regime permanente. Esse fluxo permanente produz um “bulbo” de saturação adjacente à sondagem, cercado de um volume exterior úmido, porém não saturado (PHILIP, 1985; ELRICK *et al.*, 1989).

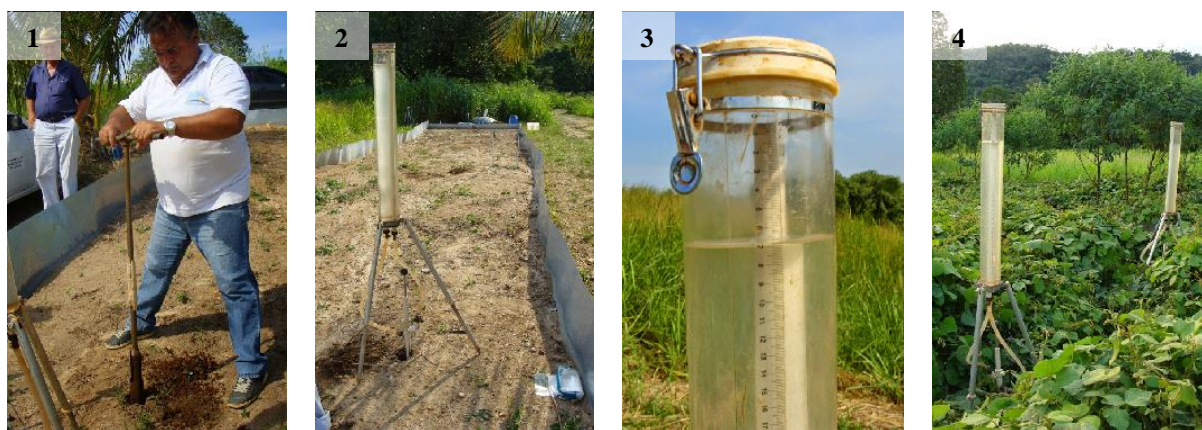


Figura 23- Mosaico de fotografias do ensaio de condutividade hidráulica. (1) furo a trado para acesso ao horizonte Bt1; (2) Permeômetro de Guelph Modificado (IAC) em operação na parcela T0; (3) detalhe do tubo Mariotte graduado; (4) operação simultânea de dupla de Permeômetro de Guelph Modificado, na parcela T1.

Fonte: o Autor, 2015

O ensaio foi aplicado às parcelas T0, T1 e T2, em suas porções superior, mediana e inferior, através de uma dupla de PGMs, operando simultaneamente em cada porção de parcela, como pode ser observado na Figura 23. Foram feitas medições no horizonte superficial Ap e no horizonte subsuperficial Bt₁, do solo da parcela. Para trabalhar no horizonte superficial Ap cravou-se um tubo de metal, que recebeu em seu interior a ponteira

de descarga do instrumento na superfície do solo, permitindo a livre infiltração e formação de bulbo úmido. Para trabalhar no topo do horizonte subsuperficial Bt₁, o terreno foi gradado, fazendo um furo de 30 cm de profundidade. Então, para uma altura máxima de partida de 75 cm de coluna d'água do aparelho, cada ensaio observou um tempo total de 60 minutos. Cronometrando o tempo a cada 5 minutos, foram tomadas e anotadas em planilha, sucessivas leituras de cargas de lâmina d'água que percolaram na matriz do solo, em suas distintas profundidades de estudo.

A condutividade hidráulica não é obtida por leitura direta. Os valores absolutos de K_{SAT} são obtidos a partir do emprego de equações elaboradas por Elrick *et al.* (1989), que realizaram diversos testes validativos, obtendo uma equação que utiliza apenas a carga hidráulica, o que, além de proporcionar menor tempo de mensurações, é condizente com ambientes heterogêneos, onde os valores são em sua maior parte negativos.

Assim, os valores anotados foram aplicados na expressão n°. 4.12, para a determinação da condutividade hidráulica.

$$K_{SAT} = \frac{C.Q}{[2\pi H^2 + C\pi\alpha^2 + (2\pi.\alpha^{-1})]} \quad (4.12)$$

Onde:

K_{SAT} - condutividade hidráulica saturada [L/T]

A - raio do furo de sondagem

C - fluxo constante medido no campo ($Q = R . A$) [L/T]

H - carga constante aplicada [L]

L - altura do anel preenchido com solo

T - tempo

Q - volume de água percolada na amostra de solo contida no anel

$\pi = 3,1416$

O parâmetro α relaciona-se com as características físicas do solo, especialmente quanto à granulometria e estrutura, sendo apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Categorias de meios porosos para estimativa do parâmetro α .

CARACTERÍSTICAS DO MEIO POROSO	Valor de α correspondente a [cm^{-1}]
Material argiloso compacto e estrutura como sedimentos marinhos	0,01
Solos com textura fina (argiloso) e sem estrutura	0,04
Solos estruturados argilosos e siltosos e também areias finas e solos razoavelmente estruturados	0,12
Areias grossas e cascalhos, podendo ser incluídos solos altamente estruturados, com grandes fraturas e macroporos	0,36

O parâmetro C é um fator de geometria, que depende do tipo de solo, da microestrutura e da existência de macroporos e da relação H/a (carga / raio do furo), podendo ser calculado pela expressão n°. 4.13.

$$C = A(H/a)^B \quad (4.13)$$

Onde A e B representam parâmetros de ajuste, conforme a Tabela 4.

Tabela 4 - Categorias de meios porosos para estimativa do parâmetro C .

FATOR DE CORREÇÃO	TEXTURA DO SOLO	A	B
1	Areias	0,59822327899	0,647467571
2	Argiloso ou Franco Estruturado	0,5939456566	0,6365011232
3	Argilas Sem Estrutura	0,5697527087	0,6237229652

Para uso em condições de campo estabeleceram-se classes de permeabilidade do solo à água (USDA - Soil survey manual, 1993), conforme Tabela 5:

Tabela 5 - Classes de permeabilidade do solo à água.

CLASSE	PERMEABILIDADE	
	mm.h^{-1}	cm.h^{-1}
RÁPIDA	> 254	25,4
MODERADA A RÁPIDA	254 a 127	25,4 a 12,7
MODERADA	127 a 63,5	12,7 a 6,35
LENTA A MODERADA	63,5 a 20	6,35 a 2,0
LENTA	20 a 5	2,0 a 0,5
MUITO LENTA	< 5	< 0,5

Adaptado de USDA - Soil survey manual (1993).

4.5.5- Resistência do Solo à Penetração

O penetrômetro é um instrumento automatizado para qualificar e quantificar a variação dos reais efeitos da compactação do solo. É para uso em agricultura conservacionista, em laboratório ou no campo. Permite a obtenção de medidas estáticas e a transferência de dados de resistência à penetração.

Nas parcelas T0, T1 e T2, nas porções superior, mediana e inferior, foram feitos testes para avaliar a resistência do solo à penetração de raízes, em condições momentâneas de umidade do solo - vide Figura 24.



Figura 24 - Mosaico de fotografias dos testes de resistência do solo à penetração. (1) e (2) teste do penetrógrafo na parcela T0, com destaque para a base refletora; (3) e (4) teste do Penetrógrafo na parcela T1; (5) display de interface do aparelho; (6) base refletora do aparelho. Fonte: o Autor, 2015.

O aparelho empregado foi um penetrógrafo (possibilita registrar a compactação em forma gráfica) do tipo convencional, de leitura digital, fabricado pela empresa Falker®, denominado PenetroLog, modelo PLG1020, alimentado por 4 pilhas alcalinas AA, onde as medições podem ser armazenadas para leitura em computador ou visualizadas instantaneamente. O equipamento PLG1020 permite a detecção de áreas de solo compactado através da medição eletrônica da força de resistência à penetração (Índice de Cone)

juntamente com a medição de profundidade. De acordo com o fabricante, a profundidade máxima de medição do aparelho é de 60 cm e a força máxima suportada em sua haste é de 100 kgf. O aparelho acompanha um software que permite a visualização e a análise dos dados armazenados em um computador, possibilitando a geração de gráficos da curva de resistência do solo à penetração x profundidade.

A medição de profundidade do aparelho é feita por ultrassom, que incide sobre uma base refletora, que é situada na superfície do terreno a ser medido. Os dados podem ser transferidos para um computador, via interface serial, para visualização e análise. O medidor é composto de um módulo eletrônico acoplado a uma haste dividida em duas partes, com um cone na ponta inferior. A inserção da haste no solo deve ser feita com velocidade constante, para garantir uma medição precisa. Em cada medição é armazenado um valor de força medido para cada profundidade. A força deve ser aplicada da forma mais uniforme possível entre os dois punhos do equipamento. A haste deve ser cravada de forma perpendicular ao solo.

A resistência do solo à penetração é expressa em kPa (kilo pascal), sendo que 10^3 kPa equivalem a 1MPa (megapascal).

De acordo com o USDA (1993) e Tavares Filho (2013), a resistência do solo à penetração (RP) classifica-se conforme detalhamento da Tabela 6.

Tabela 6 - Resistência do solo à penetração, segundo o USDA (1993).

CLASSE DE RESISTÊNCIA	RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO	
	Mpa	Kpa
Extremamente baixa	< 0,01	< 10
Muito baixa	de 0,01 a 0,1	de 10 a 100
Baixa	de 0,1 a 1,0	de 100 a 1.000
Moderada	de 1,0 a 2,0	de 1.000 a 2.000
Alta	de 2,0 a 4,0	de 2.000 a 4.000
Muito alta	de 4,0 a 8,0	de 4.000 a 8.000
Extremamente alta	> 8,0	> 8.000

4.6 – Monitoramentos da Pluviosidade

Durante o monitoramento trabalhou-se com chuvas naturais, a fim de se identificar a variação do potencial matricial e total, além da resposta erosiva, aos eventos de chuva.

Para o monitoramento dos dados pluviométricos foram construídos pluviômetros de PVC (vide Apêndice B), que foram instalados em cada uma das três parcelas de estudo, sendo um par de pluviômetros por parcela, situados nas extremidades superior inferior, totalizando seis instrumentos. As verificações ocorreram entre 01/03/2014 e 31/03/2015, feitas

diariamente, sempre às 9:00 h, efetuando-se os registros quando ocorreram eventos de chuva – Figura 25. Os valores das leituras, encontrados em cada pluviômetro de PVC, foram anotados em caderneta de campo, por agricultor treinado e acompanhado. Para tanto, utilizou-se de proveta pluviométrica, graduada para o padrão Pluviômetro *Ville* de Paris, cuja superfície padrão é de 400 cm² (vide Apêndice B).



Figura 25 – Mosaico de fotografias. (1) e (2) leitura diária da c huva na proveta pluviométrica; (3) anotação do valor da leitura da chuva em caderneta de campo. Fonte: o Autor, 2015.

Considerando o fato de que a superfície dos pluviômetros de PVC apresenta valor inferior do Pluviômetro *Ville* de Paris, houve a necessidade de estabelecer um fator de proporcionalidade e correção de leituras, realizadas na proveta pluviométrica, (MEDEIROS, 1992). Assim, o fator de correção e proporcionalidade foi obtido pela expressão nº. 4.14.

$$F = S_{PVP} \div S_{PPVC} \quad (4.14)$$

onde:

F – Fator de correção;

S_{PVP} – Superfície do Pluviômetro *Ville* de Paris, que é igual a 400 cm²

S_{PPVC} – Superfície do Pluviômetro de PVC 100 mm Ø

Sabendo-se que, Ø=98mm = 9,8 cm e que $r = \frac{\text{Ø}}{2}$, conclui-se que $r = 4,9$ cm.

$S_{PPVC} = \pi \cdot r^2$ conclui-se que $S_{PPVC} = \pi \cdot 4,9^2$. Logo $S_{PPVC} = 75,43$ cm²

Assim, $F = 400 \div 75,43$

$F = 5,30$

4.7- Monitoramento do Comportamento Hidrológico

Para monitorar o comportamento hidrológico temporalmente nos tratamentos utilizados em cada parcela, foram instalados, na porção mediana de cada parcela, a cerca de 80 cm da sua parede lateral, um par de Blocos de Matriz Granular (GMSs) (SHOCK, 1998),

em duas profundidades diferentes - 20 cm e 40 cm, com uma repetição. Assim, cada parcela passou a contar com um par de GMSs para cada profundidade, selecionadas segundo os seguintes critérios:

a) Profundidade de 20 cm – representa a camada arável, bastante afetada pelo uso.

- Localizada no Horizonte Ap;
- Camada mais superficial, apresentando as maiores alterações de uso e manejo;
- Zona de presença mais efetiva de sistemas radiculares;
- Zona de maior macroporosidade e de elevada atividade biológica;
- Camada de acentuado efeito de drenagem na matriz.

b) Profundidade de 40 cm – camada com mudança textural abrupta.

- Localizada no Horizonte Bt;
- Região argilosa;
- Região afetada pelo acréscimo de argila, proveniente das camadas superiores;
- Zona de presença menos efetiva de sistemas radiculares;
- Camada de reduzido efeito de drenagem na matriz.

Os instrumentos foram previamente testados em laboratório, por cinco dias, para avaliar o seu funcionamento normal e verificar a necessidade de substituições.

Na instalação de cada GMS, utilizou-se um trado holandês para escavar pequeno furo no solo, para inserir o sensor verticalmente na profundidade desejada, restituindo e acomodando, em seguida, a terra retirada, permitindo o íntimo contato do instrumento com a matriz do solo, como pode ser observado na Figura 26.

Diariamente, às 9:00 h, de 08/05/2014 a 31/03/2015, foram lidos os GMSs e registrados os seus valores de potenciais matriciais. Também se anotavam em caderneta de campo a pluviometria e as respectivas perdas de água nas parcelas, ao tempo em que se coletava amostras para análise de sedimentos, em laboratório.

Para permitir a adequada calibragem do aparelho leitor do GMS foram realizadas medições diárias da temperatura do solo. Com esse intuito, previamente, instalou-se no lado inferior direito da parcela T0, geotermômetros Icoterm[®] com haste rígida de 21 cm e 31 cm. Os instrumentos foram cuidadosamente instalados, obedecendo a estas profundidades, determinadas pelo comprimento de suas hastes. Devido à fragilidade de tais instrumentos, construiu-se um pequeno abrigo telado, cuja construção encontra-se detalhada no Apêndice C.

De 09/05/2014 a 31/03/2015, as temperaturas dos geotermômetros foram então lidas diariamente, sempre às 9:00 h, no intuito de aferir os as leituras dos GMSs.



Figura 26 - Mosaico de fotografias. (1) abertura de furo; (2) GMS; (3) e (4) instalação do GMS a 20 cm; (5), (6) e (7) instalação do segundo GMS a 40 cm; (8) identificação e separação de terminais de leitura dos GMSs; (9) leitura do geotermômetro e aferição do leitor digital; (10) engate dos terminais do leitor nos terminais do GMS; (11) e (12) leitura e anotação dos valores; Fonte: o Autor, 2014.

4.8- Confecção de Mapas

Os mapas constituem-se em elementos auxiliares de importância no presente estudo, sobretudo no que se refere a um conhecimento mais detalhado da área de estudo. Nesse sentido, é importante tecer algumas considerações que se fazem necessárias.

Todos os mapas do estudo foram elaborados, utilizando a plataforma ArcGIS, versão 10.2, utilizando *shapefiles* específicos, que se constituem em um formato de armazenagem de dados vetoriais para armazenar a posição, formato e atributos de feições geográficas. Os *shapefiles* foram disponibilizados por órgãos públicos, dentre os quais: IBGE, CPRM, DRM, CIDE, ITERJ, PMSG, etc.

Assim é que, o primeiro aspecto destacado em mapa foi o Estado do Rio de Janeiro e a Bacia da Baía de Guanabara, contendo, em sua porção leste, a Bacia do Caceribu, com o Assentamento Fazenda Engenho Novo posicionado a sudoeste.

Posteriormente, procurou-se destacar em mapa o assentamento, já situando em maior escala o sítio Carvalho de Justiça e a EEPPE-AFEN.

O mapa cujo aspecto central é o sítio Carvalho de Justiça, procura destacar a EEPPE-AFEN, com as parcelas de erosão e o perfil de solo em estudo.

Os mapas subsequentes são de áreas de conhecimentos específicos (geologia, uso e cobertura, elevação e declividade) e trabalham em maior escala a área do assentamento.

Dois aspectos devem ser observados quanto aos mapas. Tanto a ausência da rede hidrográfica, quanto a não delimitação da Bacia do Rio da Aldeia decorrem da indisponibilidade de arquivo em escala de detalhes apropriadas.

4.9- Análises Estatísticas

Para analisar as diferenças encontradas nos resultados de perdas de solo e de água (escoamento), nos distintos tratamentos, avaliou-se a existência de diferenças estatísticas procedendo-se a análise de variância (ANOVA), que representa um método mais robusto e que apresenta menor probabilidade de erro, seguida do Teste F. Uma vez identificada a ocorrência de diferenças estatísticas entre os tratamentos, as mesmas foram calculadas e conhecidas pelo Teste de Tukey, conforme destacou Callegari-Jacques (2003). Todos os resultados estatísticos foram documentados no Apêndice N.

5- RESULTADOS OBTIDOS

5.1- Descrição dos Solos

Para a representação da paisagem na área do assentamento e conhecer as relações que mantém com o relevo, a hidrologia e o manejo agrícola foram descritos dois perfis de solos: um voltado para o domínio suave colinoso e o outro, para o de agradação continental.

Escolheu-se o Perfil 1 – LUCIÁ, para representar o relevo colinoso. Situa-se a pequena distância da EEPPE/AFEN, assumindo comprovada identidade pedológica com a área de estudo, motivo pelo qual concentrou grande parte do interesse do trabalho. Os levantamentos de campo estão em sua Ficha de Classificação Pedológica, no Apêndice D. A granulometria de seus horizontes encontra-se no Apêndice F e a fertilidade, no Apêndice H.

Pelas regras do SiBCS, o Perfil 1 é um **Argissolo**. Compreende um solo bem drenado, onde prevalecem condições de oxidação de compostos de ferro. Possui quatro horizontes distintos² - vide Tabela 9. O mais superficial é o Horizonte Ap, que representa a camada arada e revolvida, antropizada, mais utilizada pelas culturas agrícolas, com textura classificada como franco-argilo-arenosa. Imediatamente abaixo se encontra o Horizonte Bt₁, de transição, com 10 cm de espessura. Sua textura (argila), com 477 g.kg⁻¹ de argila, apresenta-se com um significativo incremento desta fração, superior a 130%, quando comparada ao Horizonte Ap, que vem imediatamente acima, resultante da ocorrência de processo de iluviação. Abaixo do Horizonte Bt₁ segue o Horizonte Bt₂, com cerca de 40 cm de espessura. Apresenta-se com textura muito argilosa, com cerca de 677 g.kg⁻¹ de argila, um incremento 277% superior ao teor de argila do Horizonte Ap. Esta translocação de argila do Horizonte Ap, seguida de expressivo incremento por deposição e acúmulo no Horizonte B de um mesmo solo, é própria do processo de iluviação, permitindo classifica-lo como Horizonte Diagnóstico B textural, dividindo-se em Bt₁ e Bt₂. Por fim, o Horizonte C, com textura argilosa.

Tabela 9 – Argissolo do Perfil 1: profundidade, espessura e classe textural dos horizontes.

ESTRATOS	PROFUNDIDADE - cm	ESPESSURA - cm	CLASSE TEXTURAL
Horizonte Ap	0 - 30	30	Franco Argilo-Arenoso
Horizonte Bt ₁	30 - 40	10	Argila
Horizonte Bt ₂	40 – 80 (65 – 95)	40 - 30	Argila Pesada
Horizonte C	80 – 200 ⁺	120	Argila

² O sufixo p, aplicado ao Horizonte A, refere-se à alteração superficial por mecanização (aração, gradagem, etc.), enquanto o sufixo t, aplicado ao Horizonte B, refere-se à acumulação de argila.

Utilizando-se das informações da Ficha de Classificação Pedológica (Apêndice D), bem como dos resultados das análises físicas e químicas (vide Apêndices F e H) e também se valendo do que é preconizado pelo SiBCS, identificou-se que o solo representado pelo Perfil nº. 1 foi classificado como **ARGISSOLO VERMELHO Distrófico Abrupto** - vide Figura 27.

As características predominantes de sua cor permitiram classifica-lo na subordem **Vermelho**. O caráter **Distrófico** decorreu do valor de saturação de bases inferior a 50 % no horizonte diagnóstico B. Neste mesmo horizonte, os valores abaixo de $4 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, encontrados para alumínio extraível, afastou por completo a possibilidade de ocorrência tanto do caráter alítico como do caráter alumínico. Por fim, o caráter **Abrupto** resultou do considerável aumento no teor de argila em pequena distância na zona de transição direta entre os horizontes Ap e Bt₁ (>130%). Obtendo-se o teor médio de argila entre os horizontes Bt₁ e Bt₂ ($48+68=58\%$) e dividindo-o pelo percentual de argila do horizonte Ap (21%) encontra-se como resultado o gradiente textural de 2,76. Por este valor é possível caracterizar, portanto, mudança textural abrupta.

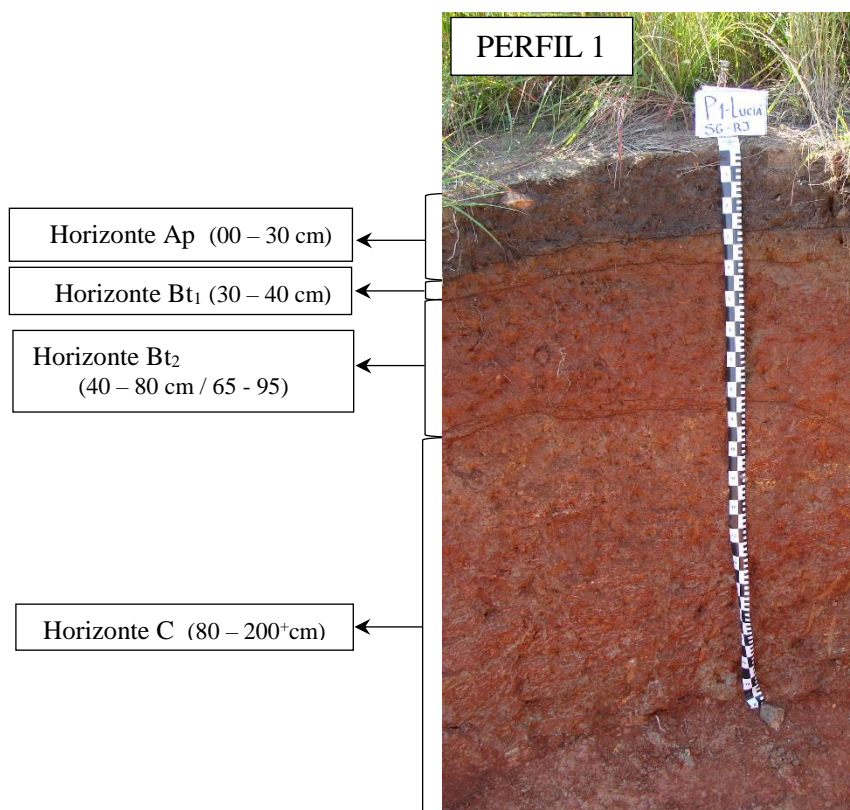


Figura 27 - Perfil 1 – LUCIÁ – EEPPE/AFEN – ARGISSOLO VERMELHO Distrófico Abrupto. Fonte: o Autor, 2014

O segundo perfil aberto, denominado Perfil 2 – EDSON, foi escolhido para representar as planícies aluviais, situadas em relevo de agradação continental. Os levantamentos de campo estão relacionados em sua Ficha de Classificação Pedológica, localizada no Apêndice E. A granulometria de seus horizontes encontra-se detalhada no Apêndice G e a fertilidade do solo no Apêndice H. De acordo com as regras do SiBCS, o perfil é de um **Gleissolo**, pois compreende solo mineral, hidromórfico, imperfeitamente drenado, onde prevalecem na maior parte do ano condições de redução de compostos de ferro, que conferem cores acinzentadas e neutras. Possui cinco horizontes³ distintos, sendo fortemente influenciados pelo lençol freático, que impõe forte condição de gleização, favorecendo à ocorrência de horizonte glei (diagnóstico) a menos de 50 cm de sua superfície – vide Tabela 10. Mediante a eventual variação deste lençol possibilita a formação de mosqueados, fruto de possíveis zonas de oxidação. Os horizontes A1p e A2 situam-se no limite dos 40 cm iniciais e apresentam menor influência do lençol freático e melhores condições de uso agrícola, ainda que em condições especiais. A textura de seus horizontes está relacionada Tabela 10.

Tabela 10 - Gleissolo do Perfil 2: profundidade, espessura e classe textural dos horizontes

ESTRATOS	PROFUNDIDADE - cm	ESPESSURA - cm	CLASSE TEXTURAL
Horizonte A1p	0 - 20	20	Franco Arenoso
Horizonte A2	20 - 40	20	Franco Arenoso
Horizonte C1g	40 – 65	25	Franco Argilo-Arenoso
Horizonte C2g	65 – 92	27	Franco Argilo-Arenoso
Horizonte C3g	92 – 125 ⁺	33	Argilo-Arenoso

Utilizando-se das informações da Ficha de Classificação Pedológica (Apêndice E), bem como dos resultados das análises físicas e químicas (Apêndices G e H) e também se valendo do que é preconizado pelo SiBCS, identificou-se o solo representado pelo Perfil nº. 2.

Não apresentando características que possam classifica-lo como tiomórfico, sálico ou melânico, figura-se na subordem **Háplico**. Apresenta atividade baixa da fração argila ($25,6 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1} < 27 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$) e possui saturação de bases $< 50\%$, classificando-se no grande grupo **Tb Distrófico**. Por apresentar características próprias, que impossibilitam ser classificado em subgrupos específicos, o solo é tido como **típico**. E assim descrito, o Perfil 2 foi classificado como **GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico** - vide Figura 28.

³ O sufixo g, aplicado aos Horizontes C, refere-se à gleização (cores cinzas ou neutras).

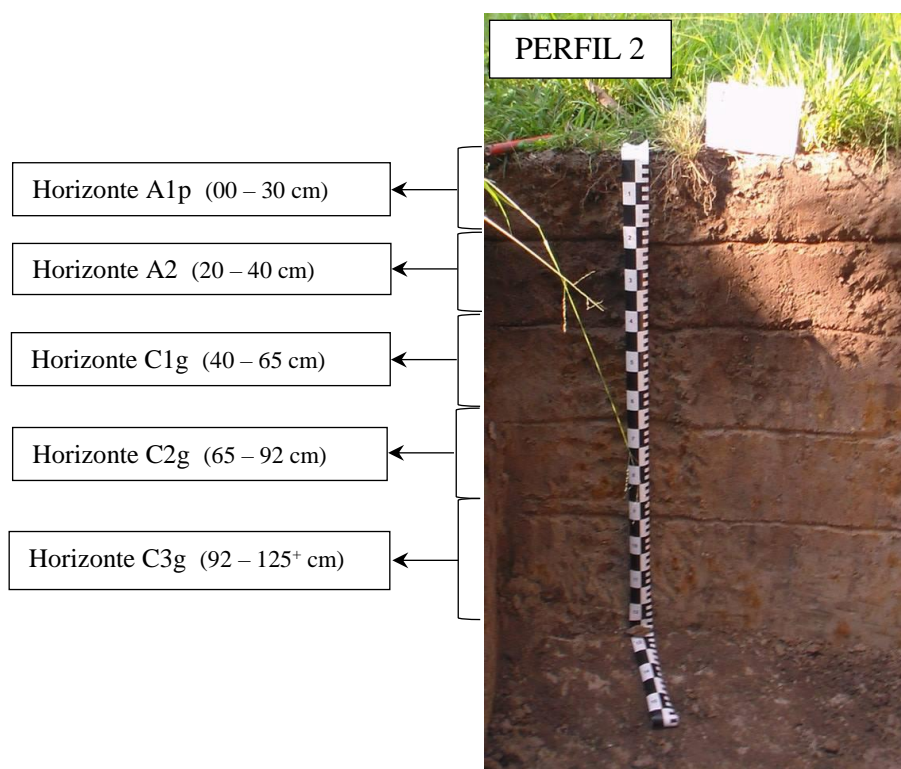


Figura 28 - Perfil 2 –EDSON – GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico.
Fonte: o Autor, 2014

Devido à importância da classe dos Argissolos na paisagem e, sobretudo, na dinâmica das perdas de solo e água associada ao uso de práticas conservacionistas no Assentamento Fazenda Engenho Novo, as atenções do trabalho voltaram-se exclusivamente para este perfil de iluviação, que figura-se representado na área da EEPPE-AFEN.

5.2- Análises Químicas e Físicas

5.2.1- Matéria Orgânica

Os resultados das análises químicas a que foram submetidas as amostras de solo estão descritos a seguir. A interpretação dos resultados encontra-se em conformidade o estabelecido Embrapa (2009). No Perfil 1, os valores de matéria orgânica variaram de 2,31 a 0,39 g.kg⁻¹, enquanto que nas Parcelas variaram de 2,62 a 1,41 g.kg⁻¹. Observou-se um comportamento comum de diminuição dos teores à medida em que se aprofundou no perfil, alcançando as camadas mais inferiores. Assim, constatou-se valor superior no horizonte Ap, seguido por Bt₁. Entre as parcelas de erosão, T1 apresentou teores superiores de matéria orgânica em todas as profundidades, quando comparado com T0 e T2. Os valores de matéria orgânica encontrados

tanto no perfil como nas parcelas foram classificados como baixos, conforme pode ser visto nas Tabelas 10 e 11.

Tabela 10 - Teores de carbono orgânico e de matéria orgânica nos horizontes do Argissolo do Perfil 1.
Fonte: UERJ/FFP-LabGeo, 2014.

AMOSTRAS	Profundidade cm	C Orgânico g.kg ⁻¹	Interpretação	Matéria Orgânica g.kg ⁻¹
Horizonte Ap	0 - 30	13,4	Baixo	23,1
Horizonte Bt ₁	30 - 40	9,2	Baixo	15,8
Horizonte Bt ₂	40 - 80	5,6	Baixo	9,6
Horizonte C	80 - 200 ⁺	2,3	Baixo	3,9

Tabela 11 - Teor de carbono orgânico e de matéria orgânica nas parcelas T0, T1 e T2, da EEPPE-AFEN.
Fonte: UERJ/FFP-LabGeo, 2014.

AMOSTRAS	Profundidade cm	C Orgânico g.kg ⁻¹	Interpretação	Matéria Orgânica g.kg ⁻¹
Parcela T0	0 a 20	12,1	Baixo	20,8
Parcela T0	20 a 40	8,2	Baixo	14,1
Parcela T1	0 a 20	15,2	Baixo	26,2
Parcela T1	20 a 40	10,6	Baixo	18,3
Parcela T2	0 a 20	12,0	Baixo	20,7
Parcela T2	20 a 40	9,1	Baixo	15,7

5.2.2- pH em Água

Observando os resultados de pH, determinados pelas análises químicas a que foram submetidas e interpretando-os com o estabelecido por Embrapa (2009), as amostras de solo apresentam diferenças, decorrentes do nível de uso e manejo empregado pela agricultora, que é menor e mais recente na área onde se situa a parcela T0 e também onde foi aberta a trincheira para estudo do perfil de iluviação P1 – vide Tabela 12. Na área onde estão instaladas as parcelas T1 e T2, o uso é mais antigo, tendo sofrido por mais de uma vez manejo de correção de acidez do solo, pelo emprego da calagem – vide Tabela 13. Tal fato demonstra também que o sistema aplicação de calcário, empregado pela agricultora, não conseguiu ser suficiente para atingir com eficácia as camadas mais profundas do solo, situadas abaixo dos 20 cm.

De forma geral, observam-se valores moderadamente ácidos nas camadas superficiais, onde predominam textura mais leves. Nas camadas mais profundas, onde a textura é mais

pesada e predomina a fração argila, a calagem foi pouco eficaz. Contudo, tais condições não impuseram limites ao crescimento das leguminosas, demonstrando que o pH não interferiu nas perdas de solo.

Tabela 12 - Valores de pH em água nos horizontes do Argissolo do Perfil 1.
Fonte: UFRRJ/IA-LabFer, 2014.

AMOSTRAS	Profundidade - cm	pH em água	Interpretação
Horizonte Ap	0 - 30	6,4	Moderadamente Ácido
Horizonte Bt ₁	30 - 40	5,1	Fortemente Ácido
Horizonte Bt ₂	40 - 80	5,2	Fortemente Ácido
Horizonte C	80 - 200 ⁺	5,3	Fortemente Ácido

Tabela 13 - Valores de pH em água em diferentes profundidades nas parcelas T0, T1 e T2.
Fonte: UFRRJ/IA-LabFer, 2014.

AMOSTRAS	Profundidade - cm	pH em água	Interpretação
Parcela T0	0 - 20	6,2	Moderadamente Ácido
Parcela T0	20 - 40	5,1	Fortemente Ácido
Parcela T1	0 - 20	6,8	Neutro
Parcela T1	20 - 40	5,5	Moderadamente Ácido
Parcela T2	0 - 20	6,4	Moderadamente Ácido
Parcela T2	20 - 40	5,2	Fortemente Ácido

5.2.3- Fertilidade do Solo

Os resultados analíticos das amostras deformadas de solo, enviadas ao laboratório, encontram-se apresentados no Apêndice H e permitiram compor diversas tabelas. A interpretação dos resultados está em conformidade com o estabelecido por Embrapa (2009).

Pelos resultados observados nas Tabelas 14 e 15 constatam-se menores níveis de fósforo e de potássio nos horizontes mais superficiais do Perfil 1, quando comparados com aqueles das observados nas parcelas de erosão. Os níveis de fósforo variaram de médio, nos horizontes do Perfil 1, a muito alto, nas parcelas, a exceção de T0 (20-40cm), que apresentou nível alto. Logo, a disponibilidade de fósforo não foi limitante ao desenvolvimento das leguminosas. No caso específico do potássio, ocorreram baixos teores nas amostras em todos os horizontes do Perfil 1. Nas parcelas de erosão, as amostras dos estratos mais superficiais (0 a 20 cm), resultaram em teores que variam do médio (T2) ao alto (T0 e T1), enquanto que no

estrato mais profundo (20 a 40cm) em todas as amostras os resultados encontrados foram baixos, o que pode ter proporcionado alguma limitação ao crescimento das leguminosas.

Tabela 14 - Teores de Fósforo e Potássio nos horizontes do Argissolo do Perfil 1.
Fonte: UFRRJ/IA-LabFer, 2014.

AMOSTRAS	Profundidade cm	P mg.dm ⁻³	Interpretação	K mg.dm ⁻³	Interpretação
Horizonte Ap	0 - 30	20	Médio	34	Baixo
Horizonte Bt ₁	30 - 40	18	Médio	13	Baixo
Horizonte Bt ₂	40 - 80	18	Médio	9	Baixo
Horizonte C	80 - 200 ⁺	19	Médio	9	Baixo

Tabela 15 - Teores de Fósforo e Potássio nas parcelas T0, T1 e T2.
Fonte: UFRRJ/IA-LabFer, 2014.

AMOSTRAS	Profundidade cm	P mg.dm ⁻³	Interpretação	K mg.dm ⁻³	Interpretação
Parcela T0	0 - 20	38	Muito Alto	124	Alto
Parcela T0	20 - 40	22	Alto	28	Baixo
Parcela T1	0 - 20	43	Muito Alto	124	Alto
Parcela T1	20 - 40	31	Muito Alto	39	Baixo
Parcela T2	0 - 20	47	Muito Alto	66	Médio
Parcela T2	20 - 40	31	Muito Alto	28	Baixo

Considerando os teores de cálcio e magnésio tanto no Perfil 1 como também nas parcelas de erosão, os resultados encontrados foram classificados como médio (2,1 a 6,0 cmol_c.dm⁻³), situados na faixa entre 2,5 e 4,2 cmol_c.dm⁻³, como pode ser visto nas Tabelas 16 e 17. É possível que estes resultados decorram, em parte, das calagens efetuadas no solo daquela área, no período de 2010 a 2013, conforme relatos da agricultora Luciá e dos extensionistas da EMATER-RIO, que atuam no local.

No que se refere à concentração de alumínio no Perfil 1, apenas o horizonte Ap apresentou baixo teor (0 – 0,3 cmol_c.dm⁻³), como pode ser visto na Tabela 16. Todos os demais horizontes apresentaram teores altos (> 0,3 cmol_c.dm⁻³), variando de 2,1 a 3,7 cmol_c.dm⁻³. Nas amostras representativas das parcelas de erosão, apresentados na Tabela 17, predominaram baixos teores de alumínio e naquelas onde os teores foram mais elevados, classificados como altos, os resultados variaram de 0,4 a 0,7 cmol_c.dm⁻³, o que reforça a hipótese de que tais resultados derivam do emprego recente da prática de calagem no processo produtivo. É possível também perceber certa dificuldade em elevar os teores de cálcio e magnésio e reduzir os teores de alumínio tóxico nas camadas mais profundas do Argissolo.

Tabela 16 - Teores de Cálcio + Magnésio e de Alumínio nos horizontes do Argissolo do Perfil 1.
Fonte: UFRRJ/IA-LabFer, 2014.

AMOSTRAS	Profundidade cm	Ca + Mg cmol _c .dm ⁻³	Interpretação	Al cmol _c .dm ⁻³	Interpretação
Horizonte Ap	0 - 30	3,4	Médio	0,0	Baixo
Horizonte Bt ₁	30 - 40	2,5	Médio	2,1	Alto
Horizonte Bt ₂	40 - 80	2,5	Médio	3,7	Alto
Horizonte C	80 - 200 ⁺	2,7	Médio	3,6	Alto

Tabela 17 - Teores de Cálcio + Magnésio e de Alumínio nas Parcelas T0, T1 e T2.
Fonte: UFRRJ/IA-LabFer, 2014.

AMOSTRAS	Profundidade cm	Ca + Mg cmol _c .dm ⁻³	Interpretação	Al cmol _c .dm ⁻³	Interpretação
Parcela T0	0 a 20	3,6	Médio	0,0	Baixo
Parcela T0	20 a 40	2,6	Médio	0,7	Alto
Parcela T1	0 a 20	4,2	Médio	0,0	Baixo
Parcela T1	20 a 40	3,2	Médio	0,0	Baixo
Parcela T2	0 a 20	3,8	Médio	0,0	Baixo
Parcela T2	20 a 40	2,9	Médio	0,4	Alto

Nas Tabelas 18 e 19 destacam-se os resultados analíticos de sódio (Na), cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K) e da acidez potencial (H+Al).

Tabela 18 - Teores de Sódio, Cálcio, Magnésio, Potássio e Acidez Potencial nos horizontes do Argissolo do Perfil 1. Fonte: UFRRJ/IA-LabFer, 2014.

AMOSTRAS	Profundidade cm	Na	Ca	Mg	K	H+Al	S	T	V	m
		Cmol _c .dm ⁻³							%	%
Horizonte Ap	0 a 30	0,067	2,0	1,4	0,09	2,3	3,55	5,85	61	0
Horizonte Bt ₁	30 a 40	0,101	1,4	1,1	0,03	7,3	2,63	9,93	27	44,36
Horizonte Bt ₂	40 a 80	0,252	1,3	1,2	0,02	8,2	2,78	10,98	25	57,14
Horizonte C	80 a 200 ⁺	0,392	1,7	1,0	0,02	7,0	3,12	10,12	31	53,61

Tabela 19 - Teores de Sódio, Cálcio, Magnésio, Potássio e Acidez Potencial nas parcelas T0, T1 e T2.
Fonte: UFRRJ/IA-LabFer, 2014.

AMOSTRAS	Profundidade cm	Na	Ca	Mg	K	H+Al	S	T	V	m
		Cmol.c.dm ⁻³							%	%
Parcela T0	0 a 20	0,078	2,6	1,0	0,32	2,0	4,00	6,00	67	0
Parcela T0	20 a 40	0,157	1,6	1,0	0,07	4,5	2,83	7,33	39	19,84
Parcela T1	0 a 20	0,067	2,6	1,6	0,32	1,2	4,58	5,78	79	0
Parcela T1	20 a 40	0,218	2,2	1,0	0,10	4,0	3,52	7,52	47	0
Parcela T2	0 a 20	0,073	2,9	0,9	0,17	1,5	4,04	5,54	73	0
Parcela T2	20 a 40	0,162	1,7	1,2	0,07	3,9	3,13	7,03	45	11,32

As Tabelas 20 e 21 apresentam os parâmetros derivados de soma das bases trocáveis (Valor S), capacidade de troca catiônica (CTC), também denominada Valor T, saturação por bases (Valor V) e saturação por alumínio (m).

Os valores de saturação de bases encontrados nos horizontes subsuperficiais reforçam o caráter distrófico deste Argissolo.

Também cabe considerar o fato de que, de modo geral, elevações significativas nos resultados de Valor V se dão principalmente pelo emprego da prática da calagem. Nas condições predominantes do Argissolo, esta prática não conseguiu atingir os seus objetivos a partir dos 30 cm de profundidade, pois, a partir daí, há amplo predomínio de microporos, aliado à baixa mobilidade do cálcio no solo. Diante de tais circunstâncias, observou-se forte declínio nos valores de saturação de bases, a partir dos 30 cm iniciais do perfil, enquanto que, nos primeiros 30 cm, encontraram-se valores de saturação por bases de até 79%.

Tabela 20 - Valores de parâmetros derivados, S, T, V, m e n nos horizontes do Argissolo do Perfil 1.
Fonte: UFRRJ/IA-LabFer, 2014.

AMOSTRAS	Profundidade cm	Valor S Cmol.c.dm ⁻³	Valor T Cmol.c.dm ⁻³	Valor V %	Valor m %	Valor Na %
Horizonte Ap	0 - 30	3,55	5,85	61	0	1
Horizonte Bt ₁	30 - 40	2,63	9,93	27	44,36	1
Horizonte Bt ₂	40 - 80	2,78	10,98	25	57,14	2
Horizonte C	80 - 200 ⁺	3,12	10,12	31	53,61	4

Futuramente, análises químicas dos sedimentos coletados poderão trazer novas contribuições e maior conhecimento da dinâmica das perdas de água e solo na área de estudo.

Tabela 21 - Valores de parâmetros derivados, S, T, V, m e n nas parcelas de erosão T0, T1 e T2.

Fonte: UFRRJ/IA-LabFer, 2014.

AMOSTRAS	Profundidade cm	Valor S Cmol _c .dm ⁻³	Valor T Cmol _c .dm ⁻³	Valor V %	Valor m %	Valor Na %
Parcela T0	0 a 20	4,00	6,00	67	0	1
Parcela T0	20 a 40	2,83	7,33	39	19,84	2
Parcela T1	0 a 20	4,58	5,78	79	0	1
Parcela T1	20 a 40	3,52	7,52	47	0	3
Parcela T2	0 a 20	4,04	5,54	73	0	1
Parcela T2	20 a 40	3,13	7,03	45	11,32	2

5.2.4- Granulometria

Conforme as análises granulométricas (Apêndice F) a que foram submetidas as amostras deformadas de terra, coletadas nos diferentes horizontes do perfil de iluviação do solo de representação da área da EEPPE/AFEN, em conformidade com o estabelecido por Embrapa (2009), têm-se os resultados médios apresentados na Tabela 22. Ao se atentar para os valores médios das frações granulométricas encontrados em cada um dos horizontes do Perfil 1, separadamente, constatam-se variações substanciais, capazes de imprimir comportamentos definidamente diferenciados. A diferença de texturas do horizonte A para os horizontes subsuperficiais Bt₁, Bt₂ e C influenciam outros parâmetros físicos importantes, como a estabilidade dos agregados, a porosidade e a densidade do solo. Esse conjunto de atributos físicos acabam por definir a permeabilidade do solo à água, influenciando quanto à suscetibilidade à erosão hídrica. É possível que este fato também afete a fertilidade do solo, limitando a eficiência das práticas de calagem e adubação ao horizonte superficial Ap e restringindo nos horizontes subsuperficiais Bt.

Tabela 22 - Granulometria encontrada nos horizontes do Argissolo do Perfil 1.

Fonte: UERJ/FFP-LabGeo, 2014.

AMOSTRAS	Profundidade cm	Areia g.kg ⁻¹	Silte g.kg ⁻¹	Argila g.kg ⁻¹	Classe Textural, segundo USDA e SBCS
Horizonte Ap	0 - 30	690	103	207	franco-argilo-arenosa
Horizonte Bt ₁	30 - 40	359	164	477	argila
Horizonte Bt ₂	40 - 80	145	178	677	muito argilosa
Horizonte C	80 - 200 ⁺	346	244	410	argila

5.2.5- Porosidade

Os resultados das análises laboratoriais das amostras indeformadas, para conhecimento do comportamento dos índices de porosidade das três parcelas de erosão, foram arrumados sob a forma de planilha, de onde se estabeleceu as respectivas médias, desvios padrões e coeficientes de variação – vide Apêndice I. Os resultados assim sintetizados se encontram agrupados na Tabela 23, de onde se pôde estabelecer importantes considerações.

No que se refere à porosidade total, no estrato de 0 a 5 cm de profundidade, constatou-se proximidade de valores. No estrato de 30 a 35 cm de profundidade, no horizonte Bt₁, os resultados apontam para valores superiores na parcela T1, quando comparada às parcelas T0 e T2, o que sugere melhores condições de drenagem. Analisando os números ao longo das três faixas de profundidade, observa-se pouca variação em T1. Já, em T0, do estrato de 0 a 5 para o de 30 a 35 cm, houve um decréscimo de 25% no valor da porosidade total, enquanto que, em T2, o decréscimo foi de 14%.

Tabela 23 - Porosidade total, microporosidade e macroporosidade das parcelas de erosão da EEPPE-AFEN.
Fonte: UERJ/FFP-LabGeo, 2014.

PARCELA DE EROSIÃO	Profundidade cm	POROSIDADE TOTAL %	MICROPOROSIDADE %	MACROPOROSIDADE %
T0	0-5	40	13	27
T0	30-35	30	22	8
T0	40-45	34	26	8
T1	0-5	39	16	23
T1	30-35	39	30	9
T1	40-45	39	32	7
T2	0-5	39	18	21
T2	30-35	34	30	4
T2	40-45	33	29	4

No que se refere à macroporosidade ($\emptyset > 0,05$ mm), observa-se em todas as parcelas valores superiores e expressivos no estrato de 0-5 cm de profundidade, quando comparados aos valores encontrados nas profundidades de 30-35 cm e 40-45 cm. Tal fato é compatível com o que é esperado para Argissolos.

Os reduzidos valores encontrados na parcela T2, nos estratos de 30-35 cm e 40-45 cm, quando comparados a T0 e T1, podem ser limitantes ao processo de drenagem em T2.

Analisando os números ao longo das faixas de profundidade, observa-se aumento da microporosidade do estrato mais superficial para aqueles mais profundos. Constata-se

menores valores nos estratos mais superficiais, de 0 a 5 cm, onde há predomínio de textura mais leve. Já, nos estratos mais profundos, em 30 a 35 cm e 40 a 45 cm, onde a textura é mais pesada, há substancial incremento de valores. Assim, as limitações à infiltração são maiores, pois os espaços individuais dos microporos são significativamente menores, acentuando-se a força capilar, que é reconhecidamente inibidora dos fluxos gravitacionais livres.

De todo o exposto, em conformidade com os valores encontrados, é de se esperar maiores velocidades de infiltração de água na matriz do solo no estrato mais superficial, situado no Horizonte Ap, onde ocorre maior predomínio de macroporos. A água, ao atingir as camadas mais profundas, nos Horizontes Bt1 e Bt2, encontra uma condição onde há amplo predomínio de microporos, condicionando uma infiltração gradual e lenta. Corroborando com o que defendeu Guerra *et al.* (2010), tal comportamento é capaz de levar o solo à rápida saturação, o que pode acabar favorecendo a ocorrência de processos erosivos, de acordo com a intensidade das chuvas. Como serão possíveis quando houver melhor distribuição de chuvas, favorecendo a gradual e lenta movimentação. Caso contrário, ou seja, sob chuvas mais intensas, haverá favorecimento ao escoamento superficial e à erosão hídrica.

5.2.6- Densidade

Os valores médios de densidade do solo, encontrados nos três estratos de profundidade, variaram de 1,45 a 1,68 g.cm⁻³. Os resultados completos de densidade do solo de cada parcela de erosão encontram-se detalhados no Apêndice I.

O estrato com os maiores valores de densidade do solo foi o de 30 a 35 cm de profundidade, seguido pelo de 40 a 45 cm, o que, em grande parte, decorre do elevado acúmulo de argila a estas profundidades, comum aos Argissolos – vide Gráfico 3.

O estrato de 0 a 5 cm, onde se encontra o Horizonte Ap, foi aquele que resultou as menores densidades do solo (1,45 a 1,47 g.cm⁻³), devido à elevada presença da fração areia a esta profundidade e os melhores resultados de macroporosidade, sendo, portanto, razoável e coerente apresentar menores valores de densidade do solo. Tais condições possibilitam rápida velocidade de infiltração hídrica na matriz do solo.

Os valores de densidade do solo, encontrados nos estratos imediatamente abaixo, a 30 a 35 cm de profundidade, onde se encontra o horizonte Bt, foram mais elevados, com densidade variando de resultando de 1,54 a 1,68 g.cm⁻³. A parcela T1 foi aquela que se apresentou com menor densidade do solo (1,54 g.cm⁻³), enquanto que T0 apresentou o solo maior densidade (1,68 g.cm⁻³), seguido de perto por T2 (1,60 g.cm⁻³).

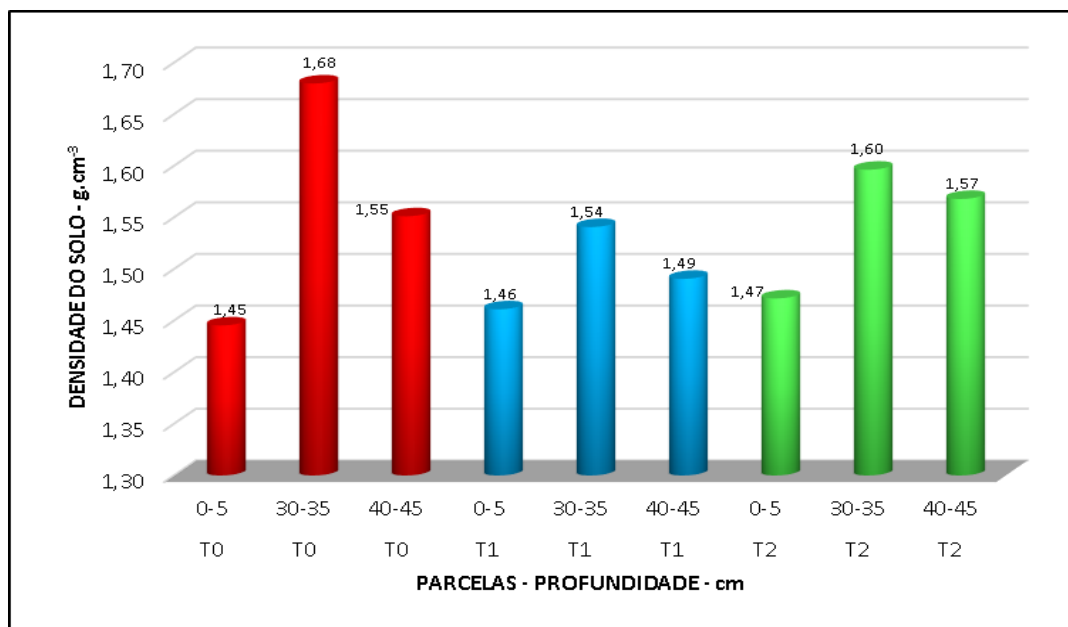


Gráfico 3 - Densidades do solo nas parcelas de erosão T0, T1 e T2, às profundidades 0-5 cm, 30-35 cm e 40-45cm. Fonte: UERJ/FFP-LabGeo, 2014.

Via de regra, é de se esperar que solos mais densos possam produzir comportamento mais lento de infiltração hídrica na matriz do solo, quando comparado com aqueles solos de menor densidade (TAVARES FILHO, 2013). A Tabela 24 aponta a variação da densidade em cada parcela de erosão, considerando as profundidades de 0 a 5 cm, situada no Horizonte Ap, e 30 a 35 cm, situada no Horizonte Bt. Observa-se então nas parcelas T0 e T2, na medida em que se aprofunda no perfil, os maiores acréscimos nos valores de densidade do solo, da ordem de 16% e 9%, respectivamente, enquanto que, em T1, esse acréscimo é de apenas 5%. Um maior gradiente estabelecido entre estes valores de densidade pode resultar em razoável lentidão e dificuldade de infiltração na matriz do solo, a partir do Horizonte Bt, podendo levar o Horizonte Ap à saturação, possibilitando favorecer o escoamento superficial e os processos de erosão hídrica do solo, sobretudo, sob condições de chuvas mais intensas, que concentram maiores volumes em menor espaço de tempo. O menor gradiente estabelecido entre estes valores de densidade do Horizonte Ap para o Horizonte Bt pode proporcionar maior capacidade de infiltração de água na matriz do solo, tornando-o menos vulnerável ao escoamento superficial e à erosão hídrica. Considerando, então, os gradientes de densidade de solo encontrados, a parcela T1 é aquela que apresenta condições mais favoráveis, sendo menos sujeita ao escoamento superficial e à erosão hídrica, enquanto que as parcelas T2 e T0 se mostram com maiores níveis de limitações.

Tabela 24 – Variação da densidade do solo das parcelas de erosão da EEPPE-AFEN, nas profundidades de 0 a 5 cm e 30 a 35 cm. Fonte: UERJ/FFP-LabGeo, 2014.

PARCELA DE EROSÃO	PROFUNDIDADE cm	DENSIDADE g.cm ⁻³	VARIAÇÃO %
T0	0-5	1,45	16
	30-35	1,68	
T1	0-5	1,46	5
	30-35	1,54	
T2	0-5	1,47	9
	30-35	1,60	

5.2.7- Condutividade Hidráulica

Após os ensaios de campo e aplicação dos valores anotados na equação de Darcy, para a determinação da condutividade hidráulica saturada, foram obtidas, para cada parcela de erosão, em suas porções superior, mediana e inferior, tanto na superfície do solo, no Horizonte Ap (0 cm), como no topo do Horizonte Bt₁ (30 cm), as respectivas velocidades de infiltração devidamente corrigidas. Dos valores encontrados foram obtidas as médias, desvios padrões e coeficientes de variação referentes a cada parcela. Os valores também foram classificados segundo as classes de permeabilidade do solo à água (USDA, 1993). Esse conjunto de informações encontra-se detalhado na Tabela 25. Os resultados permitem assegurar que, na parcela T1 (a 8% de umidade), na superfície do solo, a velocidade de infiltração foi 89,6% superior a observada em T0 (a 11% umidade) e 28,6% superior àquela observada em T2 (a 7% de umidade). Comparando os resultados a 0 cm com aqueles a 30 cm de profundidade, ao chegar ao horizonte Bt₁, a velocidade de infiltração reduziu-se em 85% em T0, 88% em T1 e 90% em T2, em consonância com a tese defendida por Tavares Filho (2013). Os resultados encontrados a 30 cm de profundidade indicam que em T0 (a 19% de umidade) e em T2 (a 17% de umidade) as velocidades de infiltração não diferem. Em relação a T1, as velocidades de infiltração tanto em T0 quanto em T2 são em média 34% menor. No que se refere à classificação da permeabilidade do solo à água (USDA, 1993), tendo por base os valores médios encontrados nas distintas profundidades de cada parcela, em T1 variou de “rápida” a “lenta à moderada”. Em T0, variou de “moderada à rápida” a “lenta à moderada”. Em T2, variou de “moderada à rápida” a “lenta”. Destaca-se, portanto: a 0 cm de profundidade, em T1, o nível de classificação “rápida”, demonstrando a superior permeabilidade do solo à água em relação a T0 e T2. A 30 cm de profundidade, constata-se a

classe “lenta” em T2, que também poderia ser atribuída a T0, apontando inferior permeabilidade do solo à água em relação a T1.

Tabela 25 - Velocidade de infiltração e permeabilidade do solo à água, a diferentes profundidades e posições, nas parcelas de erosão da EEPPE-AFEN

PARCELA EROÇÃO	POSIÇÃO	PROF. cm	UMIDADE GRAVIMÉT. %	VELOCIDADE INFILTRAÇÃO CORRIGIDA - cm/h	CLASSE DE PERMEABILIDADE DO SOLO À ÁGUA
T0	Superior	0	12	20,8	Moderada a Rápida
	Mediana		8	6,7	Moderada
	Inferior		12	18,6	Moderada a Rápida
T0	Média	0	11	15,4	Moderada à Rápida
	Desv. Pad.		2,3	7,6	-----
	Coef. Var.		0,20	0,49	-----
T0	Superior	30	22	1,7	Lenta
	Mediana		17	0,7	Lenta
	Inferior		17	4,4	Lenta a Moderada
T0	Média	30	19	2,3	Lenta à Moderada
	Desv. Pad.		2,9	1,9	-----
	Coef. Var.		0,20	0,84	-----
T1	Superior	0	12	36,5	Rápida
	Mediana		4	32,7	Rápida
	Inferior		8	18,4	Moderada a Rápida
T1	Média	0	8	29,2	Rápida
	Desv. Pad.		4,0	9,5	-----
	Coef. Var.		0,50	0,33	-----
T1	Superior	30	9	4,3	Lenta a Moderada
	Mediana		15	3,4	Lenta a Moderada
	Inferior		8	2,4	Lenta a Moderada
T1	Média	30	14	3,4	Lenta à Moderada
	Desv. Pad.		4,6	1,0	-----
	Coef. Var.		0,30	0,28	-----
T2	Superior	0	8	23,6	Rápida
	Mediana		7	10,9	Moderada
	Inferior		7	33,5	Rápida
T2	Média	0	7	22,7	Moderada à Rápida
	Desv. Pad.		0,6	11,3	-----
	Coef. Var.		0,10	0,50	-----
T2	Superior	30	18	1,4	Lenta
	Mediana		15	3,6	Lenta a Moderada
	Inferior		19	1,7	Lenta
T2	Média	30	17	2,2	Lenta à Moderada
	Desv. Pad.		2,1	1,2	-----
	Coef. Var.		0,10	0,53	-----

Os valores referentes às velocidades de infiltração e umidade gravimétrica também foram analisados graficamente. No Gráfico 4 é claramente perceptível a superioridade da velocidade de infiltração em T1 (acima da linha de tendência), seguida por T2 (na linha de tendência). A parcela T0 vem em seguida, comportando-se bem abaixo da linha de tendência (pontilhada).

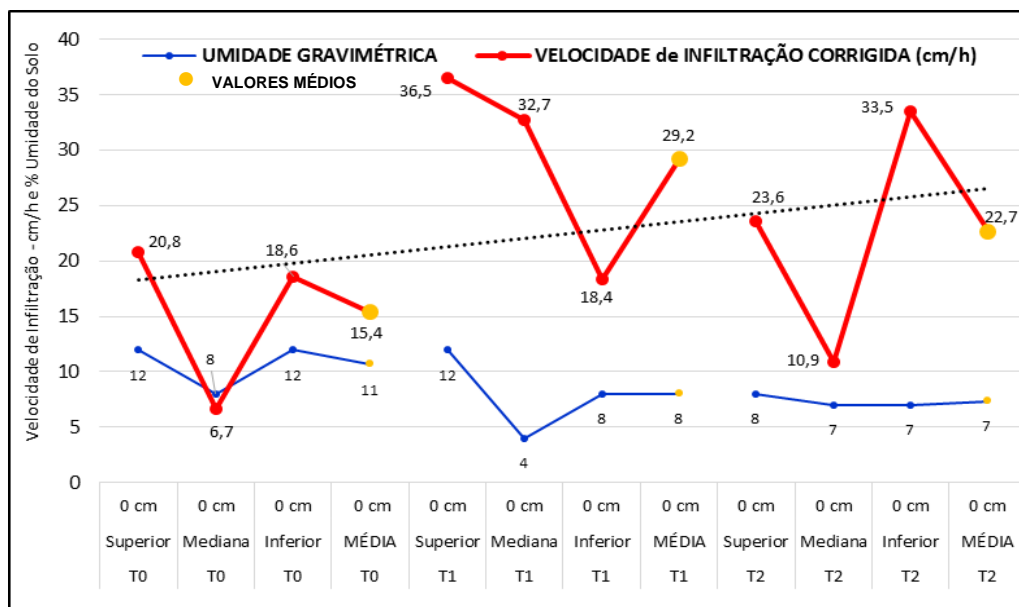


Gráfico 4 - Velocidades de infiltração da água no solo e respectivas umidades, à profundidade de 0 cm, em diferentes posições, nas parcelas de erosão da EEPPE-AFEN.

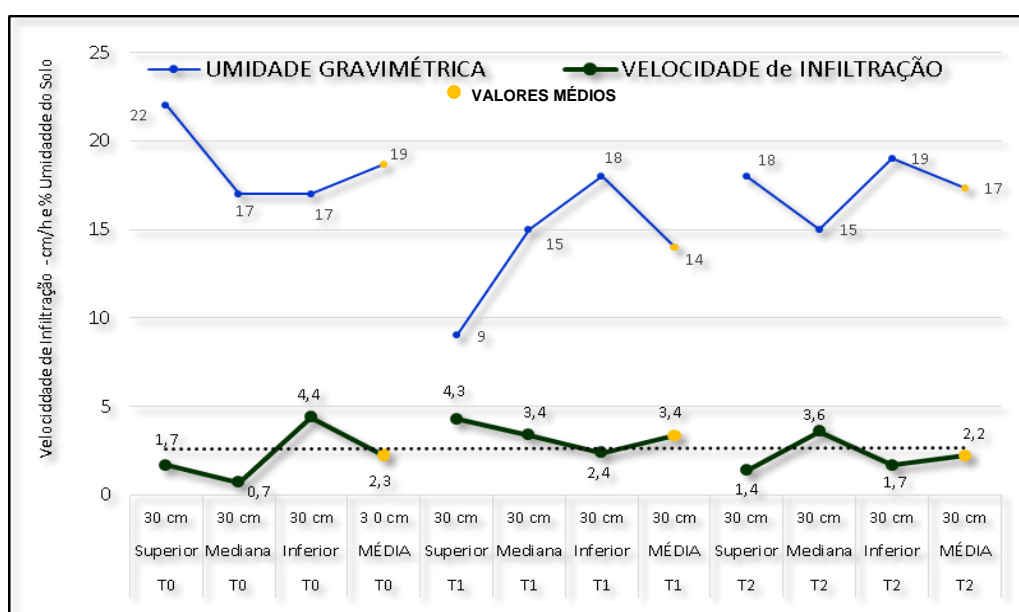


Gráfico 5 - Velocidades de infiltração da água no solo e respectivas umidades, à profundidade de 30 cm, em diferentes porções, nas parcelas de erosão da EEPPE-AFEN.

No Gráfico 5, na profundidade de 30 cm, no topo do horizonte Bt₁, os valores encontrados para a velocidade de infiltração foram, em média 88% menores que aqueles observados a 0 cm de profundidade. Os valores encontrados guardam entre si uma menor amplitude, variando em valores relativamente próximos de zero. Considerando a linha de tendência, T1 situa-se acima, enquanto que T0 e T2 encontram-se na linha, um pouco abaixo.

Considerando as doze tomadas, medidas ao longo do perfil de 0 a 60 cm de profundidade, apresentadas na Tabela 26, a parcela T2 figura com os maiores valores de resistência à penetração, com nove resultados com medições superiores a 2.000 kPa, o que permite classificar a resistência do solo à penetração de raízes nesta parcela de erosão como Alta. Continuando, seguem as parcelas T1 e T0, com resultados de resistência à penetração que classificam a resistência do solo à penetração de raízes nestas parcelas de erosão como Moderada, com tendência à Alta. Entretanto, ao se observar os picos de resistência à penetração nas parcelas é de se destacar que, medições superiores a 2.500 kPa ocorreram já a partir da faixa de leitura 10-15 cm na parcela T0, o que resulta em uma limitação maior, situada mais à superfície do solo, quando comparada às demais parcelas. Em T1, tais medições surgiram apenas a partir da faixa de leitura 25-30 cm, o que faculta à parcela apresentar-se com condições mais favoráveis à penetração de raízes. Mesmo na parcela T2, medições superiores a 2.500 kPa só ocorreram a partir da faixa de leitura 20-25 cm.

Usando-se os valores médios, encontrados ao longo dos diferentes intervalos conhecidos, foram estabelecidas curvas, que demonstram o comportamento da resistência do solo à penetração em cada parcela de erosão - vide Gráfico 6. Tais condições podem interferir sobremaneira na infiltração e na absorção de água nas camadas mais superficiais do solo, propiciando o escoamento superficial e a ocorrência de processos erosivos.

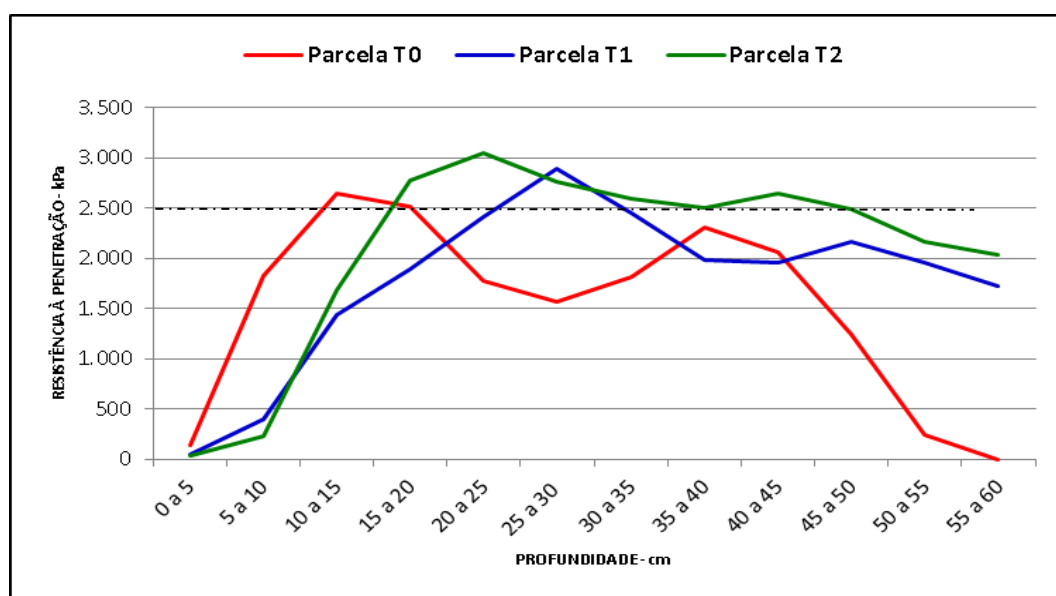


Gráfico 6 - Resistência do solo à penetração nas parcelas de erosão T0, T1 e T2, considerando a profundidade 0 a 60 cm.

Assim, na parcela T1 o pico de maior resistência do solo à penetração é percebido a maior profundidade, resultando em favorecimento à infiltração, à drenagem e melhor capacidade de armazenamento de água, retardando a ocorrência de processos erosivos.

A parcela T2 é aquela onde há maior resistência do solo à penetração. A partir da faixa de 20-25 cm de profundidade, o solo da parcela experimenta substanciais avanços nos valores de resistência à penetração, demonstrando haver neste solo maior favorecimento ao escoamento superficial e a erosão hídrica, quando comparado a T1.

Em geral, as plantas com sistema radicular mais pivotante, capaz de romper as camadas de solo mais resistentes, podem acabar sendo favorecidas, conseguindo melhores condições de desenvolvimento, devido à maior oferta hídrica (BERTONI & LOMBARDI NETO, 2012; MESQUITA et al., 1992). Por outro lado, aquelas com sistema radicular menos agressivos, que não conseguem ultrapassar as zonas menos resistentes, acabam limitando-se à disponibilidade hídrica presente nas camadas de solo mais superficiais, ficando sujeitas a distúrbios decorrentes de secas prematuras, resultantes da evaporação da água do solo.

Essas avaliações encontram respaldo nos valores de macro e microporosidade e também na densidade do solo encontrados e esse conjunto de informações acabam por influir e determinar o comportamento hidrológico do solo.

5.3- Pluviometria

O monitoramento da pluviosidade se deu de 09/05/2014 a 31/03/2015, totalizando 327 dias, onde ocorreram 59 dias com, ao menos, um evento de chuva. As Tabelas 27 e 28 trazem as pluviometrias mensal e diária, respectivamente.

Tabela 27 – Pluviometria mensal (mm/mês) registrada na EEPPE-AFEN.

DATA	ESTRATOS DE CHUVAS – mm/dia					TOTAL mm/mês
	F 10	10 F 20	20 F 30	30 F 50	50 F	
mai/14	32,3	14,0				46,3
jun/14	22,7	13,3	20,8			56,8
jul/14	19,3	10,6				29,9
ago/14	13,3	17,0				30,3
set/14	18,0					18,0
out/14	5,8	17,0				22,8
nov/14	37,7	15,9				53,6
dez/14	12,2	17,0		42,4		71,6
jan/15	7,7			140,8		148,5
fev/15	21,1		22,1	78,2		121,4
mar/15	10,9	11,0		48,0	65,5	135,4
TOTAL	201,0	115,8	42,9	309,4	65,5	734,6
%	27	16	6	42	9	100

Tabela 28 – Pluviometria diária (mm/dia) registrada na EEPPE-AFEN.

DATA	PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA - mm				
	F 10	10 F 20	20 F 30	30 F 50	50 F
10/05/2014	8,7				
11/05/2014	9,0				
25/05/2014		14,0			
28/05/2014	7,7				
29/05/2014	6,9				
03/06/2014			20,8		
10/06/2014	3,7				
11/06/2014	9,5				
19/06/2014	9,5				
20/06/2014		13,3			
09/07/2014	2,7				
10/07/2014	3,2				
12/07/2014	4,8				
26/07/2014		10,6			
27/07/2014	4,9				
28/07/2014	3,7				
10/08/2014	5,3				
14/08/2014		17,0			
15/08/2014	8,0				
02/09/2014	3,2				
04/09/2014	5,3				
23/09/2014	9,5				
20/10/2014	1,6				
21/10/2014	2,1				
22/10/2014	2,1				
27/10/2014		17,0			
09/11/2014	5,3				
14/11/2014	6,9				
15/11/2014	5,3				
16/11/2014	6,9				
24/11/2014	5,3				
27/11/2014	8,0				
28/11/2014		15,9			
05/12/2014				42,4	
15/12/2014	5,3				
22/12/2014	3,7				
24/12/2014	3,2				
31/12/2014		17,0			
06/01/2015				47,7	
22/01/2015	0,8				
23/01/2015	6,9				
29/01/2015				45,4	
31/01/2015				47,7	
02/02/2015	1,8				
03/02/2015	5,3				
04/02/2015				44,5	
06/02/2015	2,1				
10/02/2015			22,1		
16/02/2015				33,7	
18/02/2015	6,6				
28/02/2015	5,3				
01/03/2015	2,1				
08/03/2015					65,5
09/03/2015	3,2				
10/03/2015	3,7				
12/03/2015	1,1				
14/03/2015	0,8				
23/03/2015				48,0	
30/03/2015		11,0			
TOTAIS	201,0	115,8	42,9	309,4	65,5
TOTAL CHUVAS	734,6				
Frequência dias	41	8	2	7	1
TOTAL DIAS	59				

As chuvas do período de estudo totalizaram 734,6 mm. O mês com maior acúmulo pluviométrico foi janeiro, com 148,5 mm, enquanto que setembro foi o que menos acumulou, registrando apenas 18,0 mm de chuvas. Nos meses de fevereiro e março observou-se a maior quantidade de dias com ao menos um evento chuvoso, com 8 dias cada qual. No extremo oposto, nos meses de agosto e setembro ocorreram apenas 3 dias com chuvas. O registro de maior magnitude de todo o período de estudo se deu em 08/03/2015, com 65,5 mm.

Para melhor analisar a pluviosidade, agrupou-se os eventos chuvosos diários em estratos, que, reunidos, permitiram classificar as chuvas ocorridas ao longo de cada mês. As chuvas mais expressivas situaram-se no estrato de 30 a 50 mm, totalizando cerca de 42 % do volume total, concentrando-se de dezembro a março, por ocasião do período úmido. As chuvas mais bem distribuídas foram aquelas situadas no estrato a 10 mm (27 % do volume total), que, presentes em todos os meses do estudo, representaram 83% dos dias chuvosos. A distribuição estratificada das chuvas encontra-se bem representada no Gráfico 7.

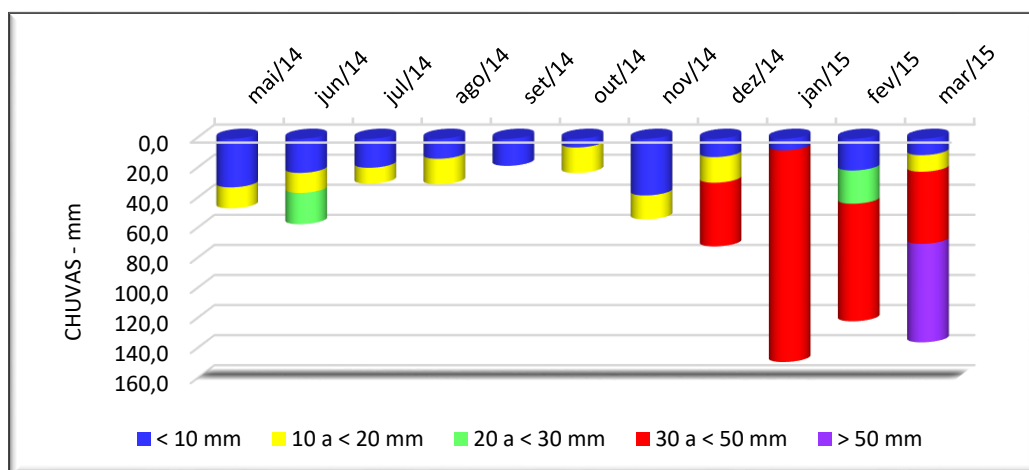


Gráfico 7 - Pluviometria mensal (mm/mês) estratificada, registrada na EEPPE-AFEN.

As chuvas representadas no Gráfico 8 foram as que ocorreram ao longo dos dias de estudo. Por intermédio dos registros de acúmulos de chuvas foi possível identificar dois períodos bem distintos, sendo um úmido ou chuvoso, onde choveu 530,5mm (72,2%), e outro seco, que recebeu 204,1 mm das chuvas (27,8%) – vide Gráfico 9. O período úmido correspondeu aquele que se estendeu entre os meses de novembro a março, sendo janeiro de 2015 o mês com maior registro de chuvas e novembro de 2014 aquele com o menor registro do período. Por sua vez, o período seco compreendeu os meses de maio a outubro, sendo junho de 2014 o mês com maior registro de chuvas e setembro de 2014 com o menor registro do período.

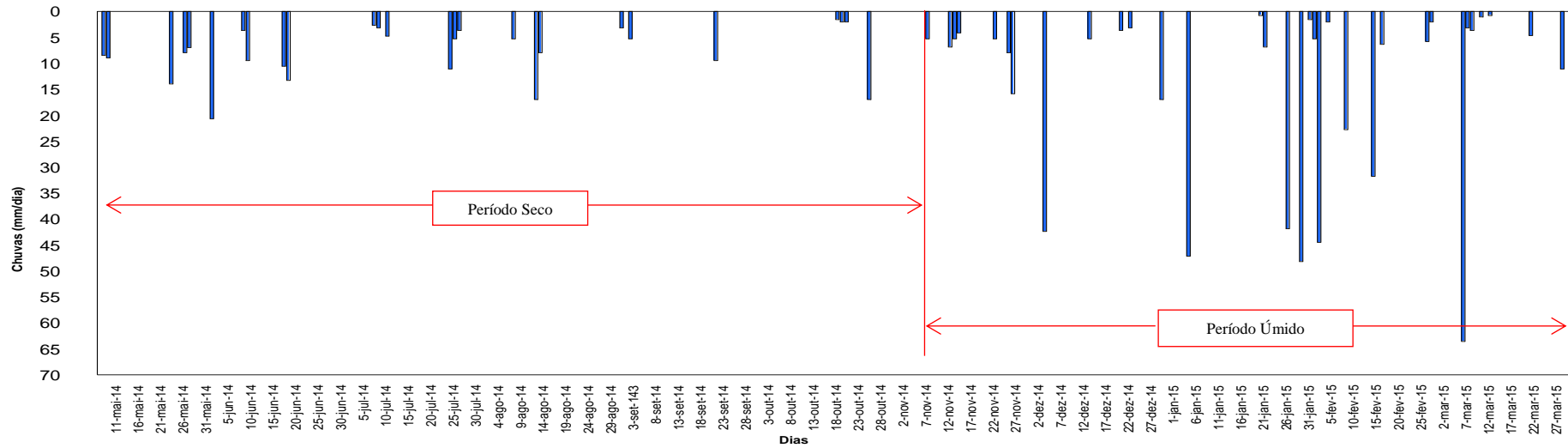


Gráfico 8 - Registro diário da pluviometria (mm/dia), de maio de 2014 a março de 2015, com destaque para os períodos seco e úmido.

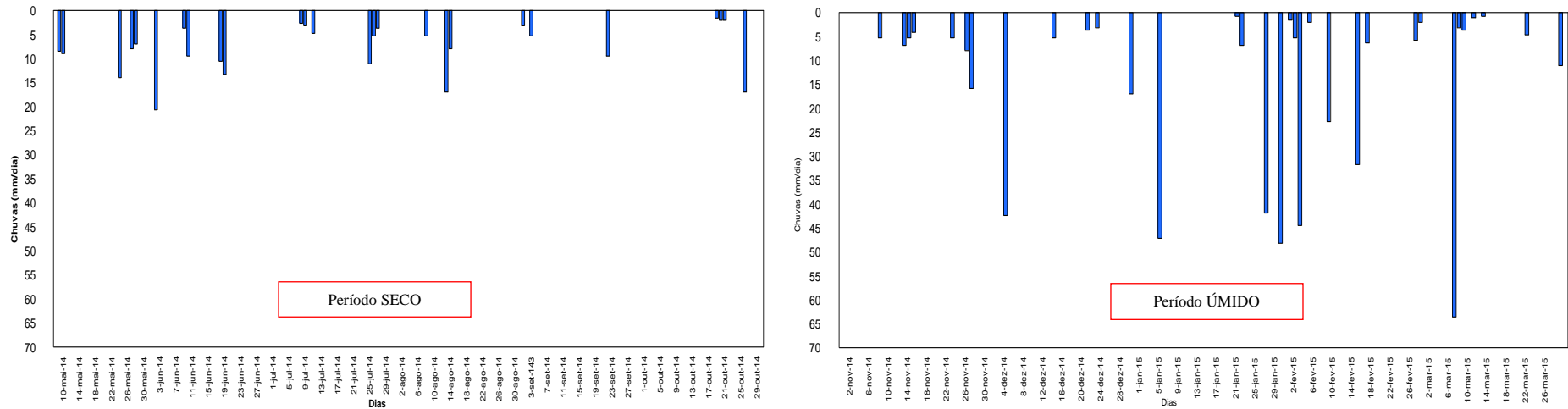


Gráfico 9 - Registro diário da pluviometria (mm/dia) nos períodos seco e úmido, de abril de 2014 a março de 2015.

No intuito de se saber como as chuvas locais se comportaram em relação ao município, fez-se um comparativo entre as chuvas medidas na EEPPE-AFEN e na Estação Climatológica da UERJ-FFP, sendo para esta última, considerada o mesmo período de tempo do estudo e também as médias mensais encontradas para a série histórica de dez anos de chuvas. Estas informações encontram-se agrupadas e podem ser observadas no Gráfico 10. Tomando por base a série histórica da Estação Climatológica da UERJ-FFP é possível concluir que, no período de setembro de 2014 a janeiro de 2015, a área de estudo recebeu menores volumes de chuvas, ao passo que, nos meses de fevereiro e março de 2015, as chuvas recebidas na área de estudo foram superiores àquelas registradas na série histórica de dez anos da Estação Climatológica da UERJ-FFP.

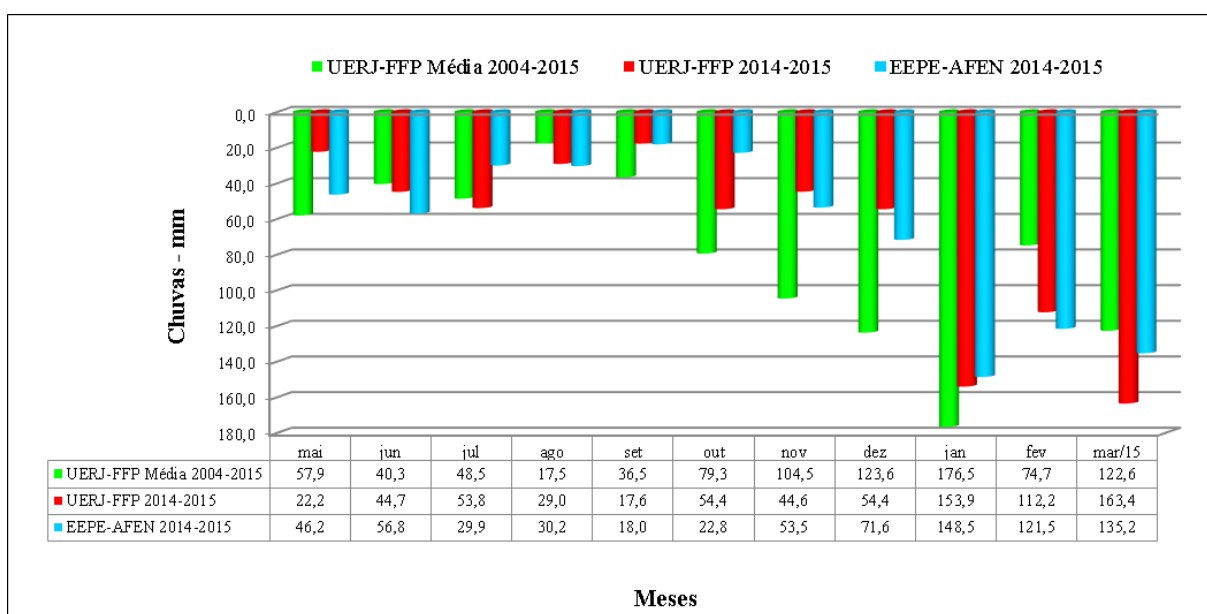


Gráfico 10 – Comparativo de chuvas (mm/mês) da EEPPE/AFEN e da Estação Climatológica UERJ / FFP, no período de abril de 2014 a março de 2015, e média mensal do decênio 2004-2014.

As chuvas representaram fator decisivo na dinâmica das perdas de solo e água, interferindo diretamente no comportamento hidrológico. Por esse motivo, continuarão sendo tratadas e relacionadas nos capítulos vindouros.

5.4- Comportamento Hidrológico

Antes de se falar sobre o comportamento hidrológico, faz-se necessário destacar que o período de estudo correspondente às leituras do potencial matricial do solo (Ψ_M) só teve início após as leguminosas se consolidarem nas parcelas T1 e T2, passando a dominar o espaço reservado e ocupar as superfícies integralmente, o que se efetivou a partir de maio de 2014.

As leituras diárias iniciaram-se em 09/05/2014, indo até 31/03/2015, sendo que, da leitura de cada GMS, foi calculada a média de cada profundidade, em cada tratamento. Estas leituras encontram-se registradas no Apêndice L, de onde foram estabelecidas as médias para os períodos integral (maio-2014 a março-2015), úmido e seco - vide Tabela 29 e Gráfico 11.

Tabela 29 - Valores médios dos potenciais matriciais dos GMS's, nas profundidades de 20 e 40 cm, nos diferentes tratamentos, considerando três períodos.

PERÍODO	PROFUNDIDADE - cm	Unidade	PARCELA DE EROSAO		
			T0	T1	T2
Integral	20	kPa	-15,8	-81,4	-92,3
	40		-11,1	-92,3	-105,8
Úmido	20	kPa	-13,1	-78,3	-102,6
	40		-10,3	-87,5	-95,4
Seco	20	kPa	-18,1	-86,0	-84,2
	40		-12,0	-98,0	-116,2

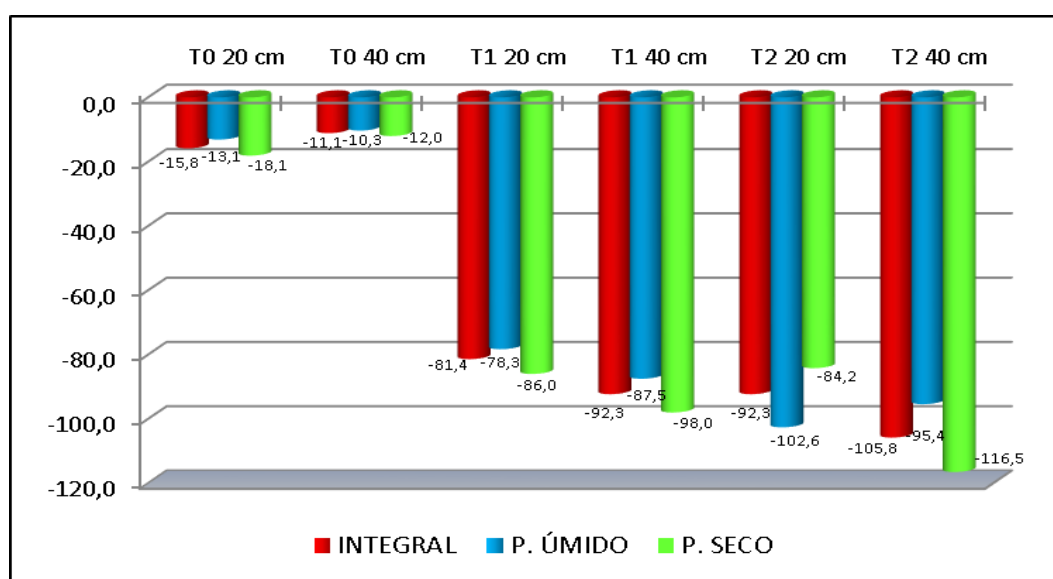


Gráfico 11- Valores médios dos potenciais matriciais dos GMS's, nas profundidades de 20 e 40 cm, nos diferentes tratamentos, nos períodos integral, úmido e seco.

Os valores de potencial matricial (Ψ_M) relacionam-se à capacidade de drenagem e recarga de água no solo. Como pode ser visto na Tabela 29, considerando ambas as profundidades nos três períodos considerados (integral, úmido e seco), os valores médios encontrados na parcela T0 denotaram variações de pequena amplitude. A máxima variação foi de -10,3 a -18,1 kPa, demonstrando pequena capacidade de drenagem e de recarga de água no solo. Os valores médios dos períodos integral, úmido e seco, foram maiores a 40 cm do que aqueles encontrados a 20 cm de profundidade, posicionando-se ligeiramente mais próximos da saturação (0 kPa) na parte mais profunda. O potencial matricial (Ψ_M) variou de -13,1 a -

18,1 kPa a 20 cm de profundidade e de -10,3 a -12,0 kPa a 40 cm, o que representa uma amplitude particularmente reduzida, denotando suscetibilidade à saturação e ao escoamento superficial.

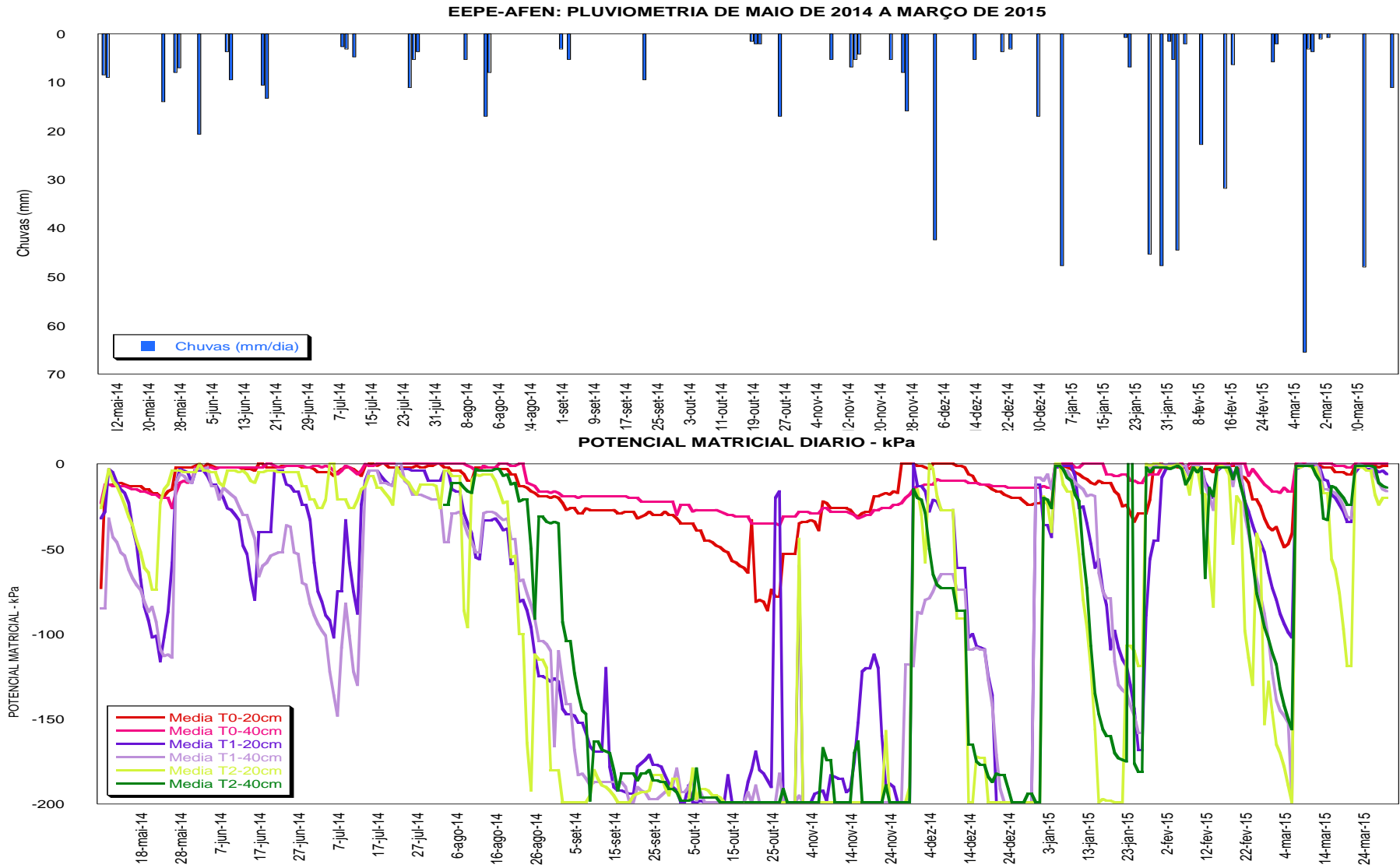
Como pode ser visto na Tabela 29, os valores médios encontrados nas parcelas T1 e T2, nos três períodos, variaram em maior amplitude, sendo de -78,3 a -98,0 kPa e de -84,2 a -116,2 kPa, respectivamente. A 20 cm de profundidade o potencial matricial (Ψ_M) foi maior que a 40 cm em ambas as parcelas, variando de -78,3 a -86,0 kPa em T1 e de -84,2 a -102,6 kPa em T2. No período úmido, a 40 cm de profundidade, o potencial matricial (Ψ_M) variou de -87,5 a -98,0 kPa em T1 e de -95,4 a -116,2 kPa em T2.

Ao contrário da parcela T0, nas parcelas T1 e T2, nos três períodos, a 20 cm, os valores foram maiores, mais próximos de 0 kPa, do que aqueles observados a 40 cm de profundidade, o que acabou favorecendo o acúmulo de umidade na superfície do terreno. A exceção ficou por conta de T2 (período úmido), que teve valor menor a 20 cm de profundidade. Os valores assinalados a 40 cm de profundidade denotaram limitações no processo de infiltração, quando comparados à camada mais superficial. Os menores valores absolutos de potencial matricial (Ψ_M) encontrados em T1 e em T2 denotaram que os solos estiveram submetidos a déficits hídricos frequentes, ao longo do período de estudo – vide Figura 5.11.

Tomando por base as leituras diárias dos potenciais matriciais do solo (Ψ_M), no período de maio de 2014 a março de 2015, para cada profundidade, em cada tratamento, foi produzido o Gráfico 12. As variações dos potenciais matriciais do solo (Ψ_M) foram então correlacionadas com os eventos pluviométricos na mesma escala de tempo, o que possibilitou identificar o comportamento hidrológico do solo, mediante cada tratamento.

Para fazer considerações mais detalhadas nos tratamentos de cada parcela de erosão, foram analisados gráficos referentes aos comportamentos hidrológicos nos períodos seco e úmido, analisando as respostas dos potenciais matriciais (Ψ_M) frente às respectivas pluviometrias.

Quanto ao período seco, os comportamentos encontram-se representados no Gráfico 13. O período durou 175 dias, de onde ocorreram 26 dias com chuvas (44% do total de dias), totalizando um volume de 204,1 mm (28% do volume total). A média foi de 7,9 mm/dia. A maior chuva foi de 20,8 mm, registrada no dia 03/06/2014 e a menor, com 1,8 mm, ocorreu em 20/10/2014.



es diários da pluviometria e dos potenciais matriciais dos GMS's até -200 kPa, nas profundidades de 20 e 40 cm, nos diferentes tratamentos, no período de maio/2014 a março/2015, na EEPPE-AFEN.

No Gráfico 13 é nítido e evidente a distinção do período seco em duas partes. A primeira metade do período seco contou com um montante de 135 mm, cerca de 2/3 de todo o volume de chuvas ocorrido. A segunda metade do período contou com apenas 71 mm de chuvas, que foram de baixa intensidade e mal distribuídas, resultando em estiagens prolongadas, quando os valores de potencial matricial (Ψ_M) estiveram mais próximos a -200 kPa. Por exemplo, de 24/09 a 19/10, foram-se 26 dias em que não ocorreram chuvas. Esse conjunto de fatores refletiu diretamente no comportamento hidrológico dos solos nas parcelas.

O potencial matricial dos solos (Ψ_M) das parcelas aumentou e diminuiu em conformidade com a ocorrência de chuvas. Na parcela T0, tanto a 20 cm como a 40 cm de profundidade, ocorreram valores de potenciais matriciais (Ψ_M) maiores e muito homogêneos, atingindo em média a -5,3 kPa, apresentando variações relativamente pequenas, ao longo dos diferentes eventos climáticos ocorridos. Estes resultados encontram respaldo nos ensaios de resistência do solo à penetração, onde nas camadas superficiais de T0, na faixa de 10 a 15 cm de profundidade, se observa pico de resistência à penetração à pequena.

De forma geral, independente da época do ano, os valores encontrados, demonstram tratar-se de um solo que chega à condição de saturação à pequena profundidade com certa facilidade, ainda que submetido a chuvas de pequena intensidade – vide Figura 5.13. Essa limitação decorre da ausência vegetal, que priva o solo dos efeitos proporcionados pelas raízes e pela cobertura física (viva e morta), resultando em exclusiva ação de evaporação da água das chuvas. Em conformidade com os estudos de Derpsch, et al (1991), tal fato impõe ao solo uma drenagem limitada e reduzida capacidade de recarga, podendo favorecer o escoamento superficial, a partir da ocorrência de chuvas ligeiramente mais intensas.

A parcela T1 apresentou médias de -32,7 kPa a 20 cm e -48,8 kPa a 40 cm, demonstrando boa capacidade de absorção, drenagem e recarga. A parcela T2 apresentou-se em condições intermediárias entre T0 e T1, com média de -15,1 kPa a 20 cm de profundidade. Ao contrário de T0, como pode ser observado no Gráfico 13, nas parcelas T1 e T2 se evidenciou o efeito da evapotranspiração, proporcionado pela presença efetiva da cobertura vegetal e pela pivotância de suas raízes, demonstrando funcionalidade no aproveitamento hídrico.

Na segunda metade do período seco, onde ocorreram períodos de estiagem e as chuvas foram menores, o comportamento hidrológico apresentou dinâmica menor. A medida em que a frequência e a intensidade das chuvas diminuem o potencial matricial (Ψ_M) fica mais negativo, ou seja: o solo apresenta-se mais seco.

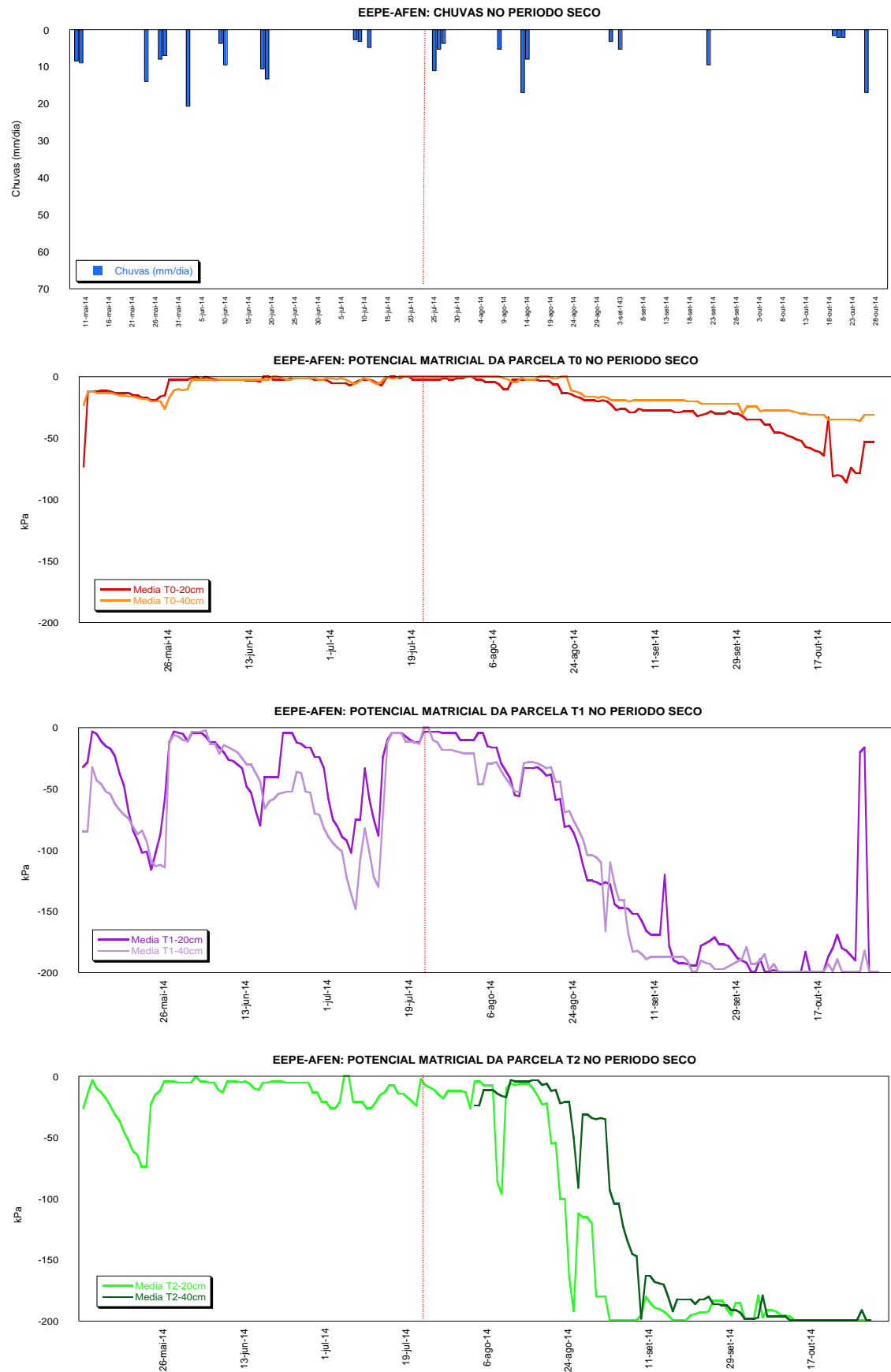


Gráfico 13 - Valores diários da pluviometria e dos potenciais matriciais dos GMS's, nas profundidades de 20 e 40 cm, nos diferentes tratamentos na EEPE-AFEN, no período seco.

O período úmido durou 150 dias, de onde ocorreram 33 dias com chuvas, totalizando 530,3 mm (72 % do volume total). A média foi de 16,1 mm/dia chuvoso. A maior chuva foi de 65,5 mm/dia, registrada no dia 08/03/2015 e a menor, com 0,8 mm/dia, ocorreu em 14/03/2015. Os meses de janeiro, fevereiro e março foram aqueles que receberam os maiores volumes, totalizando 405,3 mm (76,4 % do total do período úmido), capazes de promover os resultados mais expressivos, em termos de escoamento hídrico e de perdas de solo por erosão.

A dinâmica hidrológica foi acentuada nesse período, evidenciando o efeito vegetativo conservacionista, proporcionado pelas leguminosas. A ocorrência de chuvas mais frequentes e intensas contribuiu para a diminuição do potencial matricial (Ψ_M) enquanto que a sua escassez favoreceu o seu aumento – vide Gráfico 14.

Na parcela T0, o potencial matricial do solo (Ψ_M) variou de 0 a -53 kPa, a 20 cm, e de 0 a -32 kPa, a 40 cm, demonstrando o predomínio da evaporação da umidade do solo e os prejuízos decorrentes da ausência da cobertura vegetal. Sem cobertura do solo e sem vegetação viva, ou seja, sem raízes, a água infiltrou e ficou armazenada superficialmente no perfil do solo, como Derpsch, et al (1991) já constatara em seus estudos. Até 20 cm de profundidade ocorreu efeito de evaporação. A partir de 40 cm de profundidade o que se observou foi a presença de uma barreira térmica e de ascensão capilar.

Os potenciais matriciais dos solos (Ψ_M) de T1 e T2, tanto a 20 cm como a 40 cm, variaram em máxima amplitude, atingindo valores de 0 a -199 kPa, demonstrando os efeitos proporcionados pela cobertura vegetal e a pivotância das raízes no solo, predominando os fenômenos da evapotranspiração e da recarga hídrica.

No Gráfico 14 foram destacados dois períodos distintos. Ao analisar o 1º Período (1ºP.), em 04/01/2015 houve uma chuva de 47,7 mm, o que levou o potencial matricial do solo (Ψ_M) das parcelas a valores muito próximos da saturação (0kPa). Na parcela T2, em 12 dias os valores de potencial matricial do solo (Ψ_M) já eram próximos a -200 kPa, sendo que ocorreu mais precocemente a 20 cm e mais tardiamente a 40 cm de profundidade. Na parcela T1, após 21 dias foram observados os menores valores de potencial matricial (Ψ_M), demonstrando que o solo foi capaz de conservar a umidade por um tempo superior às demais. No 2º Período (2ºP.) houve melhor frequência e distribuição de chuvas, favorecendo a infiltração e a atividade vegetal, predominando processos de evapotranspiração, permitindo maior tempo (37 dias) para o armazenamento hídrico nas parcelas T1 e T2. A pequena variação do potencial matricial do solo (Ψ_M) observada na parcela T0, pouco resultou infiltração e armazenamento hídrico, favorecendo os processos de evaporação e escoamento superficial.

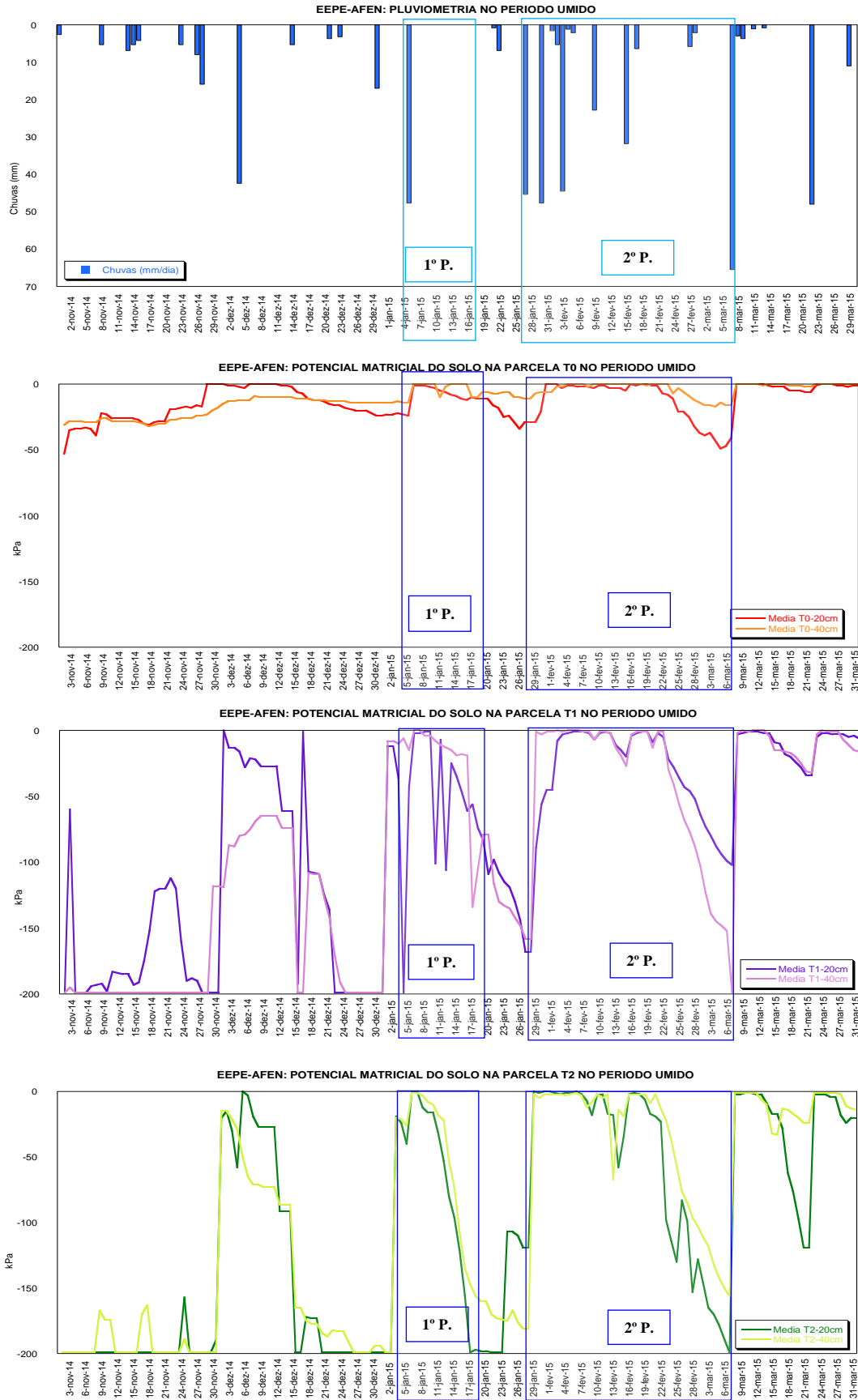


Gráfico 14 - Valores diários da pluvimetria e dos potenciais matriciais dos GSM's, nas profundidades de 20 e 40 cm, nos diferentes tratamentos da EEPE-AFEN, no período úmido.

5.5- Perdas de Água e Solo

De maio de 2014 a março de 2015, fazendo parte das rotinas diárias na EEPPE-AFEN, foram medidas e anotadas diretamente no campo, nas caixas coletoras das parcelas de erosão, as perdas de água por escoamento, enquanto que as perdas de solo foram determinadas em laboratório, a partir das amostras coletadas. Cabe destacar que nem todos os eventos chuvosos resultaram em escoamento e perdas de solo. Em alguns eventos, sobretudo nos de menor magnitude, especialmente nas parcelas com cobertura vegetal, onde houve incremento de matéria orgânica na superfície do solo, aconteceu de não haver qualquer escoamento e/ou perda de solo em todas ou em parte das caixas coletoras.

O conjunto das perdas de água e solo, que ocorreram nas parcelas de erosão da EEPPE-AFEN ao longo de cada dia do período de estudo, encontra-se detalhado no Apêndice M e uma síntese do que ocorreu em cada mês está representada na Tabela 30. Os resultados estatísticos encontram-se detalhados no Apêndice N.

Tabela 30 - Escoamento hídrico e perda de solo nas parcelas de erosão da EEPPE-AFEN

MÊS	CHUVAS mm	PARCELA T0		PARCELA T1		PARCELA T2	
		Escoamento litros	Perda Solo t.ha ⁻¹	Escoamento litros	Perda Solo t.ha ⁻¹	Escoamento litros	Perda Solo t.ha ⁻¹
Mai-14	46,3	47,0	0,0026	42,5	0,0004	44,8	0,0007
Jun-14	56,8	48,0	0,0092	68,0	0,0040	76,0	0,0034
Jul-14	29,9	21,0	0,0029	14,0	0,0001	21,0	0,0066
Ago-14	30,3	14,0	0,0001	18,5	0,0001	17,0	0,0001
Set-14	18,0	6,0	0,0005	4,0	0,0001	18,0	0,0002
Out-14	22,8	3,0	0,0002	9,5	0,0001	19,7	0,0003
Nov-14	53,6	95,5	0,0145	28,0	0,0002	56,0	0,0008
Dez-14	71,6	432,0	0,0754	30,5	0,0008	45,5	0,0014
Jan-15	148,5	3.000,0	12,4000	188,0	0,0448	162,8	0,0129
Fev-15	121,4	3.323,5	12,9306	123,5	0,0098	135,0	0,0063
Mar-15	135,4	4.046,0	15,3960	119,3	0,0082	160,8	0,0129
Total ⁽¹⁾	734,6	11.036,5 a	40,8320 a	645,8 b	0,0686 b	756,6 b	0,0456 b
%	100	88,7	99,72	5,2	0,17	6,1	0,11

⁽¹⁾ Nos resultados encontrados para Escoamento e para Perda de Solo separadamente, letras iguais significam que os tratamentos não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,01$).

Para o conjunto das parcelas, ao longo de todo o período de estudo, o escoamento total foi de 12.438,4 litros de água, tendo 88,7% escoados pela parcela T0, outros 6,1% escoados pela parcela T2 e 5,2% pela parcela T1 – Gráfico 15. Os resultados demonstraram haver diferenças estatísticas entre T0 e os demais tratamentos, pelo teste de Tukey, a 1 %, enquanto que, os tratamentos das parcelas T1 e T2 não diferiram estatisticamente entre si.

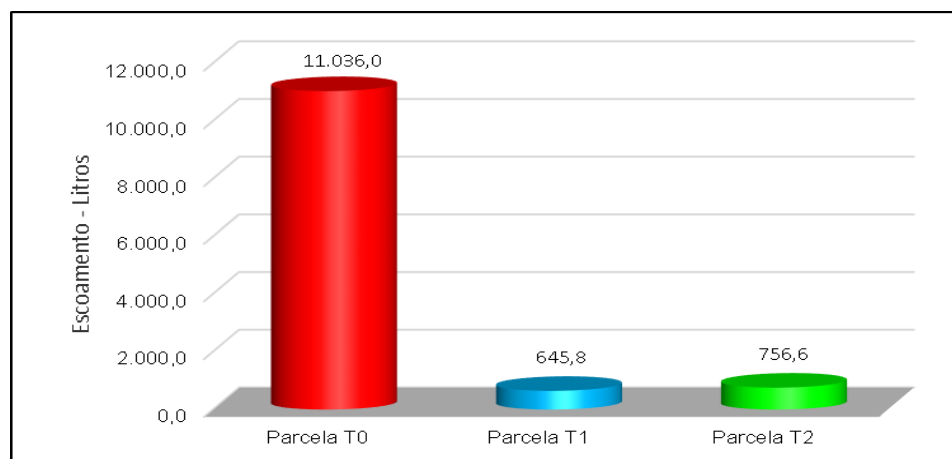


Gráfico 15- Escoamento hídrico total na área da EEPPE/AFEN - maio de 2014 a março de 2015.

Tomando por base apenas o montante escoado pela parcela T0, é possível afirmar que, no período de estudo, na parcela T1, infiltraram 10.390,7 litros de água, enquanto que na parcela T2 infiltraram 10.279,9 litros de água, o que demonstra a eficiência do efeito vegetativo proporcionado pelas leguminosas instaladas nestas parcelas, como fora comprovado por Mesquita *et al.* (1992) e Bertoni & Lombardi Neto (2012).

Considerando as perdas hídricas, decorrentes do escoamento superficial, os maiores resultados foram observados no mês de março de 2015. Os registros mais proeminentes ocorreram nos dias 8 e 23 do mês de março de 2015, quando na parcela T0 foram registrados escoamentos diários de 2.000 litros de água. Enquanto isso, nas parcelas T1 e T2, os dois maiores registros foram de 80 litros (31/01/2015) e 76 litros (08/03/2015) e 62 (31/01/2015) e 93 litros (08/03/2015), respectivamente – vide Apêndice M.

O Gráfico 16 apresenta o comportamento do escoamento hídrico, frente à pluviometria e à dinâmica hidrológica ao longo do período de estudo. Como os valores escoados em T0 foram estatisticamente significativos, quando comparados àqueles medidos em T1 e em T2, optou-se por trabalhar com dois gráficos de escalas distintas para registrar os resultados ao longo do período de estudo. As chuvas menos intensas não foram suficientes para resultar escoamentos significativos, sobretudo nos meses do período seco. Em condições de chuvas mais fracas, as perdas tenderam a não apresentar valores muito diferentes, ao contrário das chuvas mais fortes, nas quais os valores observados na parcela T0 se acentuaram vertiginosamente, quando comparados com as demais parcelas. Contudo, com a chegada do período úmido, intensificando-se as chuvas, a partir daquelas que se apresentaram acima dos 15 mm, começaram a haver perdas mais expressivas em T0 e, mediante os eventos acima dos 30 mm, as perdas se acentuam vertiginosamente.

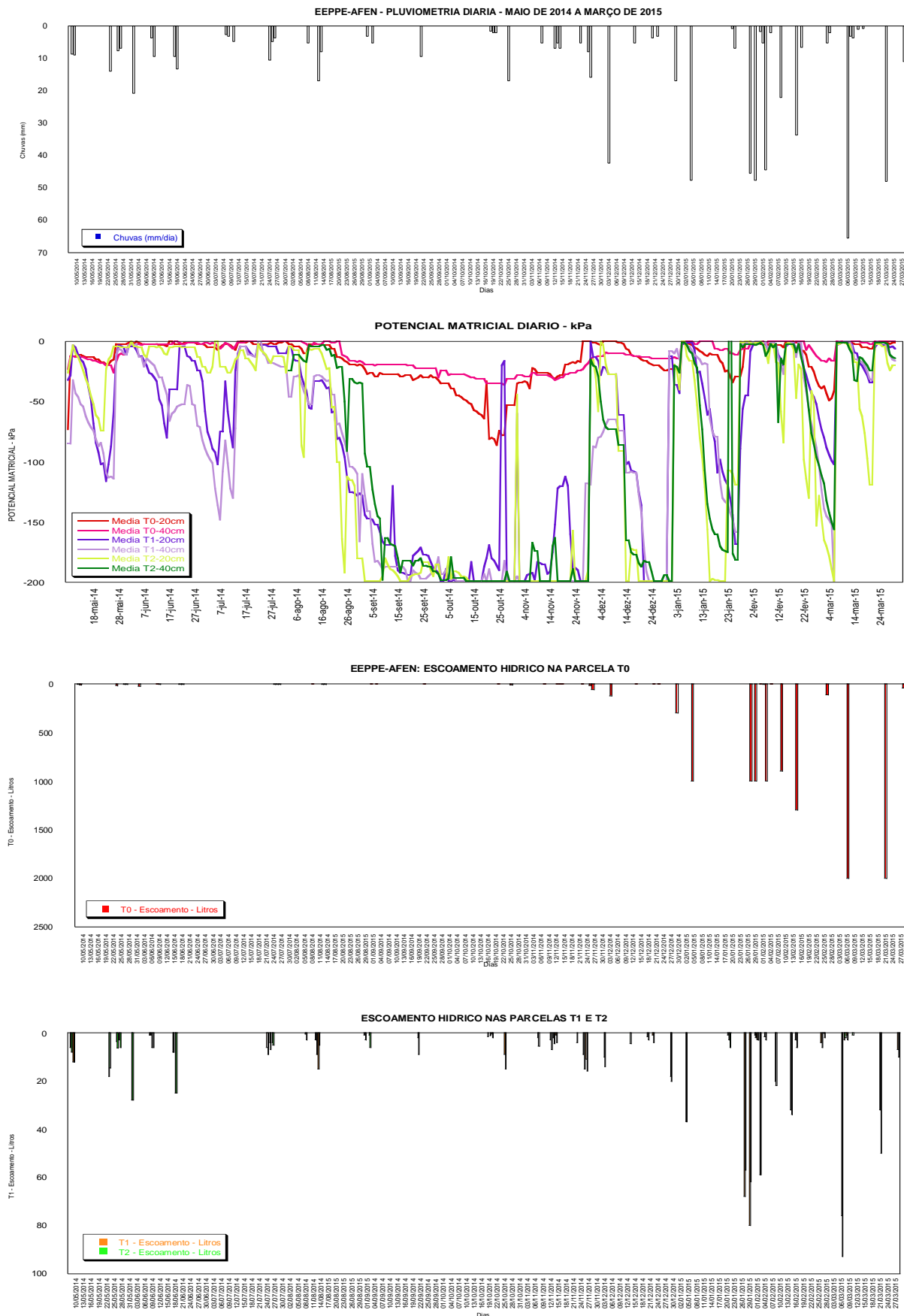


Gráfico 16 - Escoamento hídrico (litros/dia), pluvimetria e dinâmica hidrológica na EEPPE-AFEN, no período de maio de 2104 a março de 2015.

É notório então que, na estação úmida, especialmente nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2015, onde concentraram as chuvas mais expressivas e intensas, o escoamento foi substancialmente superior, sobretudo na parcela T0, quando comparado com as parcelas T1 e T2. Isso é nítido ao se observar o Gráfico 17, onde encontra-se o escoamento consolidado em cada mês do período úmido. Os momentos imediatamente posteriores à ocorrência das chuvas mais intensas encontram-se exemplificados no mosaico fotográfico da Figura 5.18.

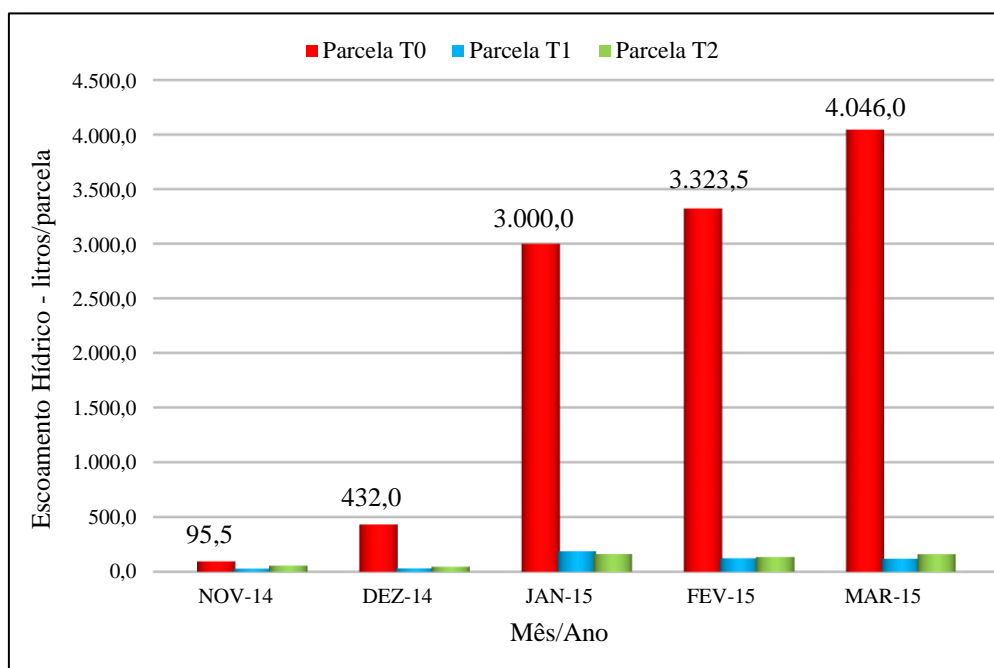


Gráfico 17 - Escoamento hídrico na área da EEPPE/AFEN, no período úmido.



Figura 5.18 - Mosaico de fotografias de um mesmo evento chuvoso. (1) ravinas na parcela T0; (2) e (3) caixa coletora da Parcela T0, com destaques para a significativa presença de sedimentos, caracterizando perda de água e solo; (4) (5) e (6) perda de água e solo nas caixas coletoras das Parcelas T1 e T2. Fonte: o Autor, 2015.

As chuvas não absorvidas na matriz do solo escorreram sobre a sua superfície, causando erosão em níveis variados. As amostras obtidas nas caixas coletoras das parcelas, levadas às análises laboratoriais, proporcionaram quantificar os sedimentos erosivos de cada evento chuvoso, ao longo do período de estudo, sendo que todos os resultados apurados se encontram registrados no Apêndice M e tratados estatisticamente no Apêndice N.

Os resultados erosivos, proporcionados pelas chuvas que incidiram sobre o solo descoberto e desprotegido da parcela T0 foram substancialmente superiores, quando comparados àqueles observados nas parcelas T1 e T2, vegetadas e protegidas pelas leguminosas. Ao longo do período de estudo, nas parcelas de erosão da EEPPE-AFEN reunidas, a perda de solo total foi equivalente a 40,9462 kg.ha⁻¹, aproximadamente. Desse montante, 40,8320 t.ha⁻¹ (99,72%) derivaram da parcela T0. A parte restante, no valor de 0,1142 t.ha⁻¹ (0,28%) derivou das parcelas T1 e T2 – vide Tabela 30. Uma parte ainda menor, de apenas 0,0686 t.ha⁻¹ (0,17%), foi de perdas de solo provenientes da parcela T1, enquanto outra, de 0,0456 t.ha⁻¹ (0,11%) foi da parcela T2. Os resultados demonstraram haver diferenças estatísticas entre T0 e os demais tratamentos, pelo teste de Tukey, a 1 %, enquanto que, os tratamentos das parcelas T1 e T2 não diferiram estatisticamente entre si - Apêndice N.

Na Tabela 30 evidenciou-se que os resultados de perdas de solo no período seco foram de pequena magnitude – T0 com 0,0155 t.ha⁻¹; T2 com 0,0113 t.ha⁻¹; T1 com 0,0048 t.ha⁻¹; totalizando 0,0316 t.ha⁻¹ nas três parcelas de erosão. Desse modo, as análises centralizaram as atenções para as perdas de solo provenientes do período úmido.

Para representar graficamente as perdas de solo nas parcelas, durante o período úmido, foi desenvolvido o Gráfico 18, relacionando estas à pluviometria e ao comportamento hidrológico. Dadas as extremas diferenças de resultados observadas entre a parcela T0 e as parcelas T1 e T2, foi necessário representá-las em distintas escalas de observação. Os eventos chuvosos de maior magnitude foram capazes de acentuar a erosão hídrica, favorecendo as perdas de solo. Na parcela T0 as perdas de solo se intensificaram desde o início de novembro, atingindo valores máximos nos meses de janeiro, fevereiro e março, respondendo direta e mais intensamente tanto quanto maior a magnitude das chuvas, conforme os estudos de Castro, (1987) e Bertoni & Lombardi Neto (2012). Nas parcelas T1 e T2 as perdas foram maiores no final do mês de novembro, dadas as ocorrências de mais dias chuvosos e a melhor distribuição das chuvas. Entretanto, estes tratamentos demonstraram capacidade de resistir mesmo àqueles eventos chuvosos de maior magnitude, com maior potencial erosivo.

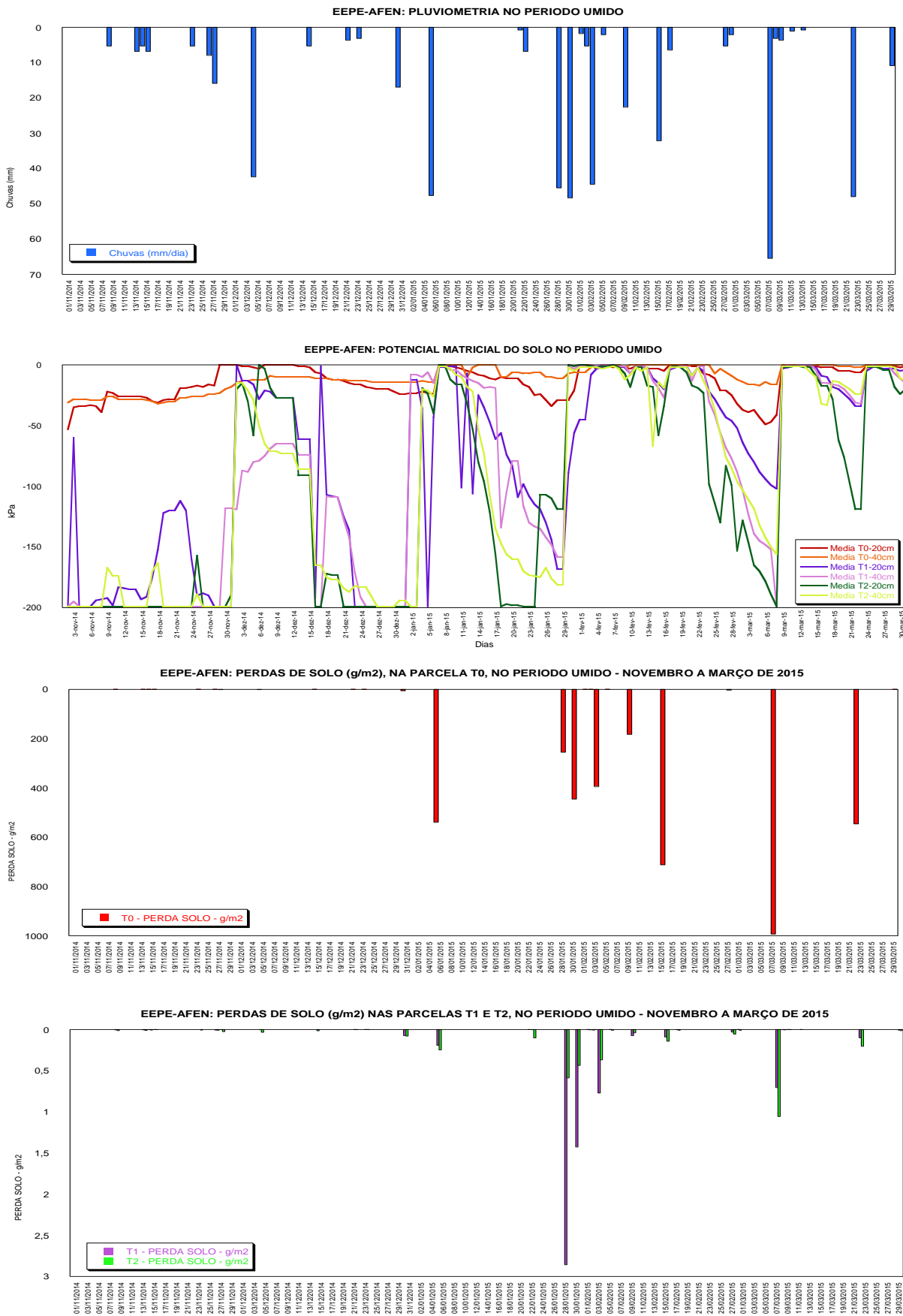


Gráfico 18 - Perdas de solo (g/m²), pluviometria e dinâmica hidrológica na EEPE-AFEN, no período úmido - novembro de 2104 a março de 2015.

Para compreender adequadamente a erosividade das chuvas sobre o solo foi necessário estratificar os eventos chuvosos ao longo de todo o período de estudo, relacionando-os com os resultados obtidos para escoamento hídrico e perdas de solo - Tabela 31.

Tabela 31 - Estratos de chuvas, escoamento hídrico e perdas de solo nas parcelas de erosão da EEPPE-AFEN.

CHUVAS					ESCOAMENTO - litros			PERDAS DE SOLO - t.ha ⁻¹		
ESTRATO mm/dia	Frequência	%	VOLUME mm	%	T0	T1	T2	T0	T1	T2
F 10	41	69	201,0	27,4	234,5	106,8	186,1	0,0420	0,0029	0,0103
10 F 20	8	14	115,8	15,8	453,0	97,0	103,5	0,0823	0,0031	0,0019
20 F 30	2	3	42,9	5,8	924,0	48,0	61,0	1,8368	0,0011	0,0025
30 F 50	7	12	309,4	42,1	7.425,0	318,0	313,0	28,9373	0,0545	0,0203
50 F	1	2	65,5	8,9	2.000,0	76,0	93,0	9,9343	0,0071	0,0106
TOTAL	59	100	734,6	100,0	11.036,5	645,8	756,6	40,8327	0,0687	0,0456
					12.438,9			40,9469		

As chuvas menores que 20 mm (43,2% do volume total de chuvas) foram aquelas de maior ocorrência (83%) e melhor distribuição, não resultando em maiores perdas de água e solo. Entretanto, nos meses mais secos, estas chuvas também estiveram relacionadas à déficits hídricos mais acentuados.

As chuvas maiores que 30 mm (14% das chuvas) representaram 51% do volume total de chuvas, se responsabilizando por nada menos que 82% de todo o escoamento hídrico e 95% de todas as perdas de solo, ao longo de todo o período de estudo. Tal fato reforça o caráter erosivo das chuvas com volumes maiores que 30 mm.

O trimestre de janeiro a março foi aquele onde ocorreram as chuvas mais intensas, superiores a 30 mm (7 dias). Foram 19 dias com chuvas variadas (32% do total), somando um volume de 405,3 mm, que representou 55 % do total ocorrido em todo o período de estudo. As perdas se intensificaram nesse trimestre. O escoamento hídrico totalizou 11.259 litros (90,5% do total do período de estudo), sendo que por T0 escoou 92,1%, por T1 outros 3,8% e por T2 outros 4,1%. As perdas de solo somaram 40.821,6 kg.ha⁻¹ (99,7% do montante de todo o período do estudo), sendo 99,7% derivaram da parcela T0, 0,2% pela parcela T1 e outros 0,1% por T2. Isso permitiu inferir que, sob as condições da EEPPE-AFEN, apenas nesses três meses, ocorreram as chuvas mais erosivas de todo o período de estudo. Evidenciou-se sobretudo a eficácia da cobertura proporcionada pelas leguminosas e o seu efeito conservacionista, reduzindo drasticamente as perdas de solo e água por erosão hídrica superficial, com potencial de favorecimento das condições ambientais.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A pluviometria representou fator decisivo na dinâmica das perdas de solo e água, interferindo diretamente no comportamento hidrológico na área de estudo, possibilitando comparar as respostas erosivas nos distintos tratamentos utilizados nas parcelas de erosão instaladas. A área de estudo recebeu 734,6 mm de chuvas, distribuídas em 59 dias, ao longo de 327 dias de observação.

Nesse período as perdas decorrentes do escoamento hídrico alcançaram o montante de 12.438,4 litros, sendo 11.036,5 litros (88,7%) observados na parcela T0, onde o solo era desprovido de cobertura vegetal. Nas parcelas vegetadas com leguminosas T1 e T2 observou-se escoamentos de 756,6 litros (6,1%) e 645,8 litros (5,2%), respectivamente. Estes resultados demonstraram haver diferenças estatísticas entre T0 e os demais tratamentos, pelo teste de Tukey, a 1 %, enquanto que, os tratamentos dispensados às parcelas T1 e T2 não diferiram estatisticamente entre si.

No que concerne às perdas de solo, corresponderam a um total de 40.946 kg.ha⁻¹, aproximadamente. Desse montante, 40,8320 t.ha⁻¹ (99,7%) derivaram do solo descoberto e desprotegido da parcela T0. A parte restante, no valor de 0,1142 kg.ha⁻¹ (0,2%) derivou das parcelas vegetadas pelas leguminosas T1 e T2. Uma parte sensivelmente menor, de apenas 0,0686 t.ha⁻¹ (0,1%), foi de perdas de solo provenientes da parcela T1, enquanto outra, ainda menor, de 0,0456 kg.ha⁻¹ (0,11%) foi da parcela T2. Os resultados apresentados demonstraram haver diferenças estatísticas entre T0 e os demais tratamentos, pelo teste de Tukey, a 1 %, enquanto que, os tratamentos das parcelas T1 e T2 não diferiram estatisticamente entre si.

Quanto à grandeza, as chuvas observadas puderam ser separadas em duas categorias: as menores que 30 mm, que foram menos intensas e de menor magnitude, e as maiores que 30 mm, mais intensas e de efetiva erosividade.

As chuvas menores que 30 mm foram aquelas de maior ocorrência (86%) e distribuição mais uniformes, correspondendo a 49% do volume total. Predominantes nos meses mais secos, se responsabilizaram por apenas 18% de todo o escoamento hídrico e 5% de todas as perdas de solo, ao longo de todo o período de estudo. Estas chuvas também estiveram relacionadas aos déficits hídricos mais acentuados.

As chuvas maiores que 30 mm, de menor ocorrência (14%), representaram 51% do volume total, sendo concentradas nos meses de janeiro, fevereiro e março. Representaram

82% de todo o escoamento hídrico e 95% de todas as perdas de solo, ao longo do período de estudo, reforçando o caráter erosivo destas chuvas.

No trimestre de janeiro, fevereiro e março, quando mais se concentraram as chuvas maiores que 30 mm, as parcelas escoaram 11.258,9 litros de água, ou seja, 90,5% do volume total, escoado ao longo de todo o período de estudo. Deste montante, 10.369,5 litros (92,1%) escoaram por T0, 458,6 litros (4,1%) por T2 e 430,8 litros (3,8%) por T1. Pela simples observação destes resultados foi possível perceber o grande volume de água das chuvas que se infiltraram na matriz do solo das parcelas vegetadas com leguminosas T1 e T2.

As perdas de solo somaram neste trimestre 40,8216 t.ha⁻¹ ou seja, 99,72% do total das perdas de todo o período do estudo. Deste montante 40,7266 t.ha⁻¹ (99,77%) derivaram da parcela T0 e apenas 0,0949 t.ha⁻¹ (0,23%) foram provenientes das parcelas vegetadas T1 e T2. Cerca de 0,0628 t.ha⁻¹ (0,15%) foram de solos erodidos da parcela T1 enquanto que, na parcela T2, erodiram 0,0321 t.ha⁻¹ (0,08%).

Esse conjunto de resultados permitiu comprovar que, sob as condições da EEPPE-AFEN, considerando apenas esses três meses, ocorreram as chuvas efetivamente erosivas de todo o período de estudo, evidenciando-se ainda a eficácia da cobertura vegetal, proporcionada pelas leguminosas e o seu efeito conservacionista. Enquanto que na parcela de solo descoberto e desprotegido T0 houve o máximo de erosão, observou nas parcelas T1 e T2, vegetadas e protegidas pelas leguminosas, reduzidas perdas e favorecimento à infiltração da água na matriz do solo.

Não foram encontradas diferenças estatísticas nos resultados de perdas de água e solo entre os tratamentos utilizados nas parcelas T1 e T2, o que permite afirmar:

- 1- Que a simples cobertura vegetativa da superfície do solo pela leguminosa Cudzu Tropical foi de ampla eficiência e capaz de proporcionar a proteção necessária, favorecendo a infiltração da água das chuvas, diminuindo o escoamento superficial e reduzindo a níveis toleráveis o processo erosivo.
- 2- Os resultados de perdas de solo e água na parcela T1 não diferiram estatisticamente daqueles encontrados na parcela T2, demonstrando que, no presente estudo, o emprego de terraços de base estreita com cristas vegetadas com Feijão Guandu, por si só, não foi capaz de proporcionar diminuição significativa destas perdas.
- 3- Que o emprego das práticas conservacionistas deve sempre ser realizado, especialmente em regiões de alta precipitação pluviométrica.

Mediante à ocorrência de chuvas mais intensas, o solo descoberto e sem proteção da parcela T0 submeteu-se a condições que o levaram à saturação, favorecendo o escoamento superficial e à erosão hídrica a níveis muito elevados.

O efeito diferencial, proporcionado pela ação das leguminosas nas parcelas T1 e T2, foi o responsável pela drástica redução de perdas de solo e de água nestas parcelas, estando relacionados a diferentes fatores, que acabaram por favorecer os aspectos relacionados à física do solo, dentre os quais podemos destacar:

- proteção da camada superficial do solo contra o impacto direto das chuvas, sobretudo àquelas de alta intensidade;
- favorecimento às taxas de infiltração de água no solo, produzidos pelo sistema radicular e pela cobertura vegetal (viva ou morta), que evitaram a desagregação de partículas e o selamento superficial, sendo capazes de reduzir a velocidade e o escoamento superficial.

A intensidade das chuvas é fator primordial na geração dos processos erosivos. No presente estudo, o período de maior suscetibilidade à erosão hídrica se deu entre os meses de janeiro e março, quando ocorreram as chuvas mais intensas e frequentes. As chuvas com intensidades iguais ou superiores a 30 mm/dia foram aquelas que apresentaram efetivo potencial erosivo.

Diante de todo o exposto, é possível afirmar que, o manejo conservacionista utilizado no presente estudo mostrou-se eficaz para o controle das perdas de água e solo por erosão hídrica, consistindo em uma alternativa possível e viável para a agricultura familiar do Assentamento Fazenda Engenho Novo.

Recomendações:

- Promover a continuidade dos estudos na EEPPE-AFEN, estimulando ainda mais o seu caráter participativo;
- Difundir entre os agricultores familiares da bacia do Rio da Aldeia, em especial aqueles do Assentamento Fazenda Engenho Novo, os efeitos benéficos da conservação do solo.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J.A.; CASSOL, E.A. & REINERT, D.J.** Relação entre a erodibilidade em entressulcos e estabilidade dos agregados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 24:141-151, 2000.
- ALMEIDA, C.O.S.** Erosividade das chuvas no Estado de Mato Grosso. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, 2009. 83p. Dissertação de Mestrado.
- ALTIERE, M.** Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. 3ª ed., rev. ampl. Rio de Janeiro, RJ: Expressão Popular – ASPTA, 2012, 400p.
- ALVARENGA, R.C.; COSTA, L.M.; MORA FILHO, W. & REGAZZI, A.J.** Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.30, n.2, p.175-185, fev. 1995.
- ALVES, C.S.,** (Coord.). Manual de conservação do solo e água. Rio Grande do Sul. Secretaria da Agricultura. 3ª ed. atualizada. Porto Alegre, 1985. 287p.
- AMABILE, R.F. & CARVALHO, A.M.** Cerrado: Adubação Verde. 2ª ed. - Planaltina, DF : EMBRAPA Cerrados, 2006, 369p.
- AMADOR, E.S.** Bacia da Baía de Guanabara: características geoambientais, formação e ecossistemas. Rio de Janeiro, RJ: Interciência, 2012, 432p.
- AMADOR, E.S.** Baía de Guanabara: ocupação histórica e avaliação ambiental. Rio de Janeiro, RJ: Interciência, 2013, 516p.
- ANDRADE, T.A.G. & RIBEIRO, J.C.F.** Estudos ambientais em regiões metropolitanas: o município de São Gonçalo. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2012. Gestão de bacias hidrográficas urbanas: estudo das bacias hidrográficas no município de São Gonçalo – região hidrográfica da Baía de Guanabara. Páginas 168 a 190.
- ANJOS, L.H.C. & PEREIRA, M.G.** Principais classes de solos do Estado do Rio de Janeiro. p. 37 a 68, em L. FREIRE (Ed.), Manual de calagem e adubação do Estado do Rio de Janeiro. 1ª ed. – EMBRAPA; Seropédica, RJ: Universidade Rural. 2013
- ANTUNES, F.Z.** Climatologia agrícola. Fenômenos adversos para a agricultura. Informe Agropecuário, EPAMIG, B. Horizonte, 1986, n. 138, v.12, p. 23 - 24.
- AYOADE, J.O.;** Introdução à climatologia para os trópicos. - tradução de Maria Juraci Zani dos Santos; ver. Suely Bastos. – 17ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013. 350p.

- BAHIA, V.G.; CURI, N.; CARMO, D.N. & MARQUES, J.J.** Conservação de solo e meio ambiente. Fundamentos de erosão do solo: tipos, formas, mecanismos, fatores determinantes e controle. Informe Agropecuário, EPAMIG, B. Horizonte, 1992, n. 176, v.16, p. 25 - 31.
- BARUQUI, A. & FERNANDES, M.R.** Conservação do solo. Práticas de conservação do solo. Informe Agropecuário, EPAMIG, B. Horizonte, 1985, n. 128, v.11, p. 55 - 68.
- BERTALANFFY, L.** 1901-1972. Teoria geral dos sistemas : fundamentos, desenvolvimento e aplicações. 1968 ; tradução Francisco M. Guimarães. – 6ª ed. – Petrópolis , RJ, Vozes, 2012. 360p.
- BERTOL, I.; COGO, N.P.; BARBOSA, F.T. & SCHICK, J.** Manejo e conservação do solo e da água no Brasil – cap. 2. Pág. 43 a 68. Agricultura conservacionista no Brasil. Brasília, DF : EMBRAPA, 2014, 598 p.
- BERTOLINO, A.V.F.; COSTA, A.R. C; BERTOLINO, L.C. & FIALHO, E.S.** Análise da dinâmica climatológica no município de São Gonçalo/RJ, Triênio 2004–2007. Revista Tamoios, julho/dezembro – ano IV, nº 2, 2007. ISSN 1980-4490.
- BERTOLINO, A.; SOUZA, A.; FERNANDES, N.; RANGEL, A., CAMPOS, T., & SHOCK, C.** Monitoring the field soil matrix potential using mercury tensiometer and granular matrix sensor. Proc. 3rd Int. Conf. On Unsaturated Soils, Balkema, 1, pp. 335-338. Recife, 2002.
- BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F.** Conservação do solo - São Paulo: Ícone Editora, 2012, 8ª edição, 355 p.
- BEUTLER, A.N.; CENTURION, J.F. & SILVA, A.P.** Comparação de penetrômetros na avaliação da compactação de latossolos. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.27, n.1, p.146-151, jan./abr. 2007.
- BRADY, N.C. & WEIL, R.R.** Elementos da natureza e propriedades dos solos. tradução técnica: Igo Fernando Lepsch. – 3. ed. – Porto Alegre : Bookman, 2013, 686 p.
- CALEGARI, A.** (1992). Adubação Verde no Sul do Brasil. Coord. M. Baltazar B. da Costa. 1ª ed.. Rio de Janeiro, RJ : AS-PTA, 1992. 346p.
- CALLEGARI-JACQUES, S.M.** Bioestatística – Princípios e Aplicações. Reimp. 2008 – Porto Alegre : Artmed, 2003.
- CARDOSO, D.; SILVA, M.; CARVALHO, J.; FREITAS, D., & AVANZI, J.** Plantas de cobertura no controle das perdas de solo, água e nutrientes por erosão hídrica. Revista Brasileira de Engenharia Ambiental, 16(6), 632-638; 28 de março de 2012.

- CASTRO, O.M.** Manejo do solo. Degradação do solo pela erosão. Informe Agropecuário, EPAMIG, B. Horizonte, 1987, n. 147, v.13, p. 64 - 72.
- CERDÁ, A., MOREIRA, A.G., BURGNET, M., ARCENEGUI, V., PEÑALOZA, F.A.G., GARCIA-ORONES, F. PEREIRA, P.** El impacto del cultivo, El abandono y la intensificación de la agricultura em la perdida de água e suelo. El ejemplo de la vertiente norte de La Serra Grossa em el este peninsular. Cadernos de Investigacion Geográfica, nº 38, v. 1 pp. 75 – 94, 2012.
- CHRISTOFOLETTI, A.** Modelagem de Sistemas Ambientais. São Paulo: Edgard Blücher, 1999. 236p.
- CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL** Projeto Rio de Janeiro. CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, Ministério de Minas e Energia. Brasília : 2001.
- DERPSCH, R.; ROTH, C.H.; SIDIRAS, N.; KOPKE, U.** Controle da erosão no Paraná, Brasil: Sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. Eschborn: GTZ, 1991. 268p.
- ELRICK, D.E.; REYNOLDS, W.D. & TAN, K.A.** Hydraulic conductivity measurements in the unsaturated zone using improved well analysis. Groundwater Monitoring Review, 9, 184-193, 1989.
- EMBRAPA.** Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Documentos; 1. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997, 212 p.
- EMBRAPA.** Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2ª ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627p.
- EMBRAPA.** O Mulungu e seus amigos gongolos: a mágica da reciclagem. Seropédica, RJ: Embrapa Agrobiologia, Série Amiguinhos, nº. 4, 2014. 20p.
- EMBRAPA.** Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS. 3ª ed. rev. ampl. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353p.
- ESPÍNDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.M. & ALMEIDA, D.L. de.** Adubação verde: Estratégia para uma agricultura sustentável. Seropédica, RJ: Embrapa-Agrobiologia, 1997. Embrapa-CNPAB. Documentos, 42, 20p.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations.** La erosion del suelo por el água: Algunas medidas para combatirla en las tierras de cultivo. Roma: Organization de Las Naciones Unidas, 1967. 207p.
- FERREIRA, M.F.** Caracterização física do solo. - p. 1 – 27. em LIER, Q. J. v. - Física do solo. 1ª Edição, Viçosa, MG : Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010.

- GLIESSMAN, S.R.** Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. - 2ª ed. - Porto Alegre, RS: Ed. Universidade/UFRGS, 2001. 653p.
- GONÇALVES, A.D., e LIBARDI, P.L.** Análise da determinação da condutividade hidráulica do solo pelo método do perfil instantâneo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 1174 a 1184, 2013.
- GUERRA, A.J.T. & CUNHA, S.B.** organizadores. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. - 12ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013. 472p.
- GUERRA, A.J.T. & MARÇAL, M.S.** Geomorfologia Ambiental. - 5ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. 190 p.
- GUERRA, A.J.T.** Dicionário geológico-geomorfológico. IBGE, Rio de Janeiro, 8ª edição, 1993. 446p. Disponível em <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv23450.pdf>
- GUERRA, A.J.T.; BOTELHO, R.G.; SILVA, A.S.** Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações - 6ª ed. - Rio de Janeiro, RJ: Bertrand Brasil, 2010. 340p.
- HILLEL, D.** Solo e água: fenômenos e princípios físicos. Porto Alegre: UFRGS, Departamento de Solos, 1970. 231p.
- IBGE.** IBGE Cidades@. Disponível em < <http://cod.ibge.gov.br/233YZ> >. Consulta em 27/05/2015.
- KÄMPF, N. & CURI, N.** Pedologia : fundamentos. – 1ª Edição, Viçosa, MG : Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2012. 343p. Capítulo I, pag. 1 a 20.
- KER, J.C. et al.** editores. Pedologia : fundamentos. – 1ª Edição, Viçosa, MG : Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2012. 343p.
- KIEHL, E.J.** Manual de edafologia – Relações solo-planta. Editora Agronômica Ceres, São Paulo : SP, 1979. 262p.
- KLAR, A.E.** A água no sistema solo-planta-atmosfera. São Paulo: Nobel, 1984.
- KLEIN, V.A.** Física do solo. 2ª ed. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2012. 240 p.
- KORASAKI, V.; MORAIS, J.W. & BRAGA, R.F.** O ecossistema solo - componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal. Capítulo 7: Macrofauna, págs. 119 a 137. Lavras : Ed. UFLA, 2013. 352p.
- LEPSCH, I.F.** Formação e conservação dos solos. São Paulo : Oficina de Textos, 2ª ed. 2010. 216 p.

- _____. 19 lições de pedologia. São Paulo : Oficina de Textos, 1ª ed. 2011. 456 p.
- LIBARDI, P.L.** Dinâmica da água no solo. – 2ª ed. São Paulo : Universidade de São Paulo, EDUSP. – 2012. 346p.
- LIER, Q.J.** Editor. Física do solo. 1ª Edição, Viçosa, MG : Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. 298p.
- LIMA, P.M.; BAHIA, V.G.; CURI, N. & SILVA, M.L.N.** Conservação do solo e meio ambiente. Princípios de erodibilidade do solo. Informe Agropecuário, EPAMIG, B. Horizonte, 1992, n. 176, v.16, p. 38 - 43.
- LÓPEZ, R.A.B.; TORRES, L.C.V.; GONZÁLEZ, E.Y. & PAYÁN, J.G.** Calibración del sensor de matriz granular (SMG) para determinar la retención de agua en el suelo para la programación de riego en tomate en el Valle del Yaqui. Revista Latinoamericana de Recursos Naturales, 9, 11-16; 2013.
- MACEDO, J.R.; CAPECHE, C.L. & MELO, A.S.** Curso de recuperação de áreas degradadas: a visão da Ciência do Solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação. Capítulo 6, Estratégias de recuperação de áreas degradadas, pág.164 a 167. / Silvio Roberto de Lucena tavaers ... [et al.]. Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2008. Documentos 103, 228 p. Disponível em <http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/publicacao.html>
- MACHADO, L.O.** Gente do Caceribu – sua geografia, sua história. Projeto gente do Caceribu. Relatório final – vol II, coord. Dora Hees Negreiros. Instituto Baía de Guanabara, Niterói : RJ, 1997. 67p.
- MALAVOLTA, E.** Elementos de nutrição mineral de plantas. Editora Agronômica Ceres, São Paulo : SP, 1980. 251p.
- MEDEIROS, R.M.** Operação de pluviômetros. Secretaria de Agricultura e Abastecimento, Departamento de Meteorologia e recursos Hídricos, Governo do Estado do Piauí. Teresina, 1992. 8p.
- MELLO, C.R. & SILVA, A.M.** Hidrologia: princípios e aplicações em sistemas agrícolas. 1ª ed. – Lavras : Ed. UFLA, 2013. 455p.
- MESQUITA, M.G.B.; OLIVEIRA, G.C. & PEREIRA, J.C.** Conservação do solo e meio ambiente. Cobertura Vegetal X Erosão. Informe Agropecuário, EPAMIG, B. Horizonte, 1992, n. 176, v.16, p. 57 - 61.

- MEYER, L.D. & WISCHMEYER, W.H.** Mathematical simulation of the process of soil erosion by water. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, v. 12, 1969.
- MORGAN, R.P.C.** Soil Erosion and Conservation. United Kingdom, Longman, 1986, 298p.
- NEGREIROS, D.H.; ARAÚJO, F.P. & COREIXAS, M.A.** Nossos rios. Instituto Baía de Guanabara. Niterói : RJ, maio de 2012. 33p.
- PERIN, A.; GUERRA, J.; ESPINDOLA, J.; TEIXEIRA, M., PEREIRA, M.G. & FONTANA, A.** Efeito da cobertura viva com leguminosas herbáceas perenes na agregação de um Argissolo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 26: 713-720, 2002.
- PHILIP, J.R.** Approximate analysis of the borehole permeameter in unsaturated soil. Water Resources Research, 21 (7): 1025-1033, 1985.
- PIRES, F.R. & SOUZA, C.M.** Práticas mecânicas de conservação do solo e da água. 1ª ed. Viçosa, MG: UFV, 2003. 176p.
- PMSG - Prefeitura São Gonçalo & UFF - Universidade Federal Fluminense.** Plano Municipal de Redução de Risco – PMRR do Município de S. Gonçalo, 2006. Relatório parcial. www.pmsg.rj.gov.br/compur/documentos/pmrr_sg_07_2010/produto_1_e_2/produto_02.pdf
- PNUD Brasil** – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Atlas para o Desenvolvimento Humano no Brasil - São Gonçalo - RJ http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/sao-goncalo_rj
- PRIMAVESI, A.** Manejo ecológico do solo : a agricultura em regiões tropicais. – São Paulo : Nobel, 1999. 549p.
- PRUSKI, F.F.** Editor. Conservação do solo e água: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica. – 2ª ed. atual. e ampl. Viçosa : UFV, 2009. 279p.
- REICHARDT, K.** Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera. 3ª ed. Piracicaba, SP : Fundação Cargill, 1975. 286p.
- _____. A água na produção agrícola. São Paulo : McGraw-Hill do Brasil, 1978. 119p.
- _____. A água nos sistemas agrícolas. São Paulo : Manole, 1987, 188p.
- _____. Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações. - 2ª ed. Barueri, SP: Manole, 2012. 500p.
- REIFSCHNEIDER, F.J.B.; HENZ, G.P.; RAGASSI, C.F.; DOS ANJOS, U.G. & FERRAZ, R.M.** Novos ângulos da história da agricultura no Brasil. Brasília, - 1ª ed. - DF: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2010.

- RESENDE, M.** Conservação de solo. Aplicação de conhecimentos pedológicos à conservação de solos. Inf. Agropecuário, B. Horizonte, 1985, n. 128, v.11, p. 03 - 26.
- RESENDE, M.; LANI J.L.; REZENDE, S.B. & FEITOZA, L.R.** Manejo de microbacias. A microbacia no contexto dos assentamentos agrícolas. Informe Agropecuário, EPAMIG, B. Horizonte, 2000, n. 207, v.21, p. 82 - 94.
- RIBEIRO, M.R.; OLIVEIRA, L.B. & ARAÚJO FILHO, J.C.** Pedologia : fundamentos. – 1ª Edição, Viçosa, MG : Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2012. Capítulo III, pag. 61 a 77.
- RODRIGUEZ, J.M.M. & SILVA, E.V.** Planejamento e gestão ambiental: subsídios da geoecologia das paisagens e da teoria geossistêmica. Fortaleza: Edições UFC. 2013. 370p.
- RODRIGUEZ, J.M.M. (Org.).** Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental. 2. ed. Fortaleza: Edições UFC, 2007, 222p.
- ROSS, J.L.S.** Ecogeografia do Brasil – subsídios para planejamento ambiental. 1ª ed., 1ª reimp. – São Paulo : Oficina de Textos, 2009, 208 p.
- ROSS, J.L.S.** Geomorfologia: ambiente e planejamento. 9ª ed., 1ª reimp. – São Paulo : Contexto, 2014, 88 p.
- SANTOS, C.A.G.; SUZUKI, K.; WATANABE, M. & SRINIVASAN, V.** Influência do tipo da cobertura vegetal sobre a erosão no semi-árido paraibano. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.4, n.1, p.92-96, 2000.
- SANTOS, G.G.; GRIEBELER, N.P. & OLIVEIRA, L.F.C.** Chuvas intensas relacionadas à erosão hídrica. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Volume 14, nº
- SANTOS, H.G.** organiz. Solos para todos; perguntas e respostas. Capítulo I, Estudo do Solo. Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2014. Disponível em: <http://www.embrapa.br/solos/publicacoes>.
- SANTOS, M.G.** organiz. Estudos ambientais em regiões metropolitanas: o município de São Gonçalo. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2012. 334p.
- SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C.; ANJOS, L.H.C. & SHIMIZU, S.H.** Manual de descrição e coleta de solo no campo. 6ª ed. rev. ampl. - Viçosa, MG : Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013. 100p.
- SEIXAS, B.L.S.** Fundamentos do manejo e da conservação do solo. Salvador : Centro Editorial e Didático da UFBA, 1984. 304 p.
- SHOCK, C.C.** Instrumentos para determinação da umidade do solo. In: 27º Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Poços de Caldas. Anais... Poços de Caldas:

Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola/ Universidade Federal de Lavras, 1998, p. 137-149.

SHOCK, C.C.; HOLMES, Z.A.; STIEBER, T.D.; ELDREDGE, E.P. & ZHANG, P. The effect of timed water stress on quality, total solids and reducing sugar content of potatoes. *Am Potato J.* 70:227 – 241, 1993.

SHOCK, C.C.; FEIBERT, E.B.G. & SAUNDERS, L.D. Onion yield and quality affected by soil water potential as irrigation threshold. *Rew. HortSci.* 33: 1188 – 1191, 1998.

SILVA, S.M. & MOLINA, E. São Gonçalo no Século XIX. Niterói, RJ: Nitpress, 2010. 144p.

SILVEIRA, D.C.; MELO FILHO, J.F.; SACRAMENTO, J.A.A.S. & SILVEIRA, E.C.P. Relação umidade versus resistência à penetração para um argissolo amarelo distrocoeso no Recôncavo da Bahia. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34: 659-667, 2010.

SOBRAL FILHO, R.M. organiz. Práticas de conservação de solos. EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Série Miscelânea, 3. RJ, 1980. 88p.

SOUZA, C.M.; PIRES, F.B.; PARTELLI, F.L. & ASSIS, R.L. Adubação verde e rotação de culturas. Viçosa : Ed. UFV, 2012, 108p.

SOUZA, D.M.G.; MIRANDA, L.N. & OLIVEIRA, S.A. Fertilidade do solo - Capítulo V, Acidez do solo e sua correção. P. 205 a 274. Viçosa, MG : Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007, 1.017 p.

SOUZA, L.S.; SOUZA, L.D. & CARVALHO, J.E.B. Adubação verde e as plantas de cobertura no Brasil – Fundamento e Prática. Volume 1. Capítulo 9 – Adubação verde na física do solo; pag. 235 a 370. Brasília, DF : EMBRAPA, 2014, 507p.

SOUZA-LIMA, R.; MIRANDA, J.C. & PORTUGAL, A.S. Estudos ambientais em regiões metropolitanas: o município de São Gonçalo. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2012. Ictiofauna do Rio Aldeia, São Gonçalo. Páginas 116 a 134.

TARTARI, D.T.; NUNES, M.C.M.; SANTOS, F.A.S.; FARIA JUNIOR, C.A. & SERAFIM, M.E. Perda de solo e água por erosão hídrica em Argissolo sob diferentes densidades de cobertura vegetal. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 3 de julho de 2012. - p. 85 a 93.

TAVARES FILHO, J. Física e conservação do solo e água. - 1ª ed. Londrina, PR : Eduel, 2013. 253p.

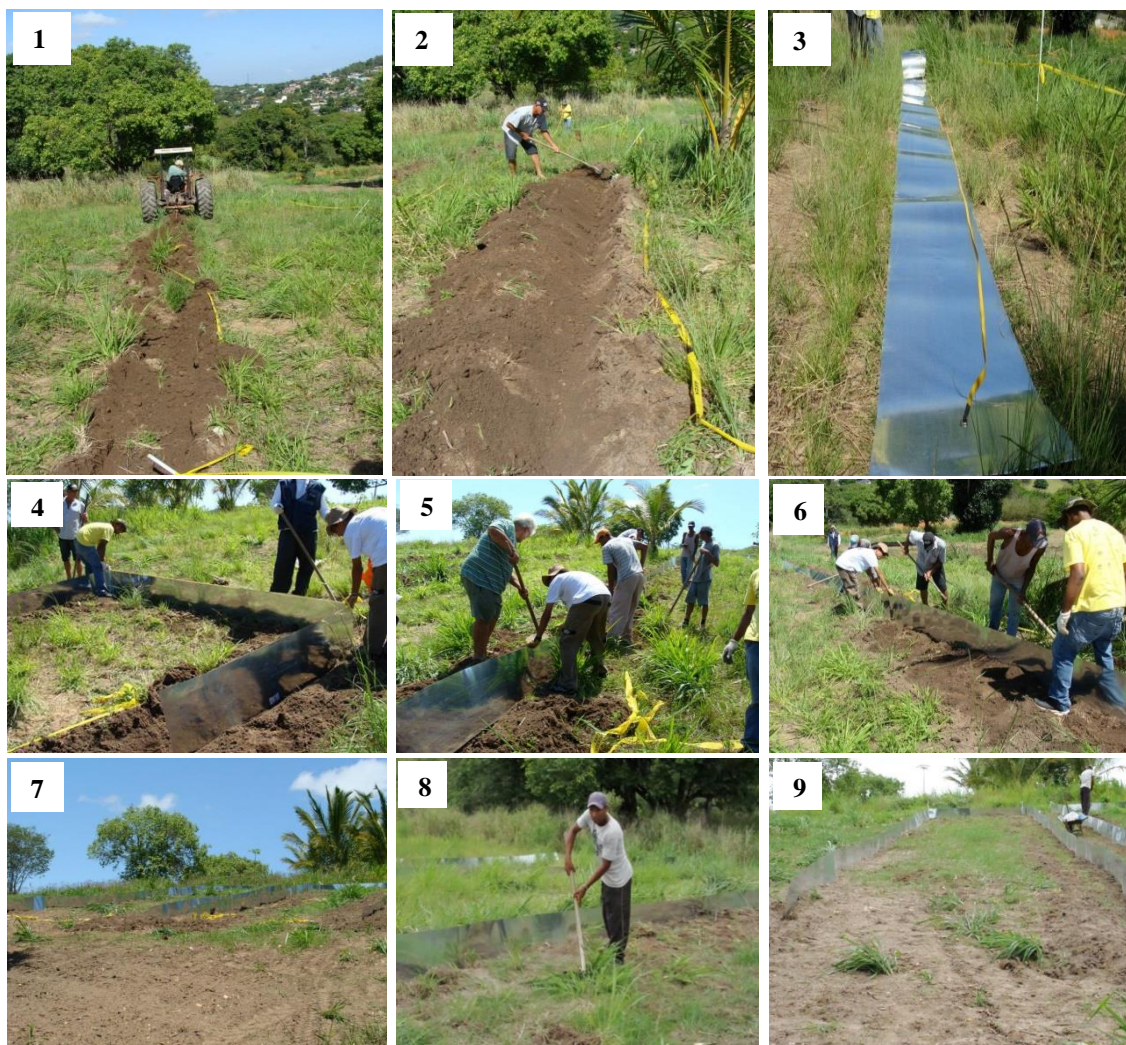
- TAYLOR, H.M.; ROBERSON, G.M. & PARKER JUNIOR, J.J.** Soil strength-root penetration relations to medium to coarse-textured soil materials. *Soil Science*, Baltimore, v.102, n.1, p.18-22, 1996.
- TUNDISI, J.G. & TUNDISI, T.M.** Recursos hídricos no século XXI. São Paulo : Oficina de Textos, 2011. 328p.
- USDA. United States Department of Agriculture.** Soil survey manual. Washington: Soil Survey Division Staff, 1993. 437p. (handbook, 18).
- VALENTIM, J.F. & CARNEIRO, J.C.** Quebra da dormência e plantio de puerária em sistemas de produção agropecuário e agroflorestais. Instruções Técnicas N° 17. EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa Agroflorestal do Acre. Rio Branco, AC, 1998, p.1-3.
- VEZZANI, F.M. & MIELNICZUK, J.** O solo como sistema. Curitiba, PR, Ed. do autores. 1ª edição, 2011, 104 p.
- VIEIRA, S.R.** Permeâmetro: Novo aliado na avaliação de manejo do solo. *O Agrônomo*, 50: 32-33. 1998.
- WISCHMEYER, W.H. & SMITH, D.D.** Predicting rainfall erosion losses from cropland east of the Rocky Mountain. Washington, DC: ARS/USDA, 1965.
- WISCHMEIER, W.H. & SMITH, D.D.** Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning. Washington: USDA, 1978. 58p.

APÊNDICE A - Instalação das Parcelas de Erosão da EEAPPE-AFEN

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram instaladas áreas experimentais denominadas parcelas de erosão Wischmeyer (MEYER & WISCHMEYER, 1969).

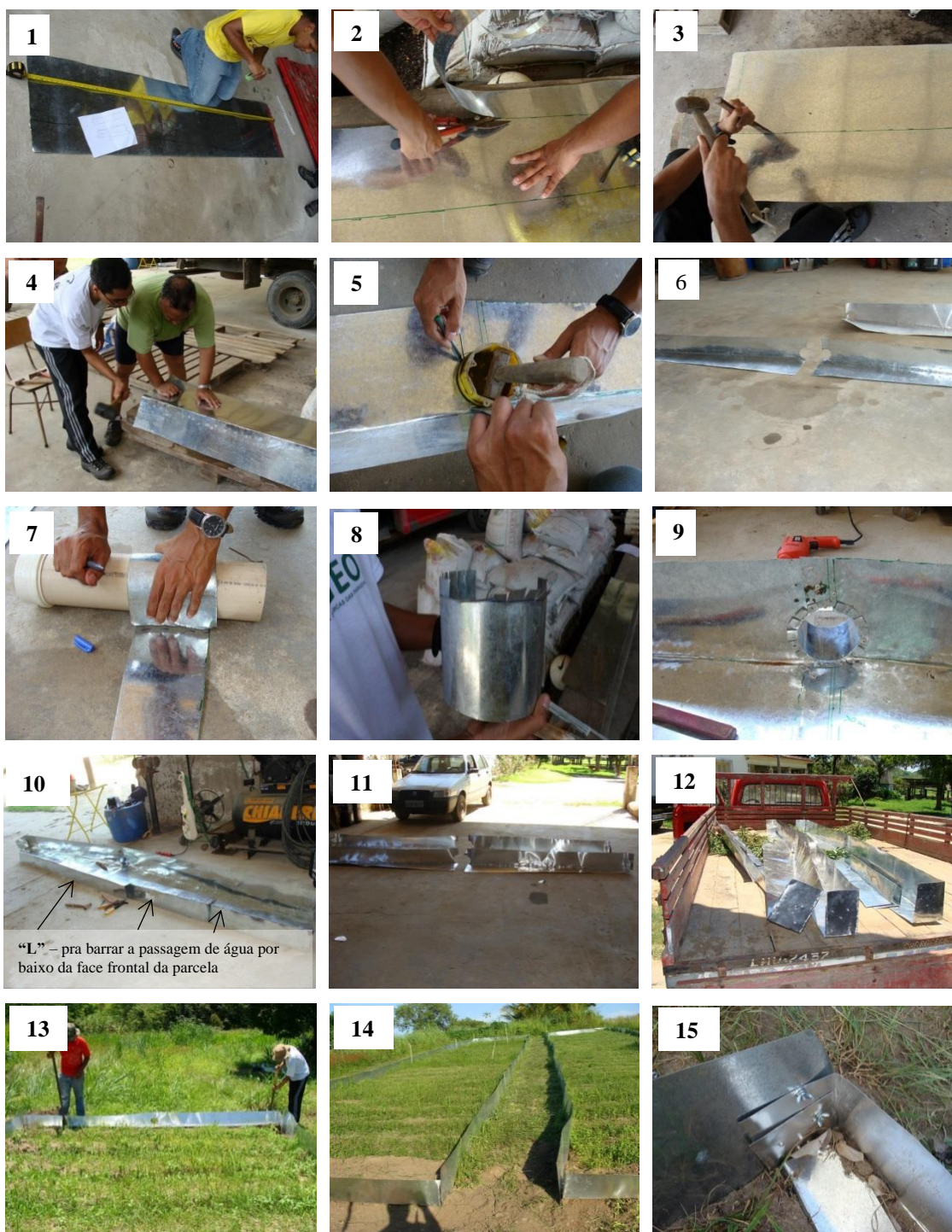
Cada parcela foi delimitada por chapa galvanizada, de 0,50m de altura, medindo de 22 m x 4 m e superfície foi de 88 m². Para mensurar as perdas de água e solo decorrentes da erosão superficial, cada parcela foi diretamente ligada a uma caixa coletora, com capacidade de armazenagem de 1.000 litros de água. As parcelas foram instaladas em 4 etapas

1ª Etapa de Instalação – Instalação das laterais e da cabeceira.



Mosaico de fotografias. (1) e (2) abertura de sulcos; (3) medições e cortes das chapas; (4), (5) e (6) instalação da cabeceira e das laterais; (7) parcelas com cabeceiras e laterais instaladas; (8) e (9) limpeza e remoção da vegetação mais grosseira. Fonte: o Autor, 2013.

2ª Etapa de Instalação – Preparação e montagem das frentes



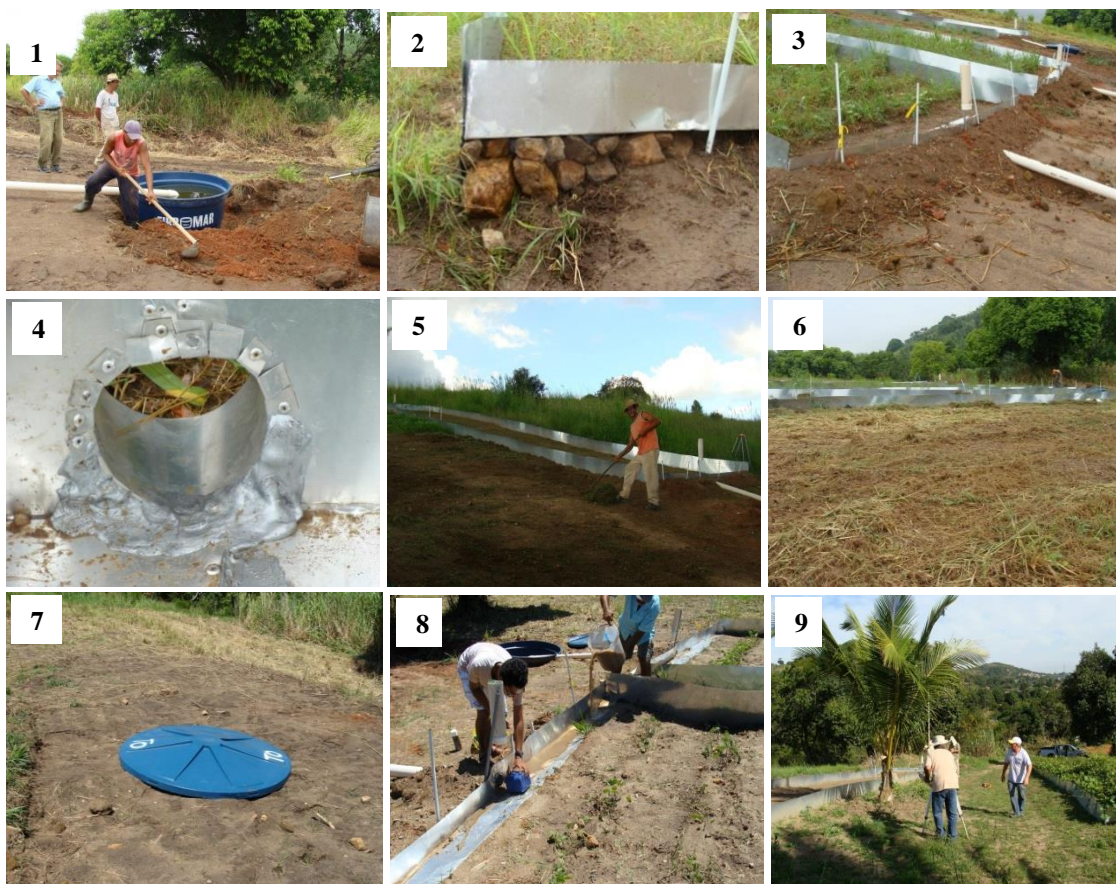
Mosaico de fotografias. (1) marcação de medidas; (2) corte da chapa; (3) e (4) istensionamento, dobradura e vincagem da chapa; (5) e (6) marcação e corte das aberturas para saídas; (7), (8) e (9) confecção e fixação de receptor de tubo para ligação PVC (Ø 100mm); (10) vista de “L” bloqueador da passagem de água por baixo da face frontal da parcela; (11) e (12) frentes prontas para transporte em caminhão; (13), (14) e (15) instalação e fixação das frentes nas parcelas. Fonte: o Autor, 2014.

3ª Etapa de Instalação – Instalação de sistema coletor.



Mosaico de fotografias. (1) limpeza da área; (2) e (3) abertura de cova para receber as caixas d'água; (4) perfuração da borda da caixa para receber tubo PVC (Ø100mm); (5) Colocação de flange para drenagem na parte inferior; (6) assentamento da caixa em base nivelada; (7) instalação de tubo PVC (Ø100mm); (8) Colocação de ponteira – Joelho 90° (Ø100mm) e balde coletor de 20 litros; (9) vista da parcela com sistema coletor instalado. Fonte: o Autor, 2014.

4ª Etapa de Instalação – Acabamentos e ajustes finais

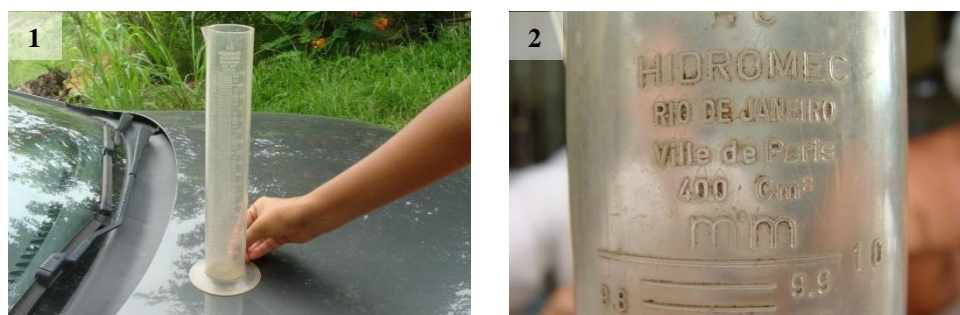


Mosaico de fotografias. (1) acomodação das caixas coletoras no terreno; (2) ajuste de nivelamento da frente em direção à saída e ao tubo coletor; (3) estaqueamento e barramento das frentes com terra; (4) vedação com massa veda calha de todos os pontos de junções da parcela; (5) e (6) roçada e limpeza geral da área externa às parcelas; (7) marcação dos tratamentos nas tampas das caixas coletoras; (8) limpeza interna e checagem de funcionamento da descaída dos extremos em relação ao centro, onde fica a conexão de saída; (9) checagem de nivelamento dos extremos em relação ao centro, com uso de nível topográfico. Fonte: o Autor, 2014

Apêndice B - Construção de Pluviômetro de PVC de 100 mm de Ø



Mosaico de fotografias: (1) Tubo de PVC de 100 mm Ø, com 30cm de comprimento; (2) colagem do fundo do pluviômetro com tampão tipo Cap; (3) colocação de funil de boca de garrafa Pet 2 litros e bola vedadora tipo “ping-pong”; (4) pluviômetro montado, com destaque para haste de engate feita com perfil galvanizado de 2 cm de largura; (5) pluviômetro suspenso em uma haste de metalon, com 0,8m de altura; (6) pluviômetro identificado e instalado no campo; (7) recolhimento de água da chuva, com proveta pluviométrica; (8) leitura em proveta pluviométrica; (9) anotação da chuva em caderneta de campo. Fonte: o Autor, 2014.



Mosaico de fotografias: (1) Proveta Pluviométrica, com capacidade de leitura para 10 mm de chuvas, dimensionada para o padrão Pluviômetro *Ville* de Paris, cuja superfície equivale a 400 cm² (2) Detalhe da referência inscrita na parte superior da proveta pluviométrica, fazendo referência de proporcionalidade ao Pluviômetro *Ville* de Paris, cuja superfície equivale a 400 cm². Fonte: o Autor, 2014.

Apêndice C - Geotermômetros: Instalação e Proteção

Geotermômetros são instrumentos delicados e frágeis. Por estes motivos, requerem ser instalados com a cautela necessária, a fim de que não se quebrem, danificando-os. Também necessitam estar adequadamente posicionados e abrigados, em locais de pouco trânsito de pessoas e animais, no intuito de se evitar acidentes. Assim, após a sua instalação, é conveniente também instalar alguma estrutura de proteção, onde fiquem abrigados e facilmente notados. A seguir, na Figura 9.7, é demonstrada a sequência de fotografias de instalação dos instrumentos e a implantação de estrutura de proteção.



Mosaico de fotografias. (1) limpeza da área e tradagens a profundidades específicas; (2) fixação das bases protetoras dos geotermômetros; (3) instalação e fixação dos geotermômetros às profundidades específicas; (4) fixação ao solo de estrutura protetora; (5) fixação de tela protetora; (6) geotermômetros instalados, fixado e protegidos. Fonte: o Autor, 2014.

Apêndice D – Classificação Pedológica Perfil 1

APÊNDICE 1 – FICHA DE CLASSIFICAÇÃO PEDOLÓGICA PERFIL Nº 1

Classificação: ARGISSOLO VERMELHO Distrófico Abrupto **PERFIL Nº:** P1 – LUCIÁ

Localização: Rua do Bom Retiro, 66 – sítio Carvalho de Justiça, lote 7 – Monjolos – São Gonçalo – RJ

Coordenadas Geográficas: 22° 49' 085" S e 42° 55' 310" W

Situação, Declive e Cobertura: Terço médio de encosta com 12% de declive, sob vegetação de gramínea

Altitude: 48 m **Clima:** Tropical com Estações Úmida e Seca - Aw

Litologia: feldspato, gnaisses homogêneos

Formação Geológica: PCIIcs - Pré-Cambriano Unidade Cassorotiba

Material Originário: Biotita - Plagioclásio

Pedregosidade: Ligeiramente Pedregosa

Relevo Local: Ondulado **Relevo Regional:** Ondulado

Erosão: Moderada

Drenagem: Bem Drenado

Vegetação Primária: Floresta Tropical Subperenifólia

Uso Atual: Recente - Agricultura Familiar com Aipim / Atual - Pousio

Descrito e Coletado por: OOMF, BGIJ, BM e LSP. **Data:** 08/mai/2014

HORIZONTE	Ap	Bt ₁	Bt ₂ 65-95	C	
PROFUNDIDADE	0 – 30 cm	30 – 40 cm	40 – 80 cm	80 – 200 ⁺	
COR					
SECO					
ÚMIDO	10YR3/2 BRUNO AMARELADO MUITO ESCURO	7,5YR4/4 BRUNO ESCURO	2,5YR3/6 VERMELHO ESCURO	MOSQUEADO COMPOSTO	
MOSQUEADO					
QUANTIDADE	---	---	---	ABUNDANTE	
TAMANHO	---	---	---	MÉDIO	
CONTRASTE	---	---	---	DISTINTO	
COR	---	---	---	5YR7/1 CINZA CLARO	2,5YR5/6 AVERMELHADO ESCURO
TEXTURA	FRANCO ARGILO ARENOSA	ARGILOSA	MUITO ARGILOSA	ARGILOSA	
ESTRUTURA					
GRAU	MODERADA	MODERADA	FORTE	MODERADA	
TAMANHO	PEQUENA-MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	
FORMA	GRANULAR/ BLOCOS SUB-ANGULARES	BLOCOS ANGULARES	BLOCOS ANGULARES	BLOCOS SUB-ANGULARES	
CONSISTÊNCIA					
SECO	DURO	DURO	DURO	DURO	
ÚMIDO	FRIÁVEL	FRIÁVEL	FRIÁVEL	MUITO FRIÁVEL	
PLASTICIDADE	LIGEIRAMENTE	MUITO PLÁSTICA	MUITO PLÁSTICA	PLÁSTICA	
PEGAJOSIDADE	LIGEIRAMENTE	MUITO PEGAJOSA	MUITO PEGAJOSA	MUITO PEGAJOSA	
POROS					
QUANTIDADE	MUITOS POROS	POUCOS POROS	POUCOS POROS	POUCOS POROS	
TAMANHO	PEQUENOS	MUITO PEQU.	MUITO PEQU.	MUITO PEQUENOS	
SUP. DE PRESSÃO CIMENTAÇÃO CEROSIDADE	NÃO HÁ	NÃO HÁ	COMUM	NÃO HÁ	
RAÍZES					
QUANTIDADE	COMUNS	POUCAS	POUCAS	RARAS	
DIÂMETRO	FINAS	FINAS	FINAS	MUITO FINAS	
TRANSIÇÃO					
TOPOGRAFIA	PLANA	PLANA	ONDULADA	ONDULADA	
NITIDEZ	ABRUPTA	CLARA	GRADUAL	GRADUAL	
ATIV. BIOLÓGICA	(*)	(*)	NÃO HÁ	NÃO HÁ	
AMOSTRA	Sim	Sim	Sim	Sim	
OBSERVAÇÕES: (*)- Raízes Fasciculadas de Gramíneas. 1- Foram Coletadas Amostras Indeformadas em Anéis Volumétricos nos horizontes Ap e no topo do Bt.					

Apêndice E – Classificação Pedológica Perfil 2

APÊNDICE 2 – FICHA DE CLASSIFICAÇÃO PEDOLÓGICA PERFIL Nº 2

Classificação: GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico **PERFIL Nº:** P2 – EDSON

Localização: Estrada José de Souza Porto, nº 42 – Monjolos – São Gonçalo – RJ

Coordenadas Geográficas: 22° 49' 0 1.8" S e 42° 55' 44.1" W

Situação, Declive e Cobertura: Várzea em Fundo de Vale Aberto 0 a 3%, sob gramínea (pasto)

Altitude: 27 m **Clima:** Tropical com Estações Úmida e Seca - Aw

Litologia: areias com quartzo, feldspato e máficos

Formação Geológica: Qp - Sedimentos Fluviais do Quaternário

Material Originário: Gnaiss

Pedregosidade: Não Pedregosa

Relevo Local: Plano **Relevo Regional:** Suave Ondulado

Erosão: Não Aparente

Drenagem: Imperfeitamente Drenado (drenagem artificial)

Vegetação Primária: Floresta Tropical Subperenifolia

Uso Atual: Pastagem

Descrito e Coletado por: OOMF, BGIJ, BM e LSP. **Data:** 08/mai/2014

HORIZONTE	A1p	A2	C1g	C2g	C3g
PROFUNDIDADE	0 – 20 cm	20 – 40 cm	40 – 65 cm	65 – 92 cm	92 – 125 +
COR					
SECO	---	---	---	---	---
ÚMIDO	5YR3/1 CINZA MUITO- ESCURO	5YR3/1 CINZA MUITO ESCURO	5YR5/1 CINZA	5YR7/1 CINZA CLARO	5YR7/1 CINZA CLARO
MOSQUEADO					
QUANTIDADE	---	---	COMUM	COMUM	COMUM
TAMANHO	---	---	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO
CONTRASTE	---	---	DISTINTO	DISTINTO	DISTINTO
COR	---	---	10YR6/8 AMARELO BRUNADO	10YR6/8 AMARELO BRUNADO	10YR6/8 AMARELO BRUNADO
TEXTURA	FRANCO	FRANCO	FRANCO ARGILO ARENOSA	FRANCO	ARGILO ARENOSA
ESTRUTURA					
GRAU	FRACA	FRACA	---	---	---
TAMANHO	PEQUENA	PEQUENA	---	---	---
FORMA	GRANULAR	GRANULAR	MACIÇA	MACIÇA	MACIÇA
CONSISTÊNCIA					
SECO	---	---	---	---	---
ÚMIDO	M. FRIÁVEL	M. FRIÁVEL	FRIÁVEL	FRIÁVEL	FRIÁVEL
PLASTICIDADE	LIGEIRAM. PLÁSTICA	LIGEIRAM. PLÁSTICA	PLÁSTICA	LIGEIRAM. PLÁSTICA	PLÁSTICA
PEGAJOSIDADE	LIGEIRAM. PEGAJOSA	LIGEIRAM. PEGAJOSA	PEGAJOSA	LIGEIRAM. PEGAJOSA	PEGAJOSA
POROS					
QUANTIDADE	POROS COMUNS	POUCOS POROS	POUCOS POROS	POUCOS POROS	POUCOS POROS
TAMANHO	MÉDIOS	MUITO PEQUENOS	SEM POROS VISÍVEIS	SEM POROS VISÍVEIS	SEM POROS VISÍVEIS
SUP. DE PRESSÃO CIMENTAÇÃO CEROSIDADE	---	---	---	---	---
RAÍZES					
QUANTIDADE	MUITAS	COMUNS	POUCAS	---	---
DIÂMETRO	0 – 2 mm	0 – 2 mm	0 – 2 mm	---	---
TRANSIÇÃO					
TOPOGRAFIA	PLANA	PLANA	PLANA	PLANA	PLANA
NITIDEZ	CLARA	CLARA	DIFUSA	DIFUSA	DIFUSA
ATIV. BIOLÓGICA	(*)	(*)	NÃO HÁ	NÃO HÁ	NÃO HÁ
AMOSTRA	SIM	SIM	SIM	SIM	
OBSERVAÇÕES: 1- Foram coletadas Amostras em todos os horizontes. / 2- Foram coletadas Amostras Indeformadas com Anéis Volumétricos nos Horizontes Ap e C1g (topo).					
(*) – Presença de raízes de gramíneas e ocorrência de anelídeos.					

Apêndice F – Granulometria do Perfil 1 – Argissolo

EEPE-AFEN - Granulometria Perfil 1 - Luciá

AMOSTRA	Profundidade (cm)	Peso Total (g)	Peso Usado (g)	Peso do Cascalho (g)	Areia Grossa (g)	Areia Fina (g)	Argila (g)	Areia (%)	Areia grossa (%)	Areia Fina (%)	Silte (%)	Argila (%)	Sedimentos Finos (%)	Prova Real (Areia + Sedimentos Finos)	CLASSE TEXTURAL
AP 1	0-30	100	20		9,43	3,68	0,22	65,55	47,15	18,4	13,45	21	34,45	100	FRANCO ARGILO-ARENOSO
AP 2	0-30	100	20		11,51	2,77	0,22	71,4	57,55	13,85	7,6	21	28,6	100	FRANCO ARGILO-ARENOSO
AP 3	0-30	100	20		10,91	3,09	0,21	70	54,55	15,45	10	20	30	100	FRANCO ARGILO-ARENOSO
Média Ap			20		10,6166667	3,18	0,2167	68,983	53,083	15,9	10,35	20,667	31,01667	100	FRANCO ARGILO-ARENOSO
Desvio Padrão					1,07057617	0,46162756	0,0058	3,054641	5,352881	2,308138	2,940663	0,57735	3,054641277	0	
Coeficiente de Variação					0,1008392	0,1451659	0,0266	0,044281	0,100839	0,145166	0,284122	0,027936	0,098483867	0	
Bt ₁ 1	30-40	100	20		4,95	2,23	0,5	35,9	24,75	11,15	15,1	49	64,1	100	ARGILA
Bt ₁ 2	30-40	100	20		4,91	2,17	0,48	35,4	24,55	10,85	17,6	47	64,6	100	ARGILA
Bt ₁ 3	30-40	100	20		5,38	1,89	0,48	36,35	26,9	9,45	16,65	47	63,65	100	ARGILA
Média Bt₁			20		5,08	2,09666667	0,4867	35,883	25,4	10,483	16,45	47,667	64,11667	100	ARGILA
Desvio Padrão					0,26057628	0,18147543	0,0115	0,475219	1,302881	0,907377	1,261943	1,154701	0,475219248	0	
Coeficiente de Variação					0,05129454	0,08655426	0,0237	0,013243	0,051295	0,086554	0,076714	0,024224	0,00741179	0	
Bt ₂ 1	40-80	100	20		2,28	0,63	0,7	14,55	11,4	3,15	16,45	69	85,45	100	ARGILA PESADA
Bt ₂ 2	40-80	100	20		2,04	0,69	0,69	13,65	10,2	3,45	18,35	68	86,35	100	ARGILA PESADA
Bt ₂ 3	40-80	100	20		2,49	0,61	0,67	15,5	12,45	3,05	18,5	66	84,5	100	ARGILA PESADA
Média Bt₂			20		2,27	0,64333333	0,6867	14,1	10,8	3,2167	17,4	68,5	85,9	100	ARGILA PESADA
Desvio Padrão					0,16970563	0,04242641	0,0071	0,636396	0,848528	0,212132	1,343503	0,707107	0,636396103	0	
Coeficiente de Variação					0,07856742	0,06428243	0,0102	0,045134	0,078567	0,064282	0,077213	0,010323	0,007408569	0	
C 1	80-200*	100	20		4,09	2,77	0,42	34,3	20,45	13,85	24,7	41	65,7	100	ARGILA
C 2	80-200*	100	20		4,17	2,7	0,42	34,35	20,85	13,5	24,65	41	65,65	100	ARGILA
C 3	80-200*	100	20		4,06	2,95	0,42	35,05	20,3	14,75	23,95	41	64,95	100	ARGILA
Média C			20		4,10666667	2,80666667	0,42	34,567	20,533	14,033	24,433	41	65,43333	100	ARGILA
Desvio Padrão					0,05686241	0,12897028	0	0,419325	0,284312	0,644851	0,419325	0	0,419324854	0	
Coeficiente de Variação					0,01384637	0,04595141	0	0,012131	0,013846	0,045951	0,017162	0	0,006408429	0	
Média			20		5,51833333	2,18166667	0,4525	38,38333	27,45417	10,90833	17,15833	44,45833	61,6166667	100	
Desvio Padrão					0,215140956	0,155222858	0,00642	0,555808	1,075705	0,776114	1,302723	0,642229	0,555807675	0	
Coeficiente de Variação					0,038986582	0,071148751	0,01419	0,01448	0,039182	0,071149	0,075924	0,014446	0,009020411	0	

Cálculos

% Areia Grossa: peso da areia grossa (g) x 5 x F

% Areia Fina: peso da areia fina (g) x 5 x F

% Argila: peso da argila (g) - dispersante x 100 x F

% Silte: 100 - (%areia + %argila)

valor do dispersante: 0,01

Valor de F: pesar 20 g de TFSA e levar para secar na estufa por uma hora;

Pesar TFSA após estufa;

Dividir 20 g pelo peso que der após estufa. O valor alcançado é equivalente ao de F

Apêndice G – Granulometria do Perfil 2 - Gleissolo

EEPE-AFEN Granulometria Perfil 2 - Edson

AMOSTRA	Profundidade (cm)	Peso Total (g)	Peso Usado (g)	Peso do Cascalho (g)	Areia Grossa (g)	Areia Fina (g)	Argila (g)	Areia (%)	Areia Grossa (%)	Areia Fina (%)	Silte (%)	Argila (%)	Sedimentos Finos (%)	Prova Real (Areia + Sedimentos Finos)	Classe Textural
AP 1	0-20	100	20		9,93	4,64	0,14	72,85	49,65	23,2	14,15	13	27,15	100	FRACO ARENOSO
AP 2	0-20	100	20		10,19	4,39	0,14	72,9	50,95	21,95	14,1	13	27,1	100	FRACO ARENOSO
AP 3	0-20	100	20		9,48	4,71	0,13	70,95	47,4	23,55	17,05	12	29,05	100	FRACO ARENOSO
Média Ap			20		9,86666667	4,58	0,13666667	72,23333	49,33333	22,9	15,1	12,66667	27,7666667	100	FRACO ARENOSO
Desvio Padrão					0,359212101	0,16822604	0,005773503	1,11168	1,796061	0,84113	1,688935	0,57735	1,11168041	0	
Coeficiente de Variação					0,036406632	0,03673058	0,042245142	0,01539	0,036407	0,036731	0,11185	0,04558	0,040036509	0	
A 1	20-40	100	20		9,79	4,38	0,13	70,85	48,95	21,9	17,15	12	29,15	100	FRACO ARENOSO
A 2	20-40	100	20		8,57	5,27	0,18	69,2	42,85	26,35	13,8	17	30,8	100	FRACO ARENOSO
A 3	20-40	100	20		10,17	4,16	0,18	71,65	50,85	20,8	11,35	17	28,35	100	FRACO ARENOSO
Média A			20		9,51	4,60333333	0,163333333	70,56667	47,55	23,01667	14,1	15,33333	29,43333333	100	FRANCO ARENOSO
Desvio Padrão					0,835942582	0,58773577	0,028867513	1,249333	4,179713	2,938679	2,911615	2,886751	1,249333155	0	
Coeficiente de Variação					0,087901428	0,12767613	0,176739878	0,017704	0,087901	0,127676	0,206497	0,188266	0,0424462	0	
C1g 1	40-65	100	20		9,41	2,98	0,32	61,95	47,05	14,9	7,05	31	38,05	100	FRANCO ARGILLO- ARENOSO
C1g 2	40-65	100	20		8,73	3,71	0,32	62,2	43,65	18,55	6,8	31	37,8	100	FRANCO ARGILLO- ARENOSO
C1g 3	40-65	100	20		9,7	3,06	0,29	63,8	48,5	15,3	8,2	28	36,2	100	FRANCO ARGILLO- ARENOSO
Média C1g			20		9,28	3,25	0,31	62,075	45,35	16,25	6,925	31	37,925	100	FRANCO ARGILLO- ARENOSO
Desvio Padrão					0,480832611	0,51618795	0	0,176777	2,404163	2,58094	0,176777	0	0,176776695	0	
Coeficiente de Variação					0,053013518	0,15431628	0	0,002848	0,053014	0,154316	0,025527	0	0,004661218	0	
C2g 1	65-92	100	20		11,87	3,05	0,22	74,6	59,35	15,25	4,4	21	25,4	100	FRANCO ARGILLO- ARENOSO
C2g 2	65-92	100	20		11,57	3,05	0,23	73,1	57,85	15,25	4,9	22	26,9	100	FRANCO ARGILLO- ARENOSO
C2g 3	65-92	100	20		11,34	3,26	0,24	73	56,7	16,3	4	23	27	100	FRANCO ARGILLO- ARENOSO
Média C2g			20		11,59333333	3,12	0,23	73,56667	57,96667	15,6	4,433333	22	26,43333333	100	FRANCO ARGILLO- ARENOSO
Desvio Padrão					0,265769324	0,12124356	0,01	0,896289	1,328847	0,606218	0,450925	1	0,896288644	0	
Coeficiente de Variação					0,022924323	0,03886011	0,043478261	0,012183	0,022924	0,03886	0,101712	0,045455	0,033907515	0	
C3g 1	92-125'	100	20		8,76	2,81	0,37	57,85	43,8	14,05	6,15	36	42,15	100	ARGILLO-ARENOSO
C3g 2	92-125+	100	20		8,18	3,09	0,37	56,35	40,9	15,45	7,65	36	43,65	100	ARGILLO-ARENOSO
C3g 3	92-125+	100	20		8,22	3,09	0,23	56,55	41,1	15,45	21,45	22	43,45	100	ARGILLO-ARENOSO
Média C3g			20		8,38666667	2,99666667	0,323333333	56,91667	41,93333	14,98333	11,75	31,33333	43,08333333	100	ARGILLO-ARENOSO
Desvio Padrão					0,32393415	0,16165808	0,080829038	0,814453	1,619671	0,80829	8,43386	8,082904	0,814452782	0	
Coeficiente de Variação					0,038624899	0,05394597	0,249986714	0,01431	0,038625	0,053946	0,717775	0,257965	0,018904126	0	
Média			20		9,727333333	3,71	0,232666667	67,07167	48,42667	18,55	10,46167	22,46667	32,92833333	100	
Desvio Padrão					1,177507726	0,809859384	0,084010581	7,230725	6,00482	4,049297	4,616823	8,639702	7,230725336	0	
Coeficiente de Variação					0,121051442	0,218290939	0,361076997	0,107806	0,123998	0,218291	0,441309	0,384556	0,219589776	0	

Cálculos

% Areia Grossa: peso da areia grossa (g) x 5 x F

% Areia Fina: peso da areia fina (g) x 5 x F

% Argila: peso da argila (g) - dispersante x 100 x F

% Silte: 100 - (%areia + %argila)



valor do dispersante: 0,01

Valor de F: pesar 20 g de TFSA e levar para secar na estufa por uma hora;

Pesar TFSA após estufa;

Dividir 20 g pelo peso que der após estufa. O valor alcançado é equivalente ao de F

Apêndice H – Fertilidade do Solo – Perfil 1 e Perfil 2

		LABFER Laboratório de análise de solo, planta e resíduos BR 465, km 7 - 23890-000 Seropédica RJ Tel/Fax: ++55 21 3787-3772															
Nome: Ana Valéria Bertolino Endereço/Referência: 732-746 FEN São Gonçalo; 747-764 São Pedro da Serra - Friburgo Cultura(s): Amostra:												Telefone: Fax: email: Data entrada: 10/06/14 R\$ 495,00					
Resultados de análises químicas - Rotina de FERTILIDADE DO SOLO																	
Identificação do usuário	Profund. (cm)	Nº Labfer	Na	Ca	Mg	K	H+Al	Al	S	T	V	m	n	pH _{agua} 1:2,5	Corg %	P mg/L	K
			-----				Cmol _c / dm ³ -----			-----			%		-----		-----
P1 - Lucía AP	0-30	732	0,067	2,0	1,4	0,09	2,3	0,0	3,55	5,85	61	0	1	6,4	1,34	20	34
P1 - Lucía BA	30-40	733	0,101	1,4	1,1	0,03	7,3	2,1	2,63	9,93	27	44,357	1	5,1	0,92	18	13
P1 - Lucía Bt	40-80	734	0,252	1,3	1,2	0,02	8,2	3,7	2,78	10,98	25	57,142	2	5,2	0,56	18	9
P1 - Lucía C	80-200	735	0,392	1,7	1,0	0,02	7,0	3,6	3,12	10,12	31	53,611	4	5,3	0,23	19	9
Fertil - T0	0-20	736	0,078	2,6	1,0	0,32	2,0	0,0	4,00	6,00	67	0	1	6,2	1,21	38	124
Fertil - T0	20-40	737	0,157	1,6	1,0	0,07	4,5	0,7	2,83	7,33	39	19,837	2	5,1	0,82	22	28
Fertil - T1	0-20	738	0,067	2,6	1,6	0,32	1,2	0,0	4,58	5,78	79	0	1	6,8	1,52	43	124
Fertil - T1	20-40	739	0,218	2,2	1,0	0,10	4,0	0,0	3,52	7,52	47	0	3	5,5	1,06	31	39
Fertil - T2	0-20	740	0,073	2,9	0,9	0,17	1,5	0,0	4,04	5,54	73	0	1	6,4	1,20	47	66
27/03/2007	0-30	?	0,010	0,9	0,8	0,09	4,0	?	1,80	5,80	31	33	?	5,0	?	?	34

m - saturação por Al
 n - saturação por Na
 Extratores: KCl, Mehlich e Acetato de Cálcio
 Cmol_c / dm³ = meq / 100 ml de TFSA
 mg/kg = ppm

Responsável: _____

11/08/2015
Pag. 1/2



LABFER

Laboratório de análise de solo, planta e resíduos
BR 465, km 7 - 23890-000 Seropédica RJ
Tel/Fax: ++55 21 3787-3772



Nome: Ana Valéria Bertolino
Endereço/Referência: 732-746 FEN São Gonçalo;
747-764 São Pedro da Serra - Friburgo
Cultura(s):
Amostra:

Telefone:
Fax:
email:
Data entrada: 10/06/14
R\$ 495,00

Resultados de análises químicas - Rotina de FERTILIDADE DO SOLO

Identificação do usuário	Profund. (cm)	Nº Labfer	Na	Ca	Mg	K	H+Al	Al	S	T	V	m	n	pH _{agua} 1:2,5	Corg %	P mg/L	K
			Cmol _c / dm ³									%					
Fertil - T2	20-40	741	0,162	1,7	1,2	0,07	3,9	0,4	3,13	7,03	45	11,319	2	5,2	0,91	31	28
P2 - Edson - AP	0-20	742	0,202	2,4	0,5	0,06	2,5	0,0	3,16	5,66	56	0	4	5,8	1,25	378	22
P2 - Edson - A2	20-40	743	0,112	1,6	0,5	0,02	2,1	0,0	2,23	4,33	51	0	3	5,8	0,53	27	6
P2 - Edson - C1 - G	40-65	744	0,056	1,0	0,4	0,01	6,0	2,5	1,47	7,47	20	63,032	1	4,7	0,28	20	4
P2 - Edson - C2 - G	65-92	745	0,056	0,6	0,4	0,01	4,5	1,9	1,07	5,57	19	64,054	1	4,8	0,14	23	4
P2 - Edson - C3 - G	92-125	746	0,604	0,6	0,6	0,05	6,6	3,6	1,86	8,46	22	65,96	7	4,6	0,11	34	21

Responsável: _____

m - saturação por Al
n - saturação por Na
Extratores: KCl, Mehlich e Acetato de Cálcio
Cmol_c / dm³ = meq / 100 ml de TFSA
mg/kg = ppm

11/08/2015

Pag. 2/2

Apêndice I – Porosidades e Densidade de Solo

Porosidades e Densidade Perfil 1 - Luciá

Amostras	Profundidade cm	Peso Saturado g	Peso Saturado - g Final **	Peso Seco Pós-Estufa - g	Peso do Anel g *	Peso do Seco Pós Estufa - g (Final) **	Peso de Tensão g	Peso de Tensão - g (Final) **	Porosidade Total - %	Microporosidade %	Macroporosidade %	Densidade g.cm ⁻³
Ap	0-30	271,01	204,56	225,49	66,45	159,04	246,29	179,84	45,52	20,00	23,77	1,59
Ap	0-30	265,02	198,17	227,42	66,85	160,57	248,88	182,03	37,60	20,63	15,52	1,61
Bt	30-80	238,1	178,2	185,04	59,9	125,14	221,05	161,15	53,06	34,62	16,39	1,25
Bt	30-80	262,5	195,77	205,24	66,73	138,51	246,21	179,48	57,26	39,39	15,66	1,39
C	80-200 ⁺	276,99	212,57	229,83	64,42	165,41	256,54	192,12	47,16	25,68	19,66	1,65
C	80-200 ⁺	266,93	201,38	222,58	65,55	157,03	253,89	188,34	44,35	30,10	12,54	1,57
Média		316,11	238,13	259,12	77,98	181,14	294,57	216,59	47,49	28,40	17,26	1,51
Desvio Padrão		*	11,51	17,49	2,65	15,65	12,67	10,72	6,90	7,76	3,92	0,16
Coefficiente de Variação			0,058011291	0,080992292	0,04081024	0,103691431	0,051613257	0,059399862	0,145315891	0,273030968	0,227046812	0,10369143

LEGENDA:

T0S - Parcela T0 em sua parte Superior * T0M - Parcela T0 em sua parte Mediana * T0I - Parcela T0 em sua parte Inferior * Repetições (5): A, B, C, D, E

* Peso do Anel + Peso Elástico + Peso Morim

** Descontado o (Peso do Anel + Peso Elástico + Peso Morim)

Volume Total do Anel de Kopecky: 100 cm⁻³

CÁLCULOS:

Porosidade Total: $\text{Peso Saturado} - \text{Peso Seco} / \text{Volume Total do Anel} \times 100$

Microporosidade: $\text{Peso de Tensão} - \text{Peso Seco} / \text{Volume Total do Anel} \times 100$

Macroporosidade: $\text{Peso Saturado} - \text{Peso de Tensão} / \text{Volume Total do Anel} \times 100$

Densidade: $\text{Peso Seco} / \text{Volume Total do Anel}$

EAPPE-AFEN * Porosidades e Densidade * Parcela Erosão T-0

Parte SUPERIOR	Profundidade cm	Peso Saturado g	Peso Saturado g Final **	Peso Seco Pós-Estufa - g	Peso do Anel g *	Peso do Seco Pós-Estufa - g (Final) **	Peso de Tensão g	Peso de Tensão - g (Final) **	Porosidade Total - %	Microporosidade %	Macroporosidade %	Densidade g.cm ⁻³
T0S-A	0-5	248,08	180,98	207,98	67,10	140,88	220,13	153,03	40,10	12,2	28,0	1,41
T0S-B	0-5	251,56	183,70	211,05	67,86	143,19	222,47	154,61	40,51	11,4	29,1	1,43
T0S-C	0-5	250,14	183,13	210,02	67,01	143,01	221,77	154,76	40,12	11,8	28,4	1,43
T0S-D	0-5	249,78	182,41	210,22	67,37	142,85	221,11	153,74	39,56	10,9	28,7	1,43
T0S-E	0-5	250,99	184,32	211,75	66,07	145,69	222,16	156,09	39,23	10,4	28,8	1,40
MEDIA	0-5	250,34	183,63	210,24	67,03	143,63	221,55	154,43	39,83	11,2	28,9	1,43
Desvio Padrão		1,33	1,47	1,42	0,68	1,71	0,93	1,15	0,51	0,69	0,44	0,01
Coefficiente de Variação		0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,06	0,02	0,01

Parte MEDIANA	Profundidade cm	Peso Saturado g	Peso Saturado g Final **	Peso Seco Pós-Estufa - g	Peso do Anel g *	Peso do Seco Pós-Estufa - g (Final) **	Peso de Tensão g	Peso de Tensão - g (Final) **	Porosidade Total - %	Microporosidade %	Macroporosidade %	Densidade g.cm ⁻³
T0M-A	0-5	239,94	178,22	200,98	61,72	139,26	214,31	152,59	38,96	13,3	25,6	1,39
T0M-B	0-5	250,59	184,55	211,70	66,04	145,66	225,22	159,19	38,89	13,5	25,4	1,46
T0M-C	0-5	250,56	185,05	210,63	65,81	145,12	225,08	159,57	39,93	14,5	25,5	1,45
T0M-D	0-5	250,19	182,77	210,18	67,42	142,74	225,55	158,13	40,03	15,4	24,6	1,43
T0M-E	0-5	250,94	184,39	211,47	66,55	144,92	225,75	159,2	39,47	14,3	25,2	1,45
MEDIA	0-5	246,44	182,66	205,79	65,15	143,64	223,16	157,64	39,49	14,9	25,6	1,44
Desvio Padrão		4,76	5,20	4,52	2,50	2,64	1,28	2,63	0,82	0,38	0,03	0,03
Coefficiente de Variação		0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,06	0,02	0,02

Parte INFERIOR	Profundidade cm	Peso Saturado g	Peso Saturado g Final **	Peso Seco Pós-Estufa - g	Peso do Anel g *	Peso do Seco Pós-Estufa - g (Final) **	Peso de Tensão g	Peso de Tensão - g (Final) **	Porosidade Total - %	Microporosidade %	Macroporosidade %	Densidade g.cm ⁻³
T0I-A	0-5	253,70	188,49	214,34	65,21	149,13	226,69	161,48	39,36	12,4	27,0	1,49
T0I-B	0-5	254,10	187,12	214,60	66,98	147,62	228,10	161,12	39,50	13,5	26,0	1,48
T0I-C	0-5	254,13	188,57	213,67	65,68	148,11	228,42	160,86	40,46	12,8	27,7	1,48
T0I-D	0-5	253,73	188,26	213,84	65,47	148,37	226,21	160,74	39,89	12,4	27,5	1,48
T0I-E	0-5	253,08	186,64	213,54	66,44	147,1	226,7	160,26	39,54	13,2	26,4	1,47
MEDIA	0-5	253,72	187,316	213,00	65,43	147,07	228,32	160,93	39,72	12,83	26,7	1,48
Desvio Padrão		0,42	0,49	0,45	0,27	0,74	0,45	0,60	0,20	0,23	0,01	0,01
Coefficiente de Variação		0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,04	0,03	0,01

T0 0-5 cm	Profundidade cm	Peso Saturado g	Peso Saturado g Final **	Peso Seco Pós-Estufa - g	Peso do Anel g *	Peso do Seco Pós-Estufa - g (Final) **	Peso de Tensão g	Peso de Tensão - g (Final) **	Porosidade Total - %	Microporosidade %	Macroporosidade %	Densidade g.cm ⁻³
T0 S									39,90	11,32	28,58	1,42
T0 M									39,45	14,19	25,25	1,44
T0 I									39,32	12,83	28,32	1,48
MEDIA									39,60	12,79	28,32	1,45
Desvio Padrão									0,21	1,44	1,66	0,03
Coefficiente de Variação									0,01	0,11	0,06	0,02

Parte SUPERIOR	Profundidade cm	Peso Saturado g	Peso Saturado g Final **	Peso Seco Pós-Estufa - g	Peso do Anel g *	Peso do Seco Pós-Estufa - g (Final) **	Peso de Tensão g	Peso de Tensão - g (Final) **	Porosidade Total - %	Microporosidade %	Macroporosidade %	Densidade g.cm ⁻³
T0S-A	30-35	264,12	198,59	232,85	65,53	167,32	257,33	191,9	31,27	24,5	6,8	1,67
T0S-B	30-35	264,55	198,25	233,33	66,30	167,03	257,86	191,86	30,92	24,3	6,6	1,67
T0S-C	30-35	264,16	198,63	233,00	65,53	167,47	256,96	191,43	31,16	24,0	7,2	1,67
T0S-D	30-35	264,12	197,64	232,77	66,48	166,29	254,7	188,22	31,35	21,9	9,4	1,66
T0S-E	30-35	261,97	198,12	233,09	63,25	166,84	254,47	191,22	31,86	24,4	7,5	1,67
MEDIA	30-35	263,72	198,268	232,47	65,42	167,05	254,24	191,47	31,49	23,7	8,0	1,67
Desvio Padrão		1,03	1,04	1,03	1,29	0,49	1,59	1,59	0,35	1,07	1,13	0,00
Coefficiente de Variação		0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,05	0,15	0,00

Parte MEDIANA	Profundidade cm	Peso Saturado g	Peso Saturado g Final **	Peso Seco Pós-Estufa - g	Peso do Anel g *	Peso do Seco Pós-Estufa - g (Final) **	Peso de Tensão g	Peso de Tensão - g (Final) **	Porosidade Total - %	Microporosidade %	Macroporosidade %	Densidade g.cm ⁻³
T0M-A	30-35	261,89	194,72	231,80	67,17	164,63	253,63	196,46	30,09	21,8	8,3	1,65
T0M-B	30-35	267,65	201,59	230,26	66,06	173,2	259,76	193,72	26,39	20,5	7,9	1,73
T0M-C	30-35	259,52	196,44	230,35	63,18	167,17	252,44	189,26	29,27	21,1	7,2	1,67
T0M-D	30-35	265,14	198,41	237,08	66,73	170,35	257,16	190,43	28,06	20,1	8,0	1,67
T0M-E	30-35	261,36	195,57	233,47	65,79	167,68	254,76	188,97	27,89	21,3	6,6	1,68
MEDIA	30-35	263,13	197,415	232,62	65,81	167,17	254,34	191,47	31,24	21,3	8,0	1,67
Desvio Padrão		3,22	2,74	3,70	1,56	3,27	2,94	2,64	0,92	0,85	0,88	0,03
Coefficiente de Variação		0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03	0,04	0,09	0,02

Parte INFERIOR	Profundidade cm	Peso Saturado g	Peso Saturado g Final **	Peso Seco Pós-Estufa - g	Peso do Anel g *	Peso do Seco Pós-Estufa - g (Final) **	Peso de Tensão g	Peso de Tensão - g (Final) **	Porosidade Total - %	Microporosidade %	Macroporosidade %	Densidade g.cm ⁻³
T0I-A	30-35	263,15	198,98	232,74	64,17	168,57	254,21	190,04	30,41	21,5	8,9	1,69
T0I-B	30-35	267,16	201,01	236,80	66,15	170,65	258,3	192,15	30,36	21,5	8,9	1,71
T0I-C	30-35	263,71	198,35	233,10	66,74	166,37	256,93	189,33	30,0	22,5	6,8	1,67
T0I-D	30-35	266,11	199,51	235,69	66,60	169,09	257,3	190,7	30,42	21,6	8,0	1,69
T0I-E	30-35	264,7	200,18	231,89	64,52	167,37	255,9	191,38	32,81	24,0	8,8	1,67
MEDIA	30-35	264,07	199,206	234,04	65,16	168,62	256,26	190,62	30,72	22,74	8,0	1,68
Desvio Padrão		1,56	1,77	2,09	1,37	1,65	1,45	1,06	0,69	0,98	1,06	0,02
Coefficiente de Variação		0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03	0,05	0,04	0,01

T0 30-35 cm	Profundidade cm	Peso Saturado g	Peso Saturado g Final **	Peso Seco Pós-Estufa - g	Peso do Anel g *	Peso do Seco Pós-Estufa - g (Final) **	Peso de Tensão g	Peso de Tensão - g (Final) **	Porosidade Total - %	Microporosidade %	Macroporosidade %	Densidade g.cm ⁻³
T0 S									31,32	23,82	7,50	1,67
T0 M									26,74	21,16	7,58	1,69
T0 I									30,33	22,40	7,92	1,68
MEDIA									30,33	22,40	7,92	1,68
Desvio Padrão									1,39	1,34	0,66	0,01
Coefficiente de Variação									0,05	0,06	0,08	0,00

Parte SUPERIOR	Profundidade cm	Peso Saturado g	Peso Saturado g Final **	Peso Seco Pós-Estufa - g	Peso do Anel g *	Peso do Seco Pós-Estufa - g (Final) **	Peso de Tensão g	Peso de Tensão - g (Final) **	Porosidade Total - %	Microporosidade %	Macroporosidade %	Densidade g.cm ⁻³
T0S-A	40-45	258,87	192,76	222,65	66,11	156,54	251,96	185,85	36,22	29,3	6,9	1,57
T0S-B	40-45	259,86	193,74	223,09	65,12	157,97	250,95	186,83	35,77	27,9	7,9	1,58
T0S-C	40-45	260,54	194,14	224,92	66,40	158,52	253,69	187,29	35,62	28,8	6,9	1,59
T0S-D	40-45	260,51	194,10	225,81	66,41	159,4	252,83	186,42	34,70	27,0	7,7	1,59
T0S-E	40-45	260,80	194,24	225,83	66,96	157,27	252,01	185,75	36,97	28,5	8,5	1,57
MEDIA	40-45	259,92	193,798	224,63	65,72	157,94	252,85	189,23	35,82	28,9	7,4	1,58
Desvio Padrão		0,97	0,61	1,30	0,58	1,10	0,62	0,65	0,83	0,88	0,69	0,01
Coefficiente de Variação		0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,03	0,03	0,09	0,01

Parte MEDIANA	Profundidade cm	Peso Saturado g	Peso Saturado g Final **	Peso Seco Pós-Estufa - g	Peso do Anel g *	Peso do Seco Pós-Estufa - g (Final) **	Peso de Tensão g	Peso de Tensão - g (Final) **	Porosidade Total - %	Microporosidade %	Macroporosidade %	Densidade g.cm ⁻³
T0M-A	40-45	250,55	183,72	217,05	66,83	150,22	242,17	175,34	33,50	25,1	8,4	1,50
T0M-B	40-45	253,32	190,38	220,99	63,24	157,75	244,62	181,38	32,83	23,6	9,2	1,58
T0M-C	40-45	254,26	187,96	222,26	66,40	155,86	245,93	179,53	32,00	23,7	8,3	1,56
T0M-D	40-45	251,99	187,81	220,60	64,18	156,42	243,97	179,79	31,39	23,4	8,0	1,56
T0M-E	40-45	253,71	187,14	218,32	66,67	152,75	245,42	178,85	34,39	26,1	8,3	1,53
MEDIA	40-45	252,72	187,272	220,64	65,87	154,69	244,77	179,83	33,82	24,3	8,4	1,55
Desvio Padrão		1,56	1,45	2,04	1,62	3,09	1,47	2,24	1,19	1,18	0,45	0,03
Coefficiente de Variação		0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,04	0,05	0,05	0,02

Parte INFERIOR	Profundidade cm	Peso Saturado g	Peso Saturado g Final **	Peso Seco Pós-Estufa - g	Peso do Anel g *	Peso do Seco Pós-Estufa - g (Final) **	Peso de Tensão g	Peso de Tensão - g (Final) **	Porosidade Total - %	Microporosidade %	Macroporosidade %	Densidade g.cm ⁻³
T0I-A	40-45	251,34	184,24	217,95	67,10	150,85	243,26	176,16	33,91	25,3	8,1	1,51
T0I-B	40-45	253,24	187,14	219,23	66,10	153,13	245,81	179,71	34,01	26,6	7,4	1,53
T0I-C	40-45	254,02	187,62	219,98	66,40	153,56	244,73	178,33	34,06	24,9	9,3	1,54
T0I-D	40-45	254,5	188,1	219,53	66,40	153,13						

EEPE-AFEN * Porosidades e Densidade * Parcela Erosão T-1

Parte SUPERIOR	Profundidade cm	Peso Saturado g	Peso Saturado g Final **	Peso Seco Pós-Estufa - g	Peso do Anel g *	Peso do Seco Pós-Estufa - g (Final) **	Peso de Tensão g	Peso de Tensão - g (Final) **	Porosidade Total - %	Microporosidade %	Macroporosidade %	Densidade g.cm ⁻³	
T1S-A	0-5	245,93	183,00	206,95	62,93	144,02	222,60	159,67	38,98	15,7	23,3	1,44	
T1S-B	0-5	243,30	177,02	202,77	66,08	136,69	220,03	153,95	40,33	17,3	23,1	1,37	
T1S-C	0-5	242,60	176,48	203,11	66,12	136,99	219,87	153,75	39,49	16,8	22,7	1,37	
T1S-D	0-5	251,46	185,17	212,94	66,29	146,65	230,09	163,80	38,52	17,2	21,4	1,47	
T1S-E	0-5	253,76	187,10	214,86	66,66	148,20	230,62	163,96	36,90	15,8	23,1	1,42	
Média	0-5	247,37	181,75	206,13	65,62	142,81	224,64	159,03	39,24	16,52	22,73	1,41	
Desvio Padrão		5,02	4,80	5,56	1,52	5,39	5,33	5,03	0,70	0,76	0,79	0,04	
Coefficiente de Variação		0,02	0,03	0,03	0,02	0,04	0,02	0,03	0,02	0,05	0,03	0,03	
Parte MEDIANA	Profundidade cm	Peso Saturado g	Peso Saturado g Final **	Peso Seco Pós-Estufa - g	Peso do Anel g *	Peso do Seco Pós-Estufa - g (Final) **	Peso de Tensão g	Peso de Tensão - g (Final) **	Porosidade Total - %	Microporosidade %	Macroporosidade %	Densidade g.cm ⁻³	
T1M-A	0-5	246,14	180,39	207,07	65,75	141,32	222,04	156,29	39,07	15,0	24,1	1,41	
T1M-B	0-5	253,27	187,24	214,51	66,03	148,48	229,21	163,18	38,76	14,7	24,1	1,48	
T1M-C	0-5	254,55	187,94	215,87	66,61	149,26	230,44	163,83	38,68	14,6	24,1	1,49	
T1M-D	0-5	251,41	190,55	211,47	60,85	150,61	228,10	167,24	39,04	16,6	23,4	1,51	
T1M-E	0-5	245,81	179,59	205,93	66,22	139,71	220,72	154,50	39,88	14,8	25,1	1,40	
Média	0-5	250,24	185,14	210,97	65,09	145,88	226,10	161,01	39,27	15,13	24,13	1,46	
Desvio Padrão		4,05	4,87	4,40	2,39	4,91	4,41	5,39	0,61	0,85	0,63	0,05	
Coefficiente de Variação		0,03	0,03	0,02	0,04	0,03	0,02	0,03	0,02	0,06	0,03	0,03	
Parte INFERIOR	Profundidade cm	Peso Saturado g	Peso Saturado g Final **	Peso Seco Pós-Estufa - g	Peso do Anel g *	Peso do Seco Pós-Estufa - g (Final) **	Peso de Tensão g	Peso de Tensão - g (Final) **	Porosidade Total - %	Microporosidade %	Macroporosidade %	Densidade g.cm ⁻³	
T1I-A	0-5	257,58	190,08	218,97	67,50	151,47	234,42	166,92	38,61	15,5	23,2	1,51	
T1I-B	0-5	257,83	190,30	218,42	66,93	151,49	235,28	168,35	39,41	16,9	22,6	1,51	
T1I-C	0-5	258,88	190,48	217,75	66,40	151,35	234,95	168,55	39,13	17,2	21,9	1,51	
T1I-D	0-5	257,73	190,82	217,03	66,91	150,12	234,41	167,50	40,70	17,4	23,3	1,50	
T1I-E	0-5	256,53	189,97	217,40	66,56	150,84	234,04	167,48	39,13	16,6	22,5	1,51	
Média	0-5	257,31	190,45	217,91	66,86	151,05	234,82	167,76	39,40	16,71	22,69	1,51	
Desvio Padrão		0,42	0,75	0,42	0,01	0,00	0,49	0,48	0,48	0,76	0,56	0,09	
Coefficiente de Variação		0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	
T1 0-5	Profundidade cm	Peso Saturado g	Peso Saturado g Final **	Peso Seco Pós-Estufa - g	Peso do Anel g *	Peso do Seco Pós-Estufa - g (Final) **	Peso de Tensão g	Peso de Tensão - g (Final) **	Porosidade Total - %	Microporosidade %	Macroporosidade %	Densidade g.cm ⁻³	
T1S	0-5								39,24	16,52	22,73	1,41	
T1M									39,27	15,13	24,13	1,46	
T1I										39,40	16,71	22,69	1,51
MÉDIA										39,30	16,12	23,18	1,46
Desvio Padrão										0,08	0,86	0,82	0,05
Coefficiente de Variação									0,00	0,05	0,04	0,03	
Parte SUPERIOR	Profundidade cm	Peso Saturado g	Peso Saturado g Final **	Peso Seco Pós-Estufa - g	Peso do Anel g *	Peso do Seco Pós-Estufa - g (Final) **	Peso de Tensão g	Peso de Tensão - g (Final) **	Porosidade Total - %	Microporosidade %	Macroporosidade %	Densidade g.cm ⁻³	
T1S-A	30-35	261,26	193,79	222,42	67,47	154,95	251,97	184,50	38,84	29,6	9,3	1,55	
T1S-B	30-35	259,61	193,45	221,14	66,16	154,98	250,34	184,18	38,47	29,2	9,3	1,55	
T1S-C	30-35	261,33	194,89	222,64	66,44	156,20	251,94	185,50	39,09	29,3	9,4	1,56	
T1S-D	30-35	269,00	192,37	220,00	66,83	153,37	249,74	183,11	38,60	29,7	9,3	1,53	
T1S-E	30-35	263,10	192,96	220,27	67,14	153,13	249,47	182,33	38,83	29,2	10,6	1,54	
Média	30-35	260,26	193,49	221,29	66,77	154,53	250,69	183,92	38,97	29,40	9,57	1,55	
Desvio Padrão		1,02	0,95	1,21	0,53	1,27	1,20	1,23	0,52	0,24	0,60	0,01	
Coefficiente de Variação		0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,06	0,01	
Parte MEDIANA	Profundidade cm	Peso Saturado g	Peso Saturado g Final **	Peso Seco Pós-Estufa - g	Peso do Anel g *	Peso do Seco Pós-Estufa - g (Final) **	Peso de Tensão g	Peso de Tensão - g (Final) **	Porosidade Total - %	Microporosidade %	Macroporosidade %	Densidade g.cm ⁻³	
T1M-A	30-35	259,05	192,88	220,34	66,17	154,17	249,93	183,76	38,71	29,6	9,1	1,54	
T1M-B	30-35	258,68	192,83	219,77	65,85	154,02	249,30	183,45	37,91	29,5	9,4	1,54	
T1M-C	30-35	259,23	192,88	220,32	66,35	153,07	249,56	183,21	38,91	29,2	9,7	1,54	
T1M-D	30-35	259,92	193,66	220,79	66,26	154,53	250,69	184,43	39,13	29,9	9,2	1,55	
T1M-E	30-35	258,40	192,47	218,70	65,93	152,77	249,44	183,51	39,70	30,0	9,0	1,53	
Média	30-35	259,66	193,94	220,18	66,11	154,07	249,78	183,67	38,87	29,60	9,27	1,54	
Desvio Padrão		0,58	0,44	0,86	0,21	0,81	0,56	0,47	0,65	0,82	0,27	0,01	
Coefficiente de Variação		0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,03	0,03	0,01	
Parte INFERIOR	Profundidade cm	Peso Saturado g	Peso Saturado g Final **	Peso Seco Pós-Estufa - g	Peso do Anel g *	Peso do Seco Pós-Estufa - g (Final) **	Peso de Tensão g	Peso de Tensão - g (Final) **	Porosidade Total - %	Microporosidade %	Macroporosidade %	Densidade g.cm ⁻³	
T1I-A	30-35	258,28	192,33	219,28	66,95	153,33	249,90	183,95	39,00	30,6	8,4	1,53	
T1I-B	30-35	257,92	191,63	219,19	66,29	153,80	249,96	182,57	38,73	29,7	9,1	1,53	
T1I-C	30-35	258,40	193,17	219,24	65,23	154,01	249,98	183,73	39,16	29,7	9,4	1,54	
T1I-D	30-35	259,27	192,73	220,30	66,54	153,76	249,78	183,24	38,97	29,5	9,5	1,54	
T1I-E	30-35	258,94	192,84	220,14	66,10	154,04	249,17	183,07	38,80	29,0	9,8	1,54	
Média	30-35	258,56	192,54	219,63	66,02	153,81	249,33	183,31	38,83	29,70	9,23	1,54	
Desvio Padrão		0,54	0,59	0,54	0,49	0,49	0,49	0,55	0,17	0,58	0,54	0,00	
Coefficiente de Variação		0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,06	0,00	
T1 30-35	Profundidade cm	Peso Saturado g	Peso Saturado g Final **	Peso Seco Pós-Estufa - g	Peso do Anel g *	Peso do Seco Pós-Estufa - g (Final) **	Peso de Tensão g	Peso de Tensão - g (Final) **	Porosidade Total - %	Microporosidade %	Macroporosidade %	Densidade g.cm ⁻³	
T1S	30-35								38,97	29,40	9,57	1,55	
T1M									38,87	29,60	9,27	1,54	
T1I										39,16	29,70	9,23	1,54
MÉDIA										38,92	29,57	9,36	1,54
Desvio Padrão										0,05	0,16	0,18	0,00
Coefficiente de Variação									0,00	0,01	0,02	0,00	
Parte SUPERIOR	Profundidade cm	Peso Saturado g	Peso Saturado g Final **	Peso Seco Pós-Estufa - g	Peso do Anel g *	Peso do Seco Pós-Estufa - g (Final) **	Peso de Tensão g	Peso de Tensão - g (Final) **	Porosidade Total - %	Microporosidade %	Macroporosidade %	Densidade g.cm ⁻³	
T1S-A	40-45	254,60	188,52	215,55	65,08	148,47	247,59	181,48	39,05	32,0	7,0	1,49	
T1S-B	40-45	254,05	187,97	215,07	65,05	148,99	247,00	180,92	38,98	31,9	7,1	1,49	
T1S-C	40-45	255,63	188,53	216,40	67,10	149,30	248,87	181,77	39,23	32,5	6,8	1,49	
T1S-D	40-45	254,48	188,34	215,68	66,14	149,54	247,60	181,46	38,80	31,9	6,9	1,50	
T1S-E	40-45	255,16	189,25	216,25	65,91	150,34	247,69	181,77	38,91	31,4	7,5	1,50	
Média	40-45	254,78	188,52	215,79	66,26	149,53	247,74	181,48	38,99	31,95	7,04	1,50	
Desvio Padrão		0,62	0,47	0,54	0,48	0,50	0,69	0,35	0,16	0,37	0,27	0,01	
Coefficiente de Variação		0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,00	
Parte MEDIANA	Profundidade cm	Peso Saturado g	Peso Saturado g Final **	Peso Seco Pós-Estufa - g	Peso do Anel g *	Peso do Seco Pós-Estufa - g (Final) **	Peso de Tensão g	Peso de Tensão - g (Final) **	Porosidade Total - %	Microporosidade %	Macroporosidade %	Densidade g.cm ⁻³	
T1M-A	40-45	253,00	188,00	213,73	65,00	148,73	245,63	180,63	39,27	31,9	7,4	1,49	
T1M-B	40-45	254,24	188,51	215,85	65,73	150,12	245,50	182,77	38,39	32,7	6,7	1,50	
T1M-C	40-45	252,97	186,23	214,63	66,74	147,89	246,10	179,36	38,34	31,5	6,9	1,48	
T1M-D	40-45	254,50	188,51	215,20	65,99	149,21	247,40	181,41	39,30	32,2	7,1	1,49	
T1M-E	40-45	252,23	186,63	213,42	65,70	147,72	245,30	179,60	38,91	31,9	7,0	1,48	
Média	40-45	253,41	187,58	214,27	65,83	148,73	245,59	180,76	38,94	32,02	6,82	1,49	
Desvio Padrão		0,92	1,08	1,01	0,63	0,99	1,34	1,40	0,46	0,44	0,63	0,01	
Coefficiente de Variação		0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,09	0,01	
Parte INFERIOR	Profundidade cm	Peso Saturado g	Peso Saturado g Final **	Peso Seco Pós-Estufa - g	Peso do Anel g *	Peso do Seco Pós-Estufa - g (Final) **	Peso de Tensão g	Peso de Tensão - g (Final) **	Porosidade Total - %	Microporosidade %	Macroporosidade %	Densidade g.cm ⁻³	
T1I-A	40-45	253,34	188,04	214,40	65,30	149,10	246,67	181,37	38,94	32,3	6,7	1,49	
T1I-B	40-45	254,80	188,16	217,05	65,64	151,41	247,74	182,10	37,75	30,7	6,7	1,51	
T1I-C	40-45	252,52	186,70	212,70	65,82	146,88	246,10	176,28	39,82	31,4	6,4	1,47	
T1I-D	40-45	253,46	187,										

EEPE-AFEN * Porosidades e Densidade * Parcela Erosão T-2

Parte SUPERIOR	Profundidade cm	Peso Saturado g	Peso Saturado g Final **	Peso Seco Pós-Estufa - g	Peso do Anel g *	Peso do Seco Pós-Estufa - g (Final) **	Peso de Tensão g	Peso de Tensão - g (Final) **	Porosidade Total - %	Microporosidade %	Macroporosidade %	Densidade g.cm ⁻³
T2S-A	0-5	253,86	186,77	215,37	67,09	148,28	233,04	165,95	38,49	17,7	20,8	1,48
T2S-B	0-5	251,49	186,39	212,84	65,10	147,74	230,72	165,62	38,65	17,9	20,8	1,48
T2S-C	0-5	252,02	187,40	212,82	64,62	148,20	230,85	166,23	39,20	18,0	21,2	1,48
T2S-D	0-5	252,80	185,65	212,82	67,15	145,67	230,04	163,79	39,98	18,1	21,9	1,46
T2S-E	0-5	257,61	191,77	218,90	65,84	153,06	236,69	170,85	38,71	17,8	20,9	1,47
Média	0-5	253,56	187,60	214,85	65,96	148,59	232,45	166,49	39,01	17,90	21,13	1,47
Desvio Padrão		2,44	2,42	2,67	1,14	2,71	2,56	2,62	0,61	0,18	0,45	0,01
Coefficiente de Variação		0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01

Parte MEDIANA	Profundidade cm	Peso Saturado g	Peso Saturado g Final **	Peso Seco Pós-Estufa - g	Peso do Anel g *	Peso do Seco Pós-Estufa - g (Final) **	Peso de Tensão g	Peso de Tensão - g (Final) **	Porosidade Total - %	Microporosidade %	Macroporosidade %	Densidade g.cm ⁻³
T2M-A	0-5	251,90	186,11	211,95	65,79	146,16	230,66	164,87	39,95	18,7	21,2	1,46
T2M-B	0-5	251,15	185,10	212,88	66,05	146,63	229,90	163,85	38,47	17,2	21,3	1,47
T2M-C	0-5	251,94	187,10	212,47	64,84	147,63	230,29	165,45	39,47	17,8	21,7	1,46
T2M-D	0-5	249,02	183,73	210,04	65,29	144,75	227,79	162,50	38,98	17,8	21,2	1,46
T2M-E	0-5	253,23	186,98	214,67	66,25	148,42	231,98	165,73	38,56	17,3	21,3	1,48
Média	0-5	251,46	186,80	212,36	65,64	146,72	230,12	164,48	39,09	17,76	21,32	1,47
Desvio Padrão		1,55	1,41	1,66	0,58	1,41	1,52	1,32	0,62	0,59	0,18	0,01
Coefficiente de Variação		0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,01	0,01

Parte INFERIOR	Profundidade cm	Peso Saturado g	Peso Saturado g Final **	Peso Seco Pós-Estufa - g	Peso do Anel g *	Peso do Seco Pós-Estufa - g (Final) **	Peso de Tensão g	Peso de Tensão - g (Final) **	Porosidade Total - %	Microporosidade %	Macroporosidade %	Densidade g.cm ⁻³
T2I-A	0-5	253,70	186,79	214,73	66,91	147,82	232,48	165,57	38,97	17,8	21,2	1,48
T2I-B	0-5	251,62	186,00	212,88	65,62	147,26	230,53	164,91	38,74	17,7	21,1	1,47
T2I-C	0-5	252,27	185,95	212,87	66,32	146,55	231,19	164,87	39,40	18,3	21,1	1,47
T2I-D	0-5	251,90	187,87	213,63	65,63	148,00	231,29	165,68	39,67	17,7	22,2	1,48
T2I-E	0-5	252,38	186,55	212,80	65,83	146,97	230,92	165,09	39,58	18,1	21,5	1,47
Média	0-5	252,69	186,63	213,38	66,06	147,32	231,28	165,22	39,31	17,90	21,41	1,47
Desvio Padrão		0,89	0,78	0,83	0,55	0,60	0,73	0,37	0,46	0,30	0,47	0,01
Coefficiente de Variação		0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,00

T2 0-5	Profundidade cm	Peso Saturado g	Peso Saturado g Final **	Peso Seco Pós-Estufa - g	Peso do Anel g *	Peso do Seco Pós-Estufa - g (Final) **	Peso de Tensão g	Peso de Tensão - g (Final) **	Porosidade Total - %	Microporosidade %	Macroporosidade %	Densidade g.cm ⁻³
TO S									39,01	17,90	21,11	1,47
TO M									39,09	17,76	21,32	1,47
TO I									39,31	17,90	21,41	1,47
MEDIA									39,13	17,89	21,28	1,47
Desvio Padrão									0,16	0,08	0,16	0,00
Coefficiente de Variação									0,00	0,00	0,01	0,00

Parte SUPERIOR	Profundidade cm	Peso Saturado g	Peso Saturado g Final **	Peso Seco Pós-Estufa - g	Peso do Anel g *	Peso do Seco Pós-Estufa - g (Final) **	Peso de Tensão g	Peso de Tensão - g (Final) **	Porosidade Total - %	Microporosidade %	Macroporosidade %	Densidade g.cm ⁻³
T2S-A	30-35	258,19	194,71	223,53	63,48	160,05	253,43	189,95	34,66	29,9	4,8	1,60
T2S-B	30-35	261,14	193,62	227,60	67,52	160,08	257,85	190,33	33,54	30,3	3,3	1,60
T2S-C	30-35	259,30	193,94	225,64	64,86	160,78	256,35	191,25	34,66	29,4	3,3	1,59
T2S-D	30-35	258,16	192,55	224,38	65,80	158,78	254,25	188,65	33,77	29,9	3,9	1,59
T2S-E	30-35	256,29	190,82	222,74	65,47	156,27	252,40	186,93	33,56	29,7	3,9	1,57
Média	30-35	256,49	193,11	224,78	65,39	159,39	254,90	189,41	33,72	30,02	3,70	1,59
Desvio Padrão		1,74	1,69	1,93	1,46	1,67	1,69	1,51	0,59	0,59	0,79	0,01
Coefficiente de Variação		0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,21	0,01

Parte MEDIANA	Profundidade cm	Peso Saturado g	Peso Saturado g Final **	Peso Seco Pós-Estufa - g	Peso do Anel g *	Peso do Seco Pós-Estufa - g (Final) **	Peso de Tensão g	Peso de Tensão - g (Final) **	Porosidade Total - %	Microporosidade %	Macroporosidade %	Densidade g.cm ⁻³
T2M-A	30-35	258,31	192,23	224,84	66,08	158,76	254,68	188,60	33,47	29,8	3,6	1,59
T2M-B	30-35	258,28	192,72	224,79	65,56	159,23	254,80	189,24	33,49	30,0	3,5	1,59
T2M-C	30-35	259,51	192,68	225,70	66,89	159,81	255,05	188,22	33,61	29,4	4,5	1,59
T2M-D	30-35	254,20	193,01	220,75	61,19	155,56	250,00	183,81	33,45	29,3	4,2	1,58
T2M-E	30-35	261,97	196,70	228,30	65,27	163,03	258,05	192,78	33,67	29,8	3,9	1,63
Média	30-35	258,45	193,47	224,88	64,99	159,89	254,52	189,53	33,58	29,64	3,94	1,59
Desvio Padrão		2,81	1,83	2,71	2,20	2,88	2,88	1,85	0,16	0,33	0,40	0,01
Coefficiente de Variação		0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,16	0,01

Parte INFERIOR	Profundidade cm	Peso Saturado g	Peso Saturado g Final **	Peso Seco Pós-Estufa - g	Peso do Anel g *	Peso do Seco Pós-Estufa - g (Final) **	Peso de Tensão g	Peso de Tensão - g (Final) **	Porosidade Total - %	Microporosidade %	Macroporosidade %	Densidade g.cm ⁻³
T2I-A	30-35	256,10	190,08	223,59	66,02	157,57	253,22	187,20	32,51	29,6	2,9	1,58
T2I-B	30-35	258,11	191,95	225,32	66,16	159,16	254,13	187,97	32,79	28,8	4,0	1,58
T2I-C	30-35	258,74	195,54	225,31	63,20	162,11	254,96	191,76	33,43	29,7	3,8	1,62
T2I-D	30-35	259,15	193,55	225,79	65,60	160,19	255,45	189,85	33,86	29,7	3,7	1,60
T2I-E	30-35	258,49	192,54	224,88	65,95	158,93	254,52	188,57	33,61	29,6	4,0	1,59
Média	30-35	258,12	192,73	224,98	65,39	159,59	254,46	189,07	33,14	29,48	3,66	1,60
Desvio Padrão		1,19	2,01	0,84	1,24	1,89	0,85	1,79	0,47	0,37	0,45	0,02
Coefficiente de Variação		0,00	0,01	0,00	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,12	0,01

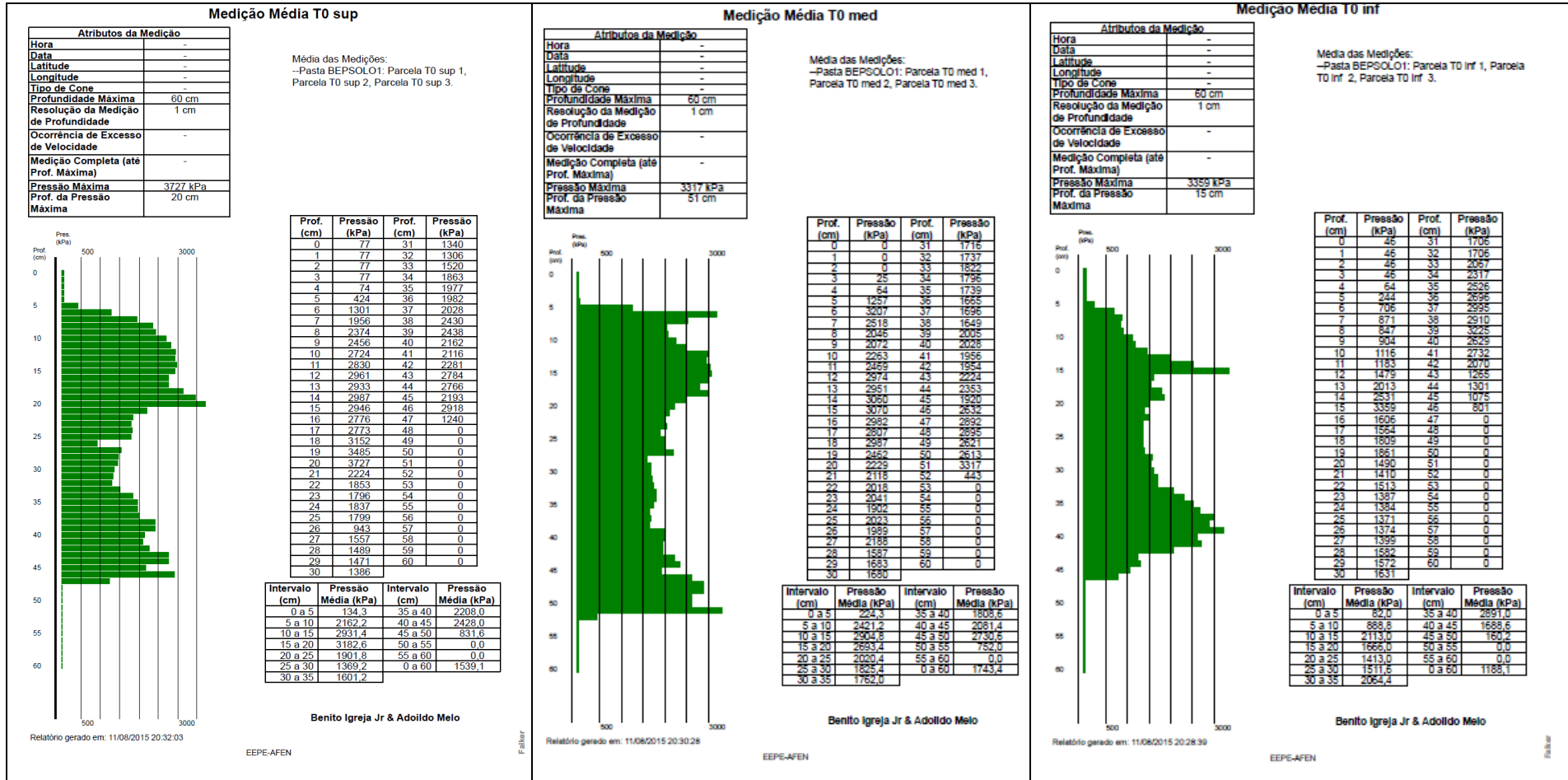
T2 30-35	Profundidade cm	Peso Saturado g	Peso Saturado g Final **	Peso Seco Pós-Estufa - g	Peso do Anel g *	Peso do Seco Pós-Estufa - g (Final) **	Peso de Tensão g	Peso de Tensão - g (Final) **	Porosidade Total - %	Microporosidade %	Macroporosidade %	Densidade g.cm ⁻³
TO S									33,72	30,02	3,70	1,59
TO M									33,58	29,64	3,94	1,60
TO I									33,14	29,48	3,66	1,60
MEDIA									33,48	29,71	3,77	1,59
Desvio Padrão									0,30	0,16	0,15	0,00
Coefficiente de Variação									0,01	0,01	0,04	0,00

Parte SUPERIOR	Profundidade cm	Peso Saturado g	Peso Saturado g Final **	Peso Seco Pós-Estufa - g	Peso do Anel g *	Peso do Seco Pós-Estufa - g (Final) **	Peso de Tensão g	Peso de Tensão - g (Final) **	Porosidade Total - %	Microporosidade %	Macroporosidade %	Densidade g.cm ⁻³
T2S-A	40-45	254,23	188,58	221,37	65,65	155,72	250,74	185,09	32,86	29,4	3,5	1,57
T2S-B	40-45	256,07	190,33	222,28	65,74	156,52	251,94	186,20	33,01	29,7	4,1	1,57
T2S-C	40-45	255,84	188,52	223,91	67,30	156,60	252,72	185,42	31,93	28,8	3,1	1,57
T2S-D	40-45	255,02	190,77	222,44	64,25	158,19	251,20	186,95	32,58	28,8	3,8	1,58
T2S-E	40-45	256,52	189,89	223,40	66,63	156,77	252,06	188,33	33,12	29,6	3,6	1,57
Média	40-45	255,94	189,62	222,68	65,92	156,76	251,92	186,00	32,86	29,24	3,62	1,57
Desvio Padrão		0,91	1,02	1,00	1,16	1,00	0,96	0,74	0,69	0,42	0,38	0,01
Coefficiente de Variação		0,00	0,01	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,02	0,01	0,11	0,01

Parte MEDIANA	Profundidade cm	Peso Saturado g	Peso Saturado g Final **	Peso Seco Pós-Estufa - g	Peso do Anel g *	Peso do Seco Pós-Estufa - g (Final) **	Peso de Tensão g	Peso de Tensão - g (Final) **	Porosidade Total - %	Microporosidade %	Macroporosidade %	Densidade g.cm ⁻³
T2M-A	40-45	258,36	192,10	223,53	64,25	159,28	252,99	188,74	32,82	29,5	3,4	1,59
T2M-B	40-45	254,75	189,05	221,91	65,70	156,21	251,81	186,11	32,84	29,9	2,9	1,56
T2M-C	40-45	257,00	193,31	224,23	67,89	159,64	252,83	185,14	32,77	28,6	4,2	1,57
T2M-D	40-45	255,80	189,02	222,89	66,78	156,11	252,58	185,80	32,91	29,7	3,2	1,56
T2M-E	40-45	254,56	188,77	221,55	65,79	155,76	251,23	185,44	33,01	29,7	3,3	1,56
Média	40-45	255,69	189,65	222,82	66,04	156,78	252,29	186,25	32,87	29,47	3,40	1,57
Desvio Padrão		1,04	1,38	1,11	1,29	1,42	0,74	1,44	0,69	0,51	0,46	0,01
Coefficiente de Variação		0,00	0,01	0,00	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	0,02	0,13	0,01

Parte INFERIOR	Profundidade cm	Peso Saturado g	Peso Saturado g Final **	Peso Seco Pós-Estufa - g	Peso do Anel g *	Peso do Seco Pós-Estufa - g (Final) **	Peso de Tensão g	Peso de Tensão - g (Final) **	Porosidade Total - %	Microporosidade %	Macroporosidade %	Densidade g.cm ⁻³
T2I-A	40-45	255,55	189,55	222,59	66,00	158,59	252,08	186,08	32,96	29,5	3,5	1,57
T2I-B	40-45	256,50	189,80	223,78	66,70	157,08	252,59	188,89	32,72	28,8	3,9	1,57
T2I-C	40-45	256,91	190,08	224,22	66,63	157,35	253,32	186,49	32,69	29,1	3,6	1,56
T2I-D	40-45	255,33	188,86	222,85								

Apêndice J – Ensaios de Resistência do Solo à Penetração nas Parcelas de Erosão T0, T1 e T2

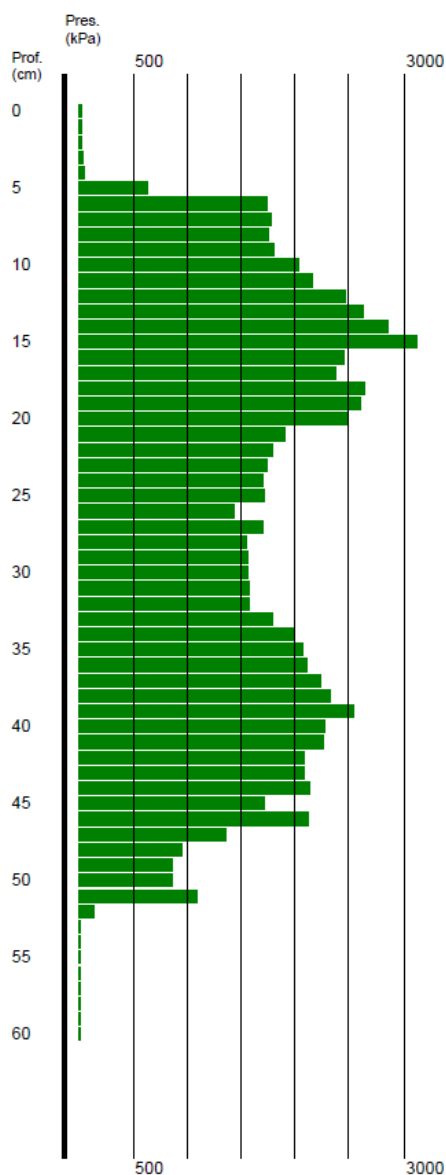


Medição Média T0

Atributos da Medição	
Hora	-
Data	-
Latitude	-
Longitude	-
Tipo de Cone	-
Profundidade Máxima	60 cm
Resolução da Medição de Profundidade	1 cm
Ocorrência de Excesso de Velocidade	-
Medição Completa (até Prof. Máxima)	-
Pressão Máxima	3125 kPa
Prof. da Pressão Máxima	15 cm

Média das Medições:

--Pasta BEPSOLO1: Parcela T0 inf 1, Parcela T0 inf 2, Parcela T0 inf 3, Parcela T0 med 1, Parcela T0 med 2, Parcela T0 med 3, Parcela T0 sup 1, Parcela T0 sup 2, Parcela T0 sup 3.



Prof. (cm)	Pressão (kPa)	Prof. (cm)	Pressão (kPa)
0	41	31	1587
1	41	32	1583
2	41	33	1803
3	49	34	1992
4	67	35	2080
5	642	36	2114
6	1738	37	2240
7	1781	38	2330
8	1756	39	2556
9	1811	40	2273
10	2034	41	2268
11	2160	42	2101
12	2471	43	2091
13	2632	44	2140
14	2859	45	1729
15	3125	46	2117
16	2454	47	1377
17	2381	48	965
18	2649	49	873
19	2602	50	871
20	2482	51	1105
21	1917	52	147
22	1794	53	0
23	1741	54	0
24	1708	55	0
25	1731	56	0
26	1435	57	0
27	1715	58	0
28	1553	59	0
29	1575	60	0
30	1566		

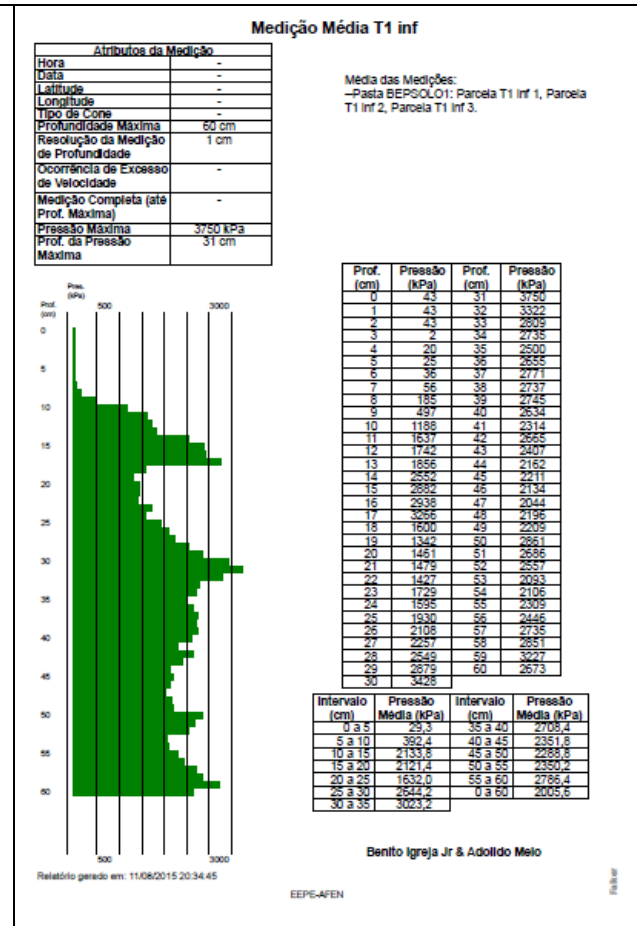
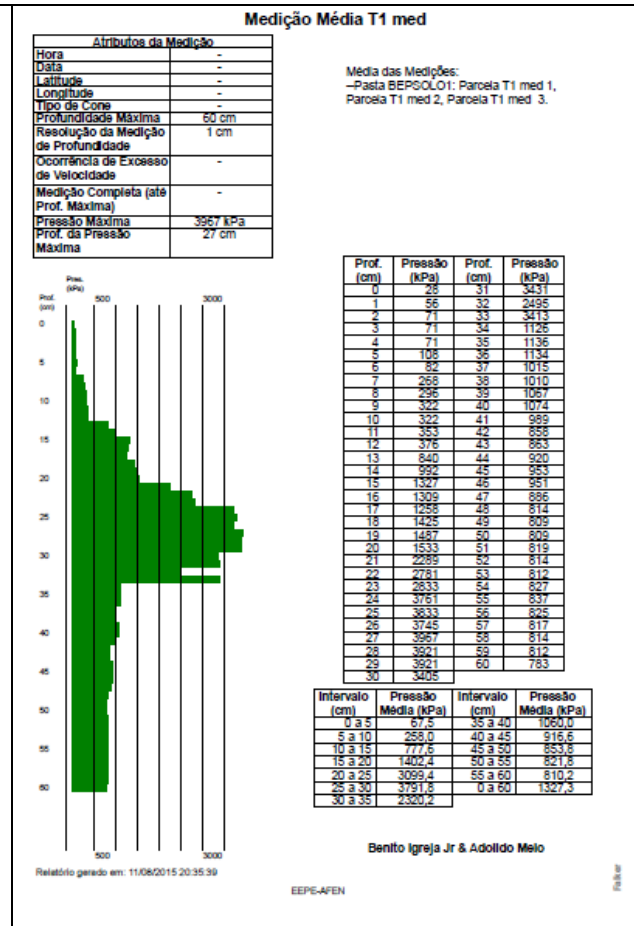
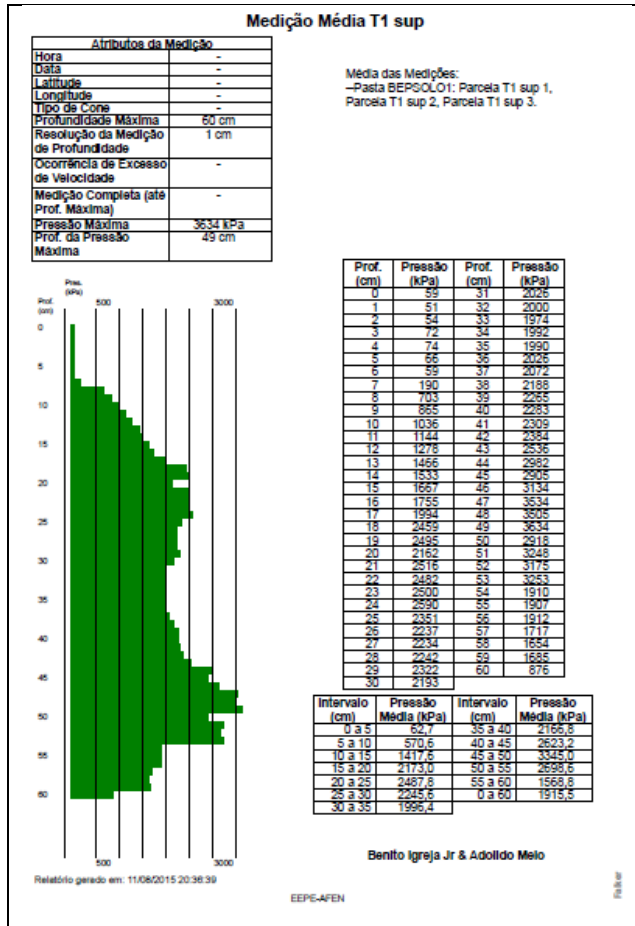
Intervalo (cm)	Pressão Média (kPa)	Intervalo (cm)	Pressão Média (kPa)
0 a 5	146,8	35 a 40	2302,6
5 a 10	1824,0	40 a 45	2065,8
10 a 15	2649,4	45 a 50	1240,6
15 a 20	2513,6	50 a 55	250,4
20 a 25	1778,2	55 a 60	0,0
25 a 30	1568,8	0 a 60	1490,0
30 a 35	1809,0		

Benito Igreja Jr & Adoildo Melo

Relatório gerado em: 11/08/2015 20:33:34

EEPE-AFEN

Falker

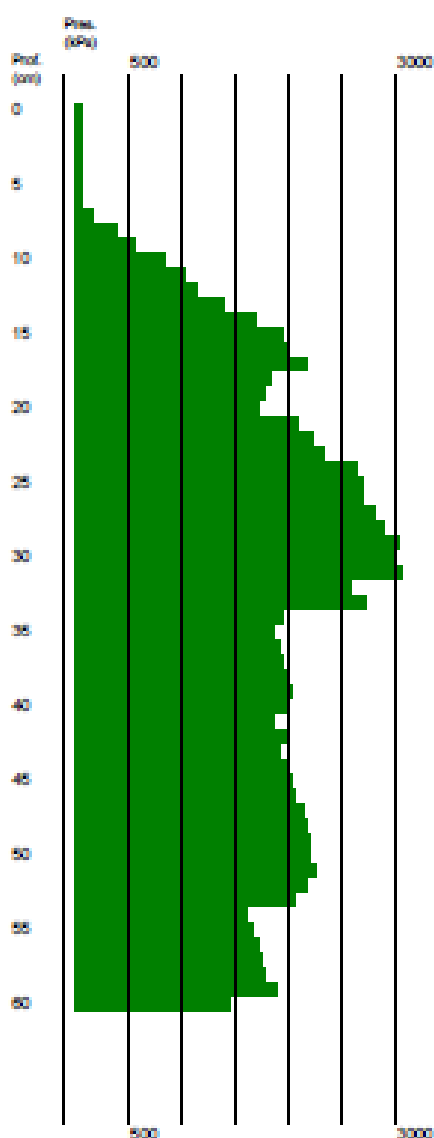


Medição Média T1

Atributos da Medição	
Hora	-
Data	-
Latitude	-
Longitude	-
Tipo de Cone	-
Profundidade Máxima	60 cm
Resolução da Medição da Profundidade	1 cm
Ocorrência de Excesso de Velocidade	-
Medição Completa (até Prof. Máxima)	-
Pressão Máxima	3069 kPa
Prof. da Pressão Máxima	31 cm

Média das Medições:

–Pasta BEPSOLO1: Parcela T1 Inf 1, Parcela T1 Inf 2, Parcela T1 Inf 3, Parcela T1 med 1, Parcela T1 med 2, Parcela T1 med 3, Parcela T1 sup 1, Parcela T1 sup 2, Parcela T1 sup 3.



Prof. (cm)	Pressão (kPa)	Prof. (cm)	Pressão (kPa)
0	43	31	3069
1	50	32	2605
2	56	33	2732
3	48	34	1951
4	55	35	1875
5	66	36	1938
6	59	37	1952
7	171	38	1978
8	395	39	2026
9	561	40	1997
10	848	41	1871
11	1044	42	1969
12	1132	43	1935
13	1387	44	2021
14	1692	45	2023
15	1959	46	2073
16	2001	47	2155
17	2172	48	2172
18	1828	49	2217
19	1774	50	2195
20	1719	51	2251
21	2094	52	2182
22	2230	53	2052
23	2354	54	1614
24	2548	55	1684
25	2704	56	1728
26	2697	57	1756
27	2819	58	1773
28	2904	59	1908
29	3040	60	1444
30	3009		

Intervalo (cm)	Pressão Média (kPa)	Intervalo (cm)	Pressão Média (kPa)
0 a 5	53,0	35 a 40	1978,2
5 a 10	406,8	40 a 45	1963,8
10 a 15	1442,8	45 a 50	2152,6
15 a 20	1898,8	50 a 55	1956,6
20 a 25	2406,0	55 a 60	1721,8
25 a 30	2893,8	0 a 60	1749,3
30 a 35	2446,4		

Benito Igreja Jr & Adolito Melo

Relatório gerado em: 11/08/2015 20:37:38

EEPE-AFEN

Page

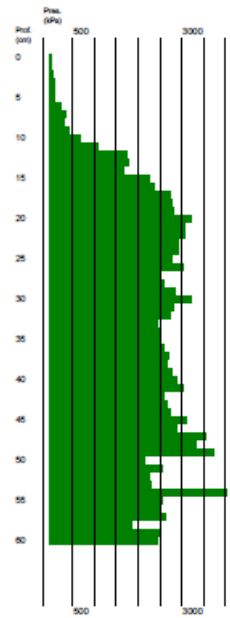
Medição Média T2 sup

Atributos da Medição	
Hora	-
Data	-
Latitude	-
Longitude	-
Tipo de Cone	-
Profundidade Máxima	60 cm
Resolução da Medição de Profundidade	1 cm
Ocorrência de Excesso de Velocidade	-
Medição Completa (até Prof. Máxima)	-
Pressão Máxima	4042 kPa
Prof. da Pressão Máxima	54 cm

Medida das Medições:
 -Pasta BEPSOLO1: Parcela T2 sup 1,
 Parcela T2 sup 2, Parcela T2 sup 3.

Prof. (cm)	Pressão (kPa)	Prof. (cm)	Pressão (kPa)
0	15	31	2817
1	15	32	2742
2	77	33	2448
3	108	34	2544
4	108	35	2533
5	118	36	2811
6	270	37	2709
7	360	38	2678
8	321	39	2804
9	420	40	2918
10	716	41	3034
11	1087	42	2824
12	1768	43	2696
13	1612	44	2758
14	1701	45	3121
15	2289	46	2887
16	2399	47	3547
17	2750	48	3356
18	2784	49	3743
19	2645	50	2167
20	3234	51	2572
21	3093	52	2276
22	3103	53	2327
23	2949	54	4042
24	2933	55	2967
25	2784	56	2516
26	3057	57	2655
27	2510	58	1889
28	2603	59	2547
29	2575	60	2454
30	3235		

Intervalo (cm)	Pressão Média (kPa)	Intervalo (cm)	Pressão Média (kPa)
0 a 5	73,5	35 a 40	2745,0
5 a 10	421,4	40 a 45	2846,6
10 a 15	1731,4	45 a 50	3140,0
15 a 20	2802,4	50 a 55	2756,8
20 a 25	2972,4	55 a 60	2412,2
25 a 30	2855,8	0 a 60	2245,0
30 a 35	2616,6		



Benito Igreja Jr & Adolito Meilo

Relatório gerado em: 11/08/2015 20:41:46

EEPE-AFEN

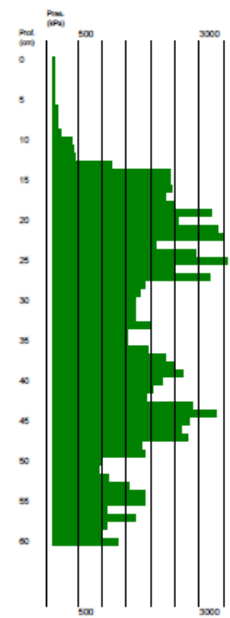
Medição Média T2 med

Atributos da Medição	
Hora	-
Data	-
Latitude	-
Longitude	-
Tipo de Cone	-
Profundidade Máxima	60 cm
Resolução da Medição de Profundidade	1 cm
Ocorrência de Excesso de Velocidade	-
Medição Completa (até Prof. Máxima)	-
Pressão Máxima	3585 kPa
Prof. da Pressão Máxima	25 cm

Medida das Medições:
 -Pasta BEPSOLO1: Parcela T2 med 1,
 Parcela T2 med 2, Parcela T2 med 3.

Prof. (cm)	Pressão (kPa)	Prof. (cm)	Pressão (kPa)
0	5	31	1709
1	5	32	1691
2	5	33	2010
3	5	34	1528
4	5	35	1528
5	5	36	1943
6	82	37	2309
7	108	38	2523
8	100	39	2658
9	170	40	2247
10	407	41	2046
11	411	42	1923
12	471	43	2881
13	1221	44	3351
14	2420	45	2817
15	2422	46	2647
16	2443	47	2778
17	2320	48	1827
18	2510	49	1887
19	3260	50	956
20	2580	51	948
21	3405	52	1129
22	3539	53	1552
23	2113	54	1502
24	2943	55	1502
25	3585	56	1100
26	2521	57	1693
27	3240	58	1100
28	1888	59	1008
29	1778	60	1335
30	1701		

Intervalo (cm)	Pressão Média (kPa)	Intervalo (cm)	Pressão Média (kPa)
0 a 5	5,0	35 a 40	2335,0
5 a 10	173,4	40 a 45	2599,6
10 a 15	1390,2	45 a 50	2021,0
15 a 20	2622,6	50 a 55	1486,6
20 a 25	3113,6	55 a 60	1247,2
25 a 30	2225,8	0 a 60	1714,5
30 a 35	1693,2		



Benito Igreja Jr & Adolito Meilo

Relatório gerado em: 11/08/2015 20:50:13

EEPE-AFEN

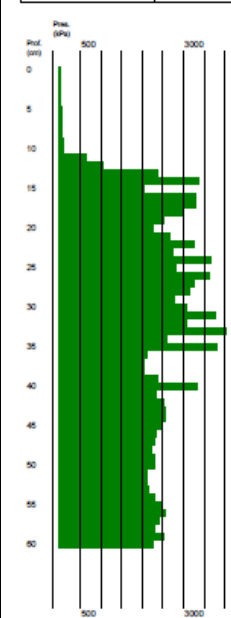
Medição Média T2 inf

Atributos da Medição	
Hora	-
Data	-
Latitude	-
Longitude	-
Tipo de Cone	-
Profundidade Máxima	60 cm
Resolução da Medição de Profundidade	1 cm
Ocorrência de Excesso de Velocidade	-
Medição Completa (até Prof. Máxima)	-
Pressão Máxima	4047 kPa
Prof. da Pressão Máxima	33 cm

Medida das Medições:
 -Pasta BEPSOLO1: Parcela T2 Inf 1, Parcela T2 Inf 2, Parcela T2 Inf 3.

Prof. (cm)	Pressão (kPa)	Prof. (cm)	Pressão (kPa)
0	0	31	3787
1	0	32	3091
2	0	33	4047
3	12	34	2815
4	38	35	3641
5	71	36	2150
6	84	37	2077
7	59	38	2067
8	77	39	2399
9	97	40	3356
10	115	41	2353
11	662	42	2636
12	1084	43	2570
13	2376	44	2557
14	3354	45	2505
15	2072	46	2338
16	3294	47	2325
17	3317	48	2253
18	2998	49	2320
19	2624	50	2304
20	2258	51	2124
21	2629	52	2142
22	3073	53	2173
23	2776	54	2320
24	3696	55	2503
25	2922	56	2520
26	3634	57	2444
27	3284	58	2320
28	3152	59	2631
29	2784	60	2271
30	3077		

Intervalo (cm)	Pressão Média (kPa)	Intervalo (cm)	Pressão Média (kPa)
0 a 5	20,2	35 a 40	2405,8
5 a 10	85,4	40 a 45	2504,8
10 a 15	1915,2	45 a 50	2308,0
15 a 20	2886,2	50 a 55	2252,4
20 a 25	3052,4	55 a 60	2429,2
25 a 30	3186,2	0 a 60	2174,7
30 a 35	3475,4		



Benito Igreja Jr & Adolito Meilo

Relatório gerado em: 11/08/2015 20:38:24

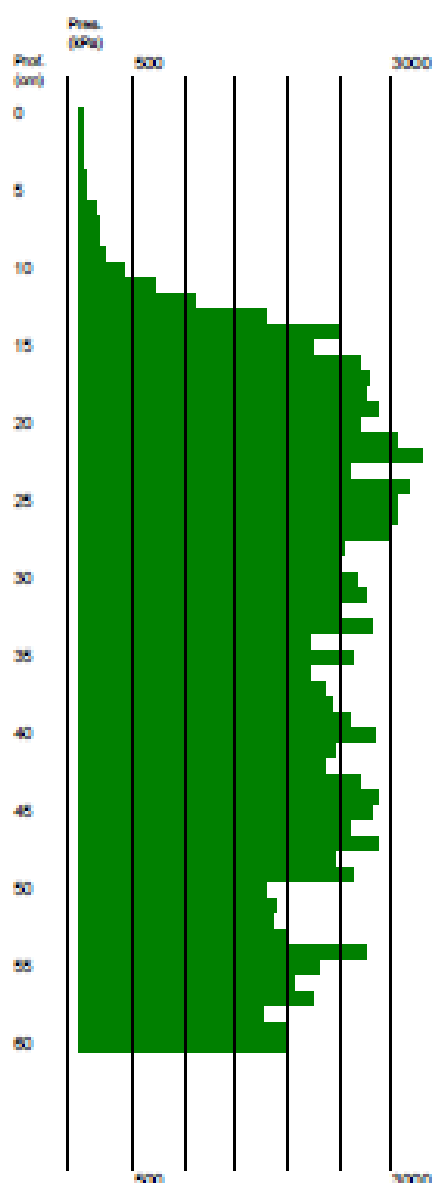
EEPE-AFEN

Medição Média T2

Atributos da Medição	
Hora	-
Data	-
Latitude	-
Longitude	-
Tipo de Cone	-
Profundidade Máxima	60 cm
Resolução da Medição de Profundidade	1 cm
Ocorrência de Excesso de Velocidade	-
Medição Completa (até Prof. Máxima)	-
Pressão Máxima	3305 kPa
Prof. da Pressão Máxima	22 cm

Média das Medições:

—Pasta BEPSOLO1: Parcela T2 Inf 1, Parcela T2 Inf 2, Parcela T2 Inf 3, Parcela T2 med 1, Parcela T2 med 2, Parcela T2 med 3, Parcela T2 sup 1, Parcela T2 sup 2, Parcela T2 sup 3.



Prof. (cm)	Pressão (kPa)	Prof. (cm)	Pressão (kPa)
0	6	31	2771
1	6	32	2508
2	27	33	2835
3	41	34	2229
4	50	35	2634
5	65	36	2235
6	145	37	2365
7	175	38	2423
8	166	39	2624
9	236	40	2640
10	413	41	2478
11	722	42	2361
12	1108	43	2709
13	1803	44	2888
14	2502	45	2815
15	2261	46	2624
16	2712	47	2883
17	2796	48	2478
18	2764	49	2650
19	2886	50	1813
20	2694	51	1881
21	3065	52	1849
22	3305	53	2017
23	2612	54	2754
24	3180	55	2324
25	3066	56	2066
26	3071	57	2264
27	3011	58	1770
28	2548	59	2028
29	2480	60	2020
30	2671		

Intervalo (cm)	Pressão Média (kPa)	Intervalo (cm)	Pressão Média (kPa)
0 a 5	32,5	35 a 40	2497,4
5 a 10	227,0	40 a 45	2650,2
10 a 15	1679,2	45 a 50	2489,6
15 a 20	2770,4	50 a 55	2166,0
20 a 25	3045,6	55 a 60	2029,4
25 a 30	2766,2	0 a 60	2044,6
30 a 35	2695,4		

Benito Igreja Jr & Adolito Melo

Apêndice L – Leituras de Potencial Matricial (kPa) Diário

DIA	CHUVAS mm	T0 20cm			T0 40cm			T1 20cm			T1 40cm			T2 20cm			T2 40cm			GEOTERMÔMETRO °C	
		GMS1	GMS2	GMS Média	GMS1	GMS2	GMS Média	GMS1	GMS2	GMS Média	GMS1	GMS2	GMS Média	GMS1	GMS2	GMS Média	GMS1	GMS2	GMS Média	20 cm	30 cm
09/05/2014		-73	-73	-73	-23	-23	-23	-32	-32	-32	-85	-85	-85	-26	-26	-26				10,8	11,8
10/05/2014	8,7	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-28	-28	-28	-85	-85	-85	-14	-14	-14				24,0	23,0
11/05/2014	9,0	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-3	-3	-3	-32	-32	-32	-3	-3	-3				24,4	24,8
12/05/2014		-12	-12	-12	-13	-13	-13	-5	-5	-5	-43	-43	-43	-10	-10	-10				24,4	24,8
13/05/2014		-11	-11	-11	-13	-13	-13	-11	-11	-11	-46	-46	-46	-13	-13	-13				21,0	23,0
14/05/2014		-11	-11	-11	-13	-13	-13	-11	-11	-11	-52	-52	-52	-18	-18	-18				23,6	23,6
15/05/2014		-12	-12	-12	-13	-13	-13	-17	-17	-17	-54	-54	-54	-24	-24	-24				25,0	24,6
16/05/2014		-13	-13	-13	-14	-14	-14	-23	-23	-23	-62	-62	-62	-31	-31	-31				23,6	24,0
17/05/2014		-13	-13	-13	-15	-15	-15	-37	-37	-37	-67	-67	-67	-36	-36	-36				23,4	24,4
18/05/2014		-13	-13	-13	-15	-15	-15	-47	-47	-47	-71	-71	-71	-45	-45	-45				24,8	25,0
19/05/2014		-13	-13	-13	-16	-16	-16	-68	-68	-68	-74	-74	-74	-52	-52	-52				24,8	25,0
20/05/2014		-15	-15	-15	-16	-16	-16	-84	-84	-84	-81	-81	-81	-61	-61	-61				26,0	25,0
21/05/2014		-15	-15	-15	-17	-17	-17	-92	-92	-92	-87	-87	-87	-64	-64	-64				24,4	24,8
22/05/2014		-17	-17	-17	-18	-18	-18	-102	-102	-102	-84	-84	-84	-74	-74	-74				26,2	25,2
23/05/2014		-17	-17	-17	-18	-18	-18	-101	-101	-101	-93	-93	-93	-74	-74	-74				25,0	24,8
24/05/2014		-19	-19	-19	-20	-20	-20	-116	-116	-116	-109	-109	-109	-23	-23	-23				24,8	24,6
25/05/2014	14,0	-19	-19	-19	-20	-20	-20	-102	-102	-102	-113	-113	-113	-15	-15	-15				24,6	24,4
26/05/2014		-16	-16	-16	-20	-20	-20	-87	-87	-87	-112	-112	-112	-12	-12	-12				23,0	23,8
27/05/2014		-15	-15	-15	-26	-26	-26	-58	-58	-58	-114	-114	-114	-4	-4	-4				24,0	24,4
28/05/2014	7,7	-2	-2	-2	-17	-17	-17	-12	-12	-12	-11	-11	-11	-4	-4	-4				23,0	23,0
29/05/2014	6,9	-2	-2	-2	-11	-11	-11	-3	-3	-3	-6	-6	-6	-4	-4	-4				22,2	22,4
30/05/2014		-2	-2	-2	-10	-10	-10	-4	-4	-4	-7	-7	-7	-5	-5	-5				20,8	21,4
31/05/2014		-2	-2	-2	-11	-11	-11	-5	-5	-5	-10	-10	-10	-5	-5	-5				20,6	20,4
01/06/2014		-2	-2	-2	-10	-10	-10	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-5	-5	-5				22,0	26,0
02/06/2014		-1	-1	-1	-2	-2	-2	-4	-4	-4	-3	-3	-3	-5	-5	-5				22,8	23,0
03/06/2014	20,8	0	0	0	-2	-2	-2	-4	-4	-4	-3	-3	-3	0	0	0				21,6	22,0
04/06/2014		-2	-2	-2	-2	-2	-2	-4	-4	-4	-3	-3	-3	-4	-4	-4				21,2	21,0
05/06/2014		0	0	0	-2	-2	-2	-7	-7	-7	-2	-2	-2	-4	-4	-4				22,6	21,8
06/06/2014		-1	-1	-1	-2	-2	-2	-12	-12	-12	-13	-13	-13	-5	-5	-5				23,4	23,0
07/06/2014		-2	-2	-2	-3	-3	-3	-12	-12	-12	-13	-13	-13	-5	-5	-5				24,2	23,8
08/06/2014		-2	-2	-2	-2	-2	-2	-16	-16	-16	-21	-21	-21	-11	-11	-11				24,0	23,6
09/06/2014		-2	-2	-2	-2	-2	-2	-20	-20	-20	-14	-14	-14	-133	-13	-73				26,6	23,4
10/06/2014	3,7	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-26	-26	-26	-16	-16	-16	-4	-4	-4				25,1	24,4
11/06/2014	9,5	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-27	-27	-27	-18	-18	-4	-4	-4	-4				24,7	24,3
12/06/2014		-2	-2	-2	-2	-2	-2	-30	-30	-30	-20	-20	-20	-4	-4	-4				22,6	21,8
13/06/2014		-2	-2	-2	-2	-2	-2	-33	-33	-33	-25	-25	-25	-5	-5	-5				22,8	22,2
14/06/2014		-3	-3	-3	-2	-2	-2	-48	-48	-48	-30	-30	-30	-4	-4	-4				23,6	22,5
15/06/2014		-3	-3	-3	-2	-2	-2	-53	-53	-53	-30	-30	-30	-6	-6	-6				24,0	22,8
16/06/2014		-3	-3	-3	-2	-2	-2	-68	-68	-68	-37	-37	-37	-10	-10	-10				24,4	23,3
17/06/2014		-4	-4	-4	-2	-2	-2	-80	-80	-80	-44	-44	-44	-11	-11	-11				24,7	23,8
18/06/2014		0	0	0	-2	-2	-2	-40	-40	-40	-66	-66	-66	-5	-5	-5				24,9	24,3
19/06/2014	9,5	0	0	0	-2	-2	-2	-40	-40	-40	-60	-60	-60	-5	-5	-5				24,1	23,7
20/06/2014	13,3	-2	-2	-2	0	0	0	-40	-40	-40	-58	-58	-58	-4	-4	-4				24,0	23,6
21/06/2014		-2	-2	-2	0	0	0	-40	-40	-40	-54	-54	-54	-4	-4	-4				24,5	24,0
22/06/2014		-2	-2	-2	-1	-1	-1	-4	-4	-4	-53	-53	-53	-4	-4	-4				24,8	24,2
23/06/2014		-2	-2	-2	-2	-2	-2	-4	-4	-4	-52	-52	-52	-5	-5	-5				24,7	24,3
24/06/2014		-1	-1	-1	-2	-2	-2	-4	-4	-4	-52	-52	-52	-5	-5	-5				25,2	24,0
25/06/2014		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-12	-12	-12	-36	-36	-36	-5	-5	-5				25,3	24,1
26/06/2014		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-13	-13	-13	-37	-37	-37	-5	-5	-5				25,0	23,9
27/06/2014		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-16	-16	-16	-52	-52	-52	-5	-5	-5				24,9	24,2
28/06/2014		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-16	-16	-16	-53	-53	-53	-5	-5	-5				24,7	23,8
29/06/2014		-2	-2	-2	1	-1	0	-24	-24	-24	-70	-70	-70	-13	-13	-13				24,9	24,3
30/06/2014		-2	-2	-2	-2	-2	-2	-24	-24	-24	-71	-71	0	-13	-13	-13				25,2	24,4
01/07/2014		-2	-2	-2	-2	-2	-2	-33	-33	-33	-82	-82	-82	-21	-21	-21				24,6	23,3
02/07/2014		-3	-3	-3	-1	-1	-1	-58	-58	-58	-89	-89	-89	-21	-21	-21				23,2	23,9
03/07/2014		-5	-5	-5	-1	-1	-1	-75	-75	-75	-94	-94	-94	-26	-26	-26				23,1	23,7
04/07/2014		-5	-5	-5	-2	-2	-2	-81	-81	-81	-98	-98	-98	-26	-26	-26				23,0	23,6
05/07/2014		-5	-5	-5	-1	-1	-1	-89	-89	-89	-101	-101	-101	-21	-21	-21				23,2	23,1
06/07/2014		-5	-5	-5	-2	-2	-2	-92	-92	-92	-122	-122	-122	0	0	0				23,4	23,2
07/07/2014		-7	-7	-7	-4	-4	-4	-102	-102	-102	-136	-136	-136	0	0	0				23,6	23,2
08/07/2014		-5	-5	-5	-6	-6	-6	-75	-75	-75	-148	-148	-148	-21	-21	-21				23,5	23,1
09/07/2014	2,7	-3	-3	-3	-4	-4	-4	-75	-75	-75	-108	-108	-108	-21	-21	-21				23,7	23,1
10/07/2014	3,2	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-33	-33	-33	-82	-82	-82	-21	-21	-21				23,9	23,3
11/07/2014		-2	-2	-2	-2	-2	-2	-58	-58	-58	-101	-101	-101	-26	-26	-26				24,0	23,3
12/07/2014	4,8	-3	-3	-3	-4	-4	-4	-75	-75	-75	-122	-122	-122	-26	-26	-26				24,0	23,5
13/07/2014		-5	-5	-5	-6	-6	-6	-88	-88	-88	-130	-130	-130	-21	-21	-21				24,1	23,4
14/07/2014		-7	-7	-7	-4	-4	-4	-24	-24	-24	-72	-72	-72	-15	-15	-15				24,3	23,2
15/07/2014		-1	-1	-1	0	0	0	-10	-10	-10	-12	-12	-12	-13	-13	-13				24,0	23,1
16/07/2014		0	0	0	-1	-1	-1	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-7	-7	-7				24,0	23,0
17/07/2014		0	0	0	-1	-1	-1	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-7	-7	-7				24,2	22,8
18/07/2014		-1	-1	-1	0	0	0	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-14	-14	-14				24,2	22,8
19/07/2014		0	0	0	0	0	0	-7	-7	-7	-11	-11	-11	-14	-14	-14				24,6	23,3
20/07/2014		0	0	0	0	0	0	-10	-10	-10	-11	-11	-11	-17	-17	-17				23,2	23,9
21/07/2014		-2	-2	-2	0	0	0	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-20	-20	-20				23,1	23,7
22/07/2014		-2	-2	-2	0	0	0	-12	-12	-12	-13	-13	-13	-24	-24	-24				23,0	23,6
23/07/2014		-2	-2	-2	0	0	0	-3	-3	-3	0	0	0	-2	-2	-2				23,2	23,1
24/07/2014		-2	-2	-2	0	0	0	-3	-3	-3	0	0	0	-7	-7	-7				23,4	23,2
25/07/2014		-2	-2	-2	0	0	0	-3	-3	-3	-10	-10	-10	-9	-9						

DIA	CHUVAS mm	T0 20cm			T0 40cm			T1 20cm			T1 40cm			T2 20cm			T2 40cm			GEOTERMÓMETRO °C	
		GMS1	GMS2	GMS Média	GMS1	GMS2	GMS Média	GMS1	GMS2	GMS Média	GMS1	GMS2	GMS Média	GMS1	GMS2	GMS Média	GMS1	GMS2	GMS Média	20 cm	30 cm
01/08/2014		-1	-1	-1	0	0	0	-10	-10	-10	-21	-21	-21	-12	-12	-12				21,0	23,0
02/08/2014		0	0	0	0	0	0	-10	-10	-10	-21	-21	-21	-13	-13	-13				23,6	23,6
03/08/2014		0	0	0	0	0	0	-10	-10	-10	-21	-21	-21	-26	-26	-26				25,0	24,6
04/08/2014		-2	-2	-2	0	0	0	-4	-4	-4	-46	-46	-46	-4	-4	-4	-24	-24	-24	23,6	24,0
05/08/2014		-2	-2	-2	0	0	0	-4	-4	-4	-46	-46	-46	-4	-4	-4	-24	-24	-24	23,4	24,4
06/08/2014		-4	-4	-4	0	0	0	-15	-15	-15	-29	-29	-29	-7	-7	-7	-11	-11	-11	24,8	25,0
07/08/2014		-4	-4	-4	0	0	0	-16	-16	-16	-29	-29	-29	-7	-7	-7	-11	-11	-11	24,8	25,0
08/08/2014		-4	-4	-4	0	0	0	-16	-16	-16	-28	-28	-28	-7	-7	-7	-11	-11	-11	26,0	25,0
09/08/2014		-6	-6	-6	0	0	0	-29	-29	-29	-35	-35	-35	-8	-8	-8	-14	-14	-14	24,4	24,8
10/08/2014	5,3	-10	-10	-10	-1	-1	-1	-35	-35	-35	-41	-41	-41	-6	-6	-6	-16	-16	-16	26,2	25,2
11/08/2014		-10	-10	-10	-2	-2	-2	-41	-41	-41	-46	-46	-46	-10	-10	-10	-17	-17	-17	25,0	24,8
12/08/2014		-2	-2	-2	-4	-4	-4	-55	-55	-55	-52	-52	-52	-6	-6	-6	-3	-3	-3	23,2	23,9
13/08/2014		-2	-2	-2	-4	-4	-4	-56	-56	-56	-52	-52	-52	-7	-7	-7	-4	-4	-4	23,1	23,7
14/08/2014	17,0	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-33	-33	-33	-29	-29	-29	-6	-6	-6	-4	-4	-4	23,9	23,3
15/08/2014	8,0	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-33	-33	-33	-28	-28	-28	-6	-6	-6	-4	-4	-4	23,9	23,3
16/08/2014		-2	-2	-2	-2	-2	-2	-33	-33	-33	-28	-28	-28	-6	-6	-6	-4	-4	-4	21,0	23,0
17/08/2014		-2	-2	-2	-2	-2	-2	-32	-32	-32	-29	-29	-29	-10	-10	-10	-3	-3	-3	23,6	23,6
18/08/2014		-3	-3	-3	0	0	0	-35	-35	-35	-31	-31	-31	-16	-16	-16	-3	-3	-3	25,0	24,6
19/08/2014		-3	-3	-3	0	0	0	-39	-39	-39	-33	-33	-33	-23	-23	-23	-7	-7	-7	23,6	24,0
20/08/2014		-3	-3	-3	0	0	0	-38	-38	-38	-32	-32	-32	-22	-22	-22	-6	-6	-6	23,4	24,4
21/08/2014		-6	-6	-6	-1	-1	-1	-59	-59	-59	-44	-44	-44	-55	-55	-55	-12	-12	-12	24,8	25,0
22/08/2014		-6	-6	-6	-1	-1	-1	-58	-58	-58	-44	-44	-44	-54	-54	-54	-11	-11	-11	24,8	25,0
23/08/2014		-13	-133	-73	0	0	0	-81	-81	-81	-69	-69	-69	-100	-100	-100	-22	-22	-22	26,0	25,0
24/08/2014		-13	-13	-13	0	0	0	-80	-80	-80	-68	-68	-68	-100	-100	-100	-21	-21	-21	24,4	24,8
25/08/2014		-14	-14	-14	-1	-1	-1	-86	-86	-86	-76	-76	-76	-164	-164	-164	-21	-21	-21	26,2	25,2
26/08/2014		-16	-16	-16	-12	-12	-12	-96	-96	-96	-83	-83	-83	-102	-102	-102	-50	-50	-50	26,0	24,8
27/08/2014		-17	-17	-17	-13	-13	-13	-112	-112	-112	-91	-91	-91	-112	-112	-112	-91	-91	-91	25,3	25,0
28/08/2014		-19	-19	-19	-16	-16	-16	-125	-125	-125	-104	-104	-104	-115	-115	-115	-31	-31	-31	25,2	25,1
29/08/2014		-19	-19	-19	-16	-16	-16	-125	-125	-125	-104	-104	-104	-115	-115	-115	-31	-31	-31	25,4	25,2
30/08/2014		-19	-19	-19	-16	-16	-16	-126	-126	-126	-106	-106	-106	-120	-120	-120	-34	-34	-34	25,6	25,1
31/08/2014		-20	-20	-20	-17	-17	-17	-128	-128	-128	-110	-110	-110	-180	-180	-180	-35	-35	-35	25,4	25,0
01/09/2014		-19	-19	-19	-16	-16	-16	-126	-126	-126	-166	-166	-166	-199	-199	-199	-34	-34	-34	24,0	24,0
02/09/2014	3,2	-20	-20	-20	-17	-17	-17	-128	-128	-128	-110	-110	-110	-180	-180	-180	-35	-35	-35	25,6	25,8
03/09/2014		-23	-23	-23	-19	-19	-19	-144	-144	-144	-128	-128	-128	-199	-199	-199	-93	-93	-93	25,8	26,0
04/09/2014	5,3	-27	-27	-27	-19	-19	-19	-147	-147	-147	-141	-141	-141	-199	-199	-199	-104	-104	-104	24,8	24,6
05/09/2014		-26	-26	-26	-19	-19	-19	-147	-147	-147	-141	-141	-141	-199	-199	-199	-104	-104	-104	24,8	24,6
06/09/2014		-26	-26	-26	-19	-19	-19	-148	-148	-148	-168	-168	-168	-199	-199	-199	-123	-123	-123	24,8	24,2
07/09/2014		-29	-29	-29	-29	-29	-25	-152	-152	-152	-183	-183	-183	-199	-199	-199	-135	-135	-135	22,8	23,0
08/09/2014		-29	-29	-29	-19	-19	-19	-155	-155	-155	-182	-182	-182	-199	-199	-199	-145	-145	-145	23,4	23,0
09/09/2014		-26	-26	-26	-19	-19	-19	-158	-158	-158	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-199	24,8	25,0
10/09/2014		-27	-27	-27	-19	-19	-19	-166	-166	-166	-189	-189	-189	-199	-199	-199	-195	-195	-195	24,2	24,8
11/09/2014		-27	-27	-27	-19	-19	-19	-169	-169	-169	-187	-187	-187	-180	-180	-180	-163	-163	-163	24,8	25,4
12/09/2014		-27	-27	-27	-19	-19	-19	-169	-169	-169	-187	-187	-187	-185	-185	-185	-163	-163	-163	25,0	25,4
13/09/2014		-27	-27	-27	-19	-19	-19	-169	-169	-169	-187	-187	-187	-189	-189	-189	-168	-168	-168	25,0	25,6
14/09/2014		-27	-27	-27	-19	-19	-19	-170	-170	-170	-187	-187	-187	-190	-190	-190	-169	-169	-169	25,4	25,8
15/09/2014		-27	-27	-27	-19	-19	-19	-178	-178	-178	-187	-187	-187	-192	-192	-192	-170	-170	-170	25,8	25,8
16/09/2014		-27	-27	-27	-19	-19	-19	-190	-190	-190	-187	-187	-187	-195	-195	-195	-180	-180	-180	26,0	26,0
17/09/2014		-29	-29	-29	-19	-19	-19	-192	-192	-192	-187	-187	-187	-199	-199	-199	-192	-192	-192	27,0	27,4
18/09/2014		-29	-29	-29	-19	-19	-19	-192	-192	-192	-187	-187	-187	-199	-199	-199	-192	-192	-192	27,0	27,4
19/09/2014		-28	-28	-28	-19	-19	-19	-193	-193	-193	-190	-190	-190	-199	-199	-199	-182	-182	-182	27,0	27,4
20/09/2014		-28	-28	-28	-20	-20	-20	-194	-194	-194	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-182	-182	-182	28,9	27,4
21/09/2014		-28	-28	-28	-20	-20	-20	-194	-194	-194	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-182	-182	-182	28,8	27,4
22/09/2014		-32	-32	-32	-22	-22	-22	-178	-178	-178	-190	-190	-190	-194	-194	-194	-186	-186	-186	24,6	24,8
23/09/2014	9,5	-31	-31	-31	-22	-22	-22	-176	-176	-176	-192	-192	-192	-193	-193	-193	-182	-182	-182	24,8	25,0
24/09/2014		-30	-30	-30	-22	-22	-22	-174	-174	-174	-193	-193	-193	-193	-193	-193	-182	-182	-182	25,0	25,4
25/09/2014		-28	-28	-28	-22	-22	-22	-171	-171	-171	-199	-199	-199	-192	-192	-192	-180	-180	-180	26,8	26,2
26/09/2014		-30	-30	-30	-22	-22	-22	-177	-177	-177	-197	-197	-197	-183	-183	-183	-186	-186	-186	26,2	26,4
27/09/2014		-30	-30	-30	-22	-22	-22	-177	-177	-177	-199	-199	-199	-183	-183	-183	-186	-186	-186	26,8	26,8
28/09/2014		-30	-30	-30	-22	-22	-22	-178	-178	-178	-199	-199	-199	-183	-183	-183	-187	-187	-187	27,0	27,0
29/09/2014		-28	-28	-28	-22	-22	-22	-183	-183	-183	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-187	-187	-187	27,8	27,0
30/09/2014		-30	-30	-30	-22	-22	-22	-188	-188	-188	-191	-191	-191	-195	-195	-195	-191	-191	-191	27,2	27,0
01/10/2014		-30	-30	-30	-22	-22	-22	-190	-190	-190	-189	-189	-189	-185	-185	-185	-191	-191	-191	28,2	27,8
02/10/2014		-32	-32	-32	-30	-30	-30	-192	-192	-192	-179	-179	-179	-185	-185	-185	-193	-193	-193	28,4	27,9
03/10/2014		-35	-35	-35	-24	-24	-24	-199	-199	-199	-193	-193	-193	-198	-198	-198	-198	-198	-198	24,8	24,0
04/10/2014		-35	-35	-35	-24	-24	-24	-199	-199	-199	-193	-193	-193	-198	-198	-198	-198	-198	-198	24,8	24,2
05/10/2014		-35	-35	-35	-24	-24	-24	-189	-189	-189	-199	-199	-199	-197	-197	-197	-198	-198	-198	25,0	24,0
06/10/2014		-35	-35	-35	-28	-28	-28	-199	-199	-199	-195	-195	-195	-197	-197	-197	-197	-197	-197	24,6	24,1
07/10/2014		-39	-39	-39	-28	-28	-28	-199	-199	-199	-198	-198	-198	-197	-197	-197	-197	-197	-197	25,0	24,9
08/10/2014		-39	-39	-39	-27	-27	-27	-198	-198	-198	-193	-193	-193	-191	-191	-191	-196	-196	-196	22,8	22,0
09/10/2014		-45	-45	-45	-27	-27	-27	-199	-199	-199	-199	-1									

DIA	CHUVAS mm	T0 20cm			T0 40cm			T1 20cm			T1 40cm			T2 20cm			T2 40cm			GEOTERMÓMETRO °C	
		GMS1	GMS2	GMS Média	GMS1	GMS2	GMS Média	GMS1	GMS2	GMS Média	GMS1	GMS2	GMS Média	GMS1	GMS2	GMS Média	GMS1	GMS2	GMS Média	20 cm	30 cm
01/12/2014		0	0	0	-15	-15	-15	0	0	0	-119	-119	-119	-20	-20	-20	-15	-15	-15	27,6	28,0
02/12/2014		-1	-1	-1	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-87	-87	-87	-15	-15	-15	-20	-20	-20	28,0	28,8
03/12/2014		-1	-1	-1	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-88	-88	-88	-30	-30	-30	-21	-21	-21	29,8	30,2
04/12/2014		-2	-2	-2	-12	-12	-12	-16	-16	-16	-80	-80	-80	-58	-58	-58	-29	-29	-29	30,8	31,0
05/12/2014	42,4	-3	-3	-3	-12	-12	-12	-28	-28	-28	-79	-79	-79	0	0	0	-50	-50	-50	29,8	29,8
06/12/2014		0	0	0	-12	-12	-12	-21	-21	-21	-75	-75	-75	-3	-3	-3	-85	-85	-85	28,6	28,4
07/12/2014		0	0	0	-11	-11	-11	-22	-22	-22	-69	-69	-69	-19	-19	-19	-71	-71	-71	28,2	28,6
08/12/2014		0	0	0	-10	-10	-10	-27	-27	-27	-65	-65	-65	-27	-27	-27	-73	-73	-73	29,4	29,8
09/12/2014		0	0	0	-10	-10	-10	-27	-27	-27	-65	-65	-65	-27	-27	-27	-73	-73	-73	29,6	29,8
10/12/2014		0	0	0	-10	-10	-10	-27	-27	-27	-65	-65	-65	-27	-27	-27	-73	-73	-73	30,0	30,6
11/12/2014		0	0	0	-10	-10	-10	-27	-27	-27	-65	-65	-65	-27	-27	-27	-73	-73	-73	30,0	30,6
12/12/2014		-1	-1	-1	-10	-10	-10	-61	-61	-61	-74	-74	-74	-91	-91	-91	-86	-86	-86	30,0	30,6
13/12/2014		-1	-1	-1	-10	-10	-10	-61	-61	-61	-74	-74	-74	-91	-91	-91	-86	-86	-86	29,6	30,2
14/12/2014		-2	-2	-2	-10	-10	-10	-61	-61	-61	-74	-74	-74	-91	-91	-91	-86	-86	-86	29,2	30,4
15/12/2014	5,3	-6	-6	-6	-11	-11	-11	-192	-192	-192	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-165	-165	-165	29,6	30,2
16/12/2014		-7	-7	-7	-11	-11	-11	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-199	29,6	30,0
17/12/2014		-14	-7	-11	-12	-11	-12	-196	-194	-195	-199	-197	-198	-172	-172	-172	-175	-175	-175	29,2	29,8
18/12/2014		-15	-8	-12	-13	-12	-13	-197	-199	-198	-199	-198	-199	-173	-173	-173	-177	-177	-177	32,0	32,4
19/12/2014		-17	-7	-12	-13	-12	-13	-198	-199	-199	-199	-199	-199	-173	-173	-173	-177	-177	-177	32,0	32,2
20/12/2014		-20	-7	-14	-14	-11	-13	-199	-195	-197	-199	-195	-197	-199	-199	-199	-184	-184	-184	32,0	32,4
21/12/2014		-21	-10	-16	-14	-12	-13	-199	-173	-186	-199	-186	-193	-199	-199	-199	-187	-187	-187	32,0	32,0
22/12/2014	3,7	-22	-10	-16	-15	-12	-14	-199	-119	-159	-195	-143	-169	-199	-199	-199	-182	-182	-182	31,4	31,8
23/12/2014		-23	-11	-17	-15	-12	-14	-199	-199	-199	-199	-182	-199	-199	-199	-199	-183	-183	-183	30,0	30,0
24/12/2014	3,2	-26	-11	-19	-15	-12	-14	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-183	-183	-183	32,0	32,4
25/12/2014		-27	-12	-20	-16	-12	-14	-199	-199	-199	-199	-182	-199	-199	-199	-199	-191	-191	-191	31,0	31,4
26/12/2014		-28	-12	-20	-16	-12	-14	-199	-199	-199	-199	-182	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-199	29,4	30,2
27/12/2014		-28	-12	-20	-16	-13	-15	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-199	31,0	31,8
28/12/2014		-27	-12	-20	-16	-13	-15	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-199	32,0	32,2
29/12/2014		-33	-11	-22	-16	-13	-15	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-199	33,4	33,4
30/12/2014		-36	-12	-24	-16	-13	-15	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-199	-199	34,0	35,8
31/12/2014	17,0	-36	-11	-24	-16	-13	-15	-11	-13	-12	-10	-5	-8	-199	-199	-199	-199	-199	-199	34,2	33,6
01/01/2015		-36	-11	-24	-16	-13	-15	-11	-13	-12	-10	-5	-8	-199	-199	-199	-199	-199	-199	34,8	33,8
02/01/2015		-36	-11	-24	-16	-13	-15	-11	-13	-12	-10	-5	-8	-199	-199	-199	-199	-199	-199	34,6	33,8
03/01/2015		-33	-11	-22	-15	-12	-14	-14	-58	-36	-10	-10	-10	-19	-19	-19	-20	-20	-20	36,0	35,8
04/01/2015		-35	-11	-23	-16	-13	-15	-20	-60	-40	-12	-12	-12	-24	-24	-24	-21	-21	-21	33,6	33,4
05/01/2015		-36	-11	-24	-16	-13	-15	-24	-62	-43	-15	-16	-16	-40	-40	-40	-26	-26	-26	31,6	32,0
06/01/2015	47,7	-2	0	-1	0	0	0	-2	-2	-2	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	28,6	29,6
07/01/2015		-2	0	-1	0	0	0	-2	-2	-2	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	30,4	30,0
08/01/2015		-2	0	-1	0	0	0	-2	0	-1	-8	0	-4	-12	-12	-12	-3	-3	-3	30,4	30,0
09/01/2015		-4	0	-2	0	0	0	-2	0	-1	-8	0	-4	-16	-16	-16	-8	-8	-8	32,4	32,0
10/01/2015		-6	0	-3	0	0	0	-2	0	-1	-16	-16	-7	-16	-16	-16	-10	-10	-10	33,8	33,8
11/01/2015		-10	0	-5	-2	0	-1	-16	-12	-14	-11	-12	-12	-32	-32	-32	-18	-18	-18	36,4	35,4
12/01/2015		-12	0	-6	-3	0	-2	-19	-19	-19	-13	-13	-13	-53	-53	-53	-22	-22	-22	33,0	33,6
13/01/2015		-13	-4	-9	0	0	0	-34	-16	-25	-15	-15	-15	-80	-80	-80	-53	-53	-53	34,0	36,6
14/01/2015		-14	-5	-10	0	0	0	-53	-16	-35	-22	-16	-19	-96	-96	-96	-73	-73	-73	33,8	33,2
15/01/2015		-16	-7	-12	0	0	0	-60	-34	-47	-17	-18	-18	-121	-121	-121	-107	-107	-107	34,2	34,0
16/01/2015		-16	-8	-12	0	0	0	-70	-52	-61	-19	-20	-20	-156	-156	-156	-135	-135	-135	33,8	34,2
17/01/2015		-18	-1	-10	0	0	0	-92	-19	-56	-68	-22	-45	-199	-199	-199	-147	-147	-147	32,2	33,6
18/01/2015		-19	-2	-11	-11	0	-6	-127	-21	-74	-186	-24	-105	-197	-197	-197	-156	-156	-156	34,4	34,6
19/01/2015		-20	-2	-11	-11	-1	-6	-145	-22	-84	-128	-29	-79	-198	-198	-198	-160	-160	-160	34,8	34,6
20/01/2015		-20	-2	-11	-11	-1	-6	-196	-22	-109	-128	-30	-79	-198	-198	-198	-160	-160	-160	34,8	34,6
21/01/2015		-28	-4	-16	-12	-2	-7	-162	-34	-98	-162	-34	-117	-199	-199	-199	-170	-170	-170	34,6	35,0
22/01/2015	0,8	-32	-5	-19	-12	-3	-8	-165	-53	-109	-199	-60	-130	-199	-199	-199	-173	-173	-173	34,0	34,4
23/01/2015	6,9	-38	-12	-25	-12	-7	-4	-166	-65	-116	-197	-68	-133	-199	-199	-199	-174	-174	-174	31,6	32,4
24/01/2015		-36	-12	-24	-7	-4	-6	-168	-70	-119	-199	-70	-135	-199	-199	-199	-175	-175	-175	31,6	32,4
25/01/2015		-48	-10	-29	-14	-7	-11	-157	-104	-131	-199	-86	-143	-199	-199	-199	-167	-167	-167	30,2	30,0
26/01/2015		-58	-10	-34	-14	-6	-10	-166	-122	-144	-199	-98	-149	-199	-22	-111	-176	-176	-176	32,2	32,8
27/01/2015		-51	-7	-29	-14	-7	-11	-173	-163	-168	-199	-117	-158	-199	-39	-119	-181	-181	-181	35,0	34,0
28/01/2015		-51	-7	-29	-15	-7	-11	-173	-163	-168	-199	-117	-158	-199	-39	-119	-181	-181	-181	35,0	34,0
29/01/2015	45,4	-58	0	-29	-15	0	-8	-1	-176	-89	-1	0	-1	0	0	0	-5	-2	-4	29,8	40,2
30/01/2015		-42	0	-21	-13	0	-7	-2	-110	-56	-1	-6	-4	0	0	0	-2	-2	-2	29,8	30,8
31/01/2015	47,7	0	0	0	0	-13	-7	-5	-84	-45	-2	0	-1	0	0	0	-2	-2	-2	30,6	33,4
01/02/2015		0	0	0	0	-13	-7	-6	-85	-46	-2	0	-1	0	0	0	-2	-2	-2	30,8	30,6
02/02/2015	1,8	0	-4	-2	0	-3	-2	-3	-12	-8	0	0	0	-3	0	-2	-2	-2	-2	28,8	30,4
03/02/2015	5,3	-1	-6	-3	0	-4	-2	-3	-2	-3	-1	0	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-2	27,8	28,6
04/02/2015	44,5	0	-1	-1	0	0	0	-3	0	-2	0	0	0	-1	0	-1	-3	-3	-3	28,0	28,4
05/02/2015		0	-2	-1	0	0	0	-2	0	-1	0	0	0	-2	0	-1	-2	-2	-2	28,4	28,8
06/02/2015	2,1	0	-3	-2	0	0	0	-3	0	-2	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	27,0	27,8
08/02/2015		0	-4	-2	0	0	0	-3	0	-2	-2	0	-1	-2	-2	-2	-3	-3	-3	28,0	28,4
09/02/2015		0	-4	-2	0	0	-4	-2	-5	0	-3	-1	-1	-10	-4	-7	-12	-12	-12	28,0	28,6
10/02/2015	22,1	0	-6	-3	0	0	0	-12	-2	-7	-3	-11	-7	-15	-21	-18	-8	-8	-8	28,0	28,8
11/02/2015		0	-1	-1</																	

Apêndice M – Perdas de Água e Solo nas parcelas T0, T1 e T2

PERDAS DE ÁGUA E SOLO - Parcela de Erosão T0							
Data	Escoamento (L)	Escoamento (mm)	Pluviometria (mm)	Escoa./ Pluv.(%)	Concentração g/L	Perda Total (g/m ²)	Perda Total (ton/ha)
10/05/2014	6	0,06818182	8,7	0,78369906	0,70	0,04772727	0,00047727
11/05/2014	12	0,13636364	9,0	1,51515152	1,19	0,16227273	0,00162273
25/05/2014	19	0,21590909	14,0	1,54220779	0,17	0,03670455	0,00036705
28/05/2014	5	0,05681818	7,7	0,73789847	0,10	0,00568182	0,00005682
29/05/2014	5	0,05681818	6,9	0,82345191	0,09	0,00511364	0,00005114
MAI-14	47	0,53409091	46,3	1,15354408		0,25750000	0,00257500
03/06/2014	24	0,27272727	20,8	1,31118881	2,07	0,56454545	0,00564545
10/06/2014	2	0,02272727	3,7	0,61425061	0,34	0,00772727	0,00007727
11/06/2014	6	0,06818182	9,5	0,71770335	0,95	0,06477273	0,00064773
19/06/2014	6	0,06818182	9,5	0,71770335	0,71	0,04840909	0,00048409
20/06/2014	10	0,11363636	13,3	0,85440875	2,09	0,23750000	0,00237500
JUN-14	48	0,54545455	56,8	0,96030730		0,92295455	0,00922955
09/07/2014	0	0,00000000	2,7	0,00000000	0,00	0,00000000	0,00000000
10/07/2014	0	0,00000000	3,2	0,00000000	0,00	0,00000000	0,00000000
12/07/2014	0	0,00000000	4,8	0,00000000	0,00	0,00000000	0,00000000
26/07/2014	9	0,10227273	10,6	0,96483705	1,06	0,10840909	0,00108409
27/07/2014	6	0,06818182	4,9	1,39146568	1,33	0,09068182	0,00090682
28/07/2014	6	0,06818182	3,7	1,84275184	1,37	0,09340909	0,00093409
JUL-14	21	0,23863636	29,9	0,79811493		0,29250000	0,00292500
10/08/2014	2	0,02272727	5,3	0,42881647	0,05	0,00113636	0,00001136
14/08/2014	7	0,07954545	17,0	0,46791444	0,06	0,00477273	0,00004773
15/08/2014	5	0,05681818	8,0	0,71022727	0,03	0,00170455	0,00001705
AGO-14	14	0,15909091	30,3	0,52505251		0,00761364	0,00007614
02/09/2014	2	0,02272727	3,2	0,71022727	1,31	0,02977273	0,00029773
04/09/2014	3	0,03409091	5,3	0,64322470	0,41	0,01397727	0,00013977
23/09/2014	1	0,01136364	9,5	0,11961722	0,62	0,00704545	0,00007045
SET-14	6	0,06818182	18,0	0,37878788		0,05079545	0,00050795
20/10/2014	0	0,00000000	1,6	0,00000000	0,00	0,00000000	0,00000000
21/10/2014	0	0,00000000	2,1	0,00000000	0,00	0,00000000	0,00000000
22/10/2014	1	0,01136364	2,1	0,54112554	0,31	0,00352273	0,00003523
27/10/2014	2	0,02272727	17,0	0,13368984	0,57	0,01295455	0,00012955
OUT-14	3	0,03409091	22,8	0,14952153		0,01647727	0,00016477
09/11/2014	3	0,03409091	5,3	0,64322470	0,68	0,02318182	0,00023182
14/11/2014	3,5	0,03977273	6,9	0,57641634	0,20	0,00795455	0,00007955
15/11/2014	2	0,02272727	5,3	0,42881647	0,27	0,00613636	0,00006136
16/11/2014	3	0,03409091	6,9	0,49407115	0,23	0,00784091	0,00007841
24/11/2014	2	0,02272727	5,3	0,42881647	0,15	0,00340909	0,00003409
27/11/2014	22	0,25000000	8,0	3,12500000	0,78	0,19500000	0,00195000
28/11/2014	60	0,68181818	15,9	4,28816467	1,77	1,20681818	0,01206818
NOV-14	95,5	1,08527272	53,6	2,02467775		1,45034091	0,01450341
05/12/2014	125	1,42045455	42,4	3,35012864	0,87	1,23579545	0,01235795
15/12/2014	2	0,02272727	5,3	0,42881647	0,97	0,02204545	0,00022045
22/12/2014	3	0,03409091	3,7	0,92137592	0,60	0,02045455	0,00020455
24/12/2014	2	0,02272727	3,2	0,71022727	0,22	0,00500000	0,00005000
31/12/2014	300	3,40909091	17,0	20,05347594	1,84	6,25738636	0,06257386
DEZ-14	432	4,90909091	71,6	6,85627222		7,54068182	0,07540682
06/01/2015	1.000	11,36363636	47,7	23,82313703	47,46	539,32954545	5,39329545
22/01/2015	0	0,00000000	0,8	0,00000000	0,00	0,00000000	0,00000000
23/01/2015	0	0,00000000	6,9	0,00000000	0,00	0,00000000	0,00000000
29/01/2015	1.000	11,36363636	45,4	25,03003604	22,47	255,32386364	2,55323864
31/01/2015	1.000	11,36363636	47,7	23,82313703	39,19	445,34659091	4,45346591
JAN-15	3.000	34,09090909	148,5	22,95684114		1.240,00000000	12,40000000
02/02/2015	2	0,02272727	1,8	1,26262626	0,30	0,00681818	0,00006818
03/02/2015	5	0,05681818	5,3	1,07204117	0,71	0,04034091	0,00040341
04/02/2015	1.000	11,36363636	44,5	25,53626149	34,72	394,57386364	3,94573864
06/02/2015	2	0,01704545	2,1	0,81168831	0,03	0,00051136	0,00005111
10/02/2015	900	10,22727273	22,1	46,27725216	17,90	183,11420455	1,83114205
16/02/2015	1.300	14,77272727	33,7	43,83598597	48,20	712,04545455	7,12045455
18/02/2015	0	0,00000000	6,6	0,00000000	0,00	0,00000000	0,00000000
28/02/2015	115	1,30681818	5,3	24,65694683	2,51	3,27423295	0,03274233
FEV-15	3.324	37,76704545	121,4	31,10959263		1.293,05542614	12,93055426
01/03/2015	0	0,00000000	2,1	0,00000000	0,00	0,00000000	0,00000000
08/03/2015	2.000	22,72727273	65,5	34,69812630	43,71	993,43181818	9,93431818
09/03/2015	0	0,00000000	3,2	0,00000000	0,00	0,00000000	0,00000000
10/03/2015	0	0,00000000	3,7	0,00000000	0,00	0,00000000	0,00000000
12/03/2015	0	0,00000000	1,1	0,00000000	0,00	0,00000000	0,00000000
14/03/2015	0	0,00000000	0,8	0,00000000	0,00	0,00000000	0,00000000
23/03/2015	2.000	22,72727273	48,0	47,34848485	24,02	545,87500000	5,45875000
30/03/2015	46	0,52272727	11,0	4,75206612	0,57	0,29795455	0,00297955
MAR-15	4.046	45,97727273	135,4	33,95662683		1.539,60477273	15,39604773
TOTAL	11.036	125,40909091	734,6	17,07175210		4.083,19906250	40,83199063

PERDAS DE ÁGUA E SOLO - Parcela de Erosão T1							
Data	Escoamento (L)	Escoamento (mm)	Pluviometria (mm)	Escoa./ Pluv.(%)	Concentração g/L	Perda Total (g/m ²)	Perda Total (ton/ha)
10/05/2014	6	0,06818182	8,7	0,78369906	0,08	0,00545455	0,0001
11/05/2014	12	0,13636364	9,0	1,51515152	0,01	0,00136364	0,0000
25/05/2014	18	0,20454545	14,0	1,46103896	0,14	0,02863636	0,0003
28/05/2014	3,5	0,03972727	7,7	0,51652893	0,02	0,00079545	0,0000
29/05/2014	3	0,03409091	6,9	0,49407115	0,11	0,00375000	0,0000
MAI-14	42,5	0,48295455	46,3	1,04309837		0,04000000	0,0004
03/06/2014	28	0,31818182	20,8	1,52972028	0,11	0,03500000	0,0004
10/06/2014	1	0,01136364	3,7	0,30712531	0,29	0,00329545	0,0000
11/06/2014	6	0,06818182	9,5	0,71770335	1,93	0,13159091	0,0013
19/06/2014	8	0,09090909	9,5	0,95693780	0,48	0,04363636	0,0004
20/06/2014	25	0,28409091	13,3	2,13602187	0,64	0,18181818	0,0018
JUN-14	68	0,77272727	56,8	1,36043534		0,39534091	0,0040
09/07/2014	0	0,00000000	2,7	0,00000000	0,00	0,00000000	0,0000
10/07/2014	0	0,00000000	3,2	0,00000000	0,00	0,00000000	0,0000
12/07/2014	0	0,00000000	4,8	0,00000000	0,00	0,00000000	0,0000
26/07/2014	6	0,06818182	10,6	0,64322470	0,08	0,00204545	0,0000
27/07/2014	4	0,04545455	4,9	0,92764378	0,13	0,00590909	0,0001
28/07/2014	4	0,04545455	3,7	1,22850123	0,12	0,00545455	0,0001
JUL-14	14	0,15909091	29,9	0,53207662		0,01340909	0,0001
10/08/2014	0,5	0,00568182	5,3	0,10720412	0,04	0,00022727	0,0000
14/08/2014	3	0,03409091	17,0	0,20053476	0,08	0,00272727	0,0000
15/08/2014	15	0,17045455	8,0	2,13068182	0,06	0,01022727	0,0001
AGO-14	18,5	0,21022727	30,3	0,69381938		0,01318182	0,0001
02/09/2014	1	0,01136364	3,2	0,35511364	0,13	0,00147727	0,0000
04/09/2014	1	0,01136364	5,3	0,21440823	0,11	0,00125000	0,0000
23/09/2014	2	0,02272727	9,5	0,23923445	0,15	0,00340909	0,0000
SET-14	4	0,04545455	18,0	0,25252525		0,00613636	0,0001
20/10/2014	0	0,00000000	1,6	0,00000000	0,00	0,00000000	0,0000
21/10/2014	0	0,00000000	2,1	0,00000000	0,00	0,00000000	0,0000
22/10/2014	0,5	0,00568182	2,1	0,27056277	0,02	0,00011364	0,0000
27/10/2014	9	0,10227273	17,0	0,60160428	0,06	0,00613636	0,0001
OUT-14	9,5	0,10795455	22,8	0,47348485		0,00625000	0,0001
09/11/2014	2	0,02272727	5,3	0,42881647	0,20	0,00454545	0,0000
14/11/2014	3	0,03409091	6,9	0,49407115	0,13	0,00443182	0,0000
15/11/2014	2	0,02272727	5,3	0,42881647	0,14	0,00318182	0,0000
16/11/2014	1	0,01136364	6,9	0,16469038	0,07	0,00079545	0,0000
24/11/2014	0	0,00000000	5,3	0,00000000	0,00	0,00000000	0,0000
27/11/2014	9	0,10227273	8,0	1,27840909	0,07	0,00715909	0,0001
28/11/2014	11	0,12500000	15,9	0,78616352	0,02	0,00250000	0,0000
NOV-14	28	0,31818182	53,6	0,59362280		0,02261364	0,0002
05/12/2014	10	0,11363636	42,4	0,26801029	0,02	0,00227273	0,0000
15/12/2014	0	0,00000000	5,3	0,00000000	0,00	0,00000000	0,0000
22/12/2014	1,5	0,01704545	3,7	0,46068796	0,12	0,00204545	0,0000
24/12/2014	1	0,01136364	3,2	0,35511364	0,03	0,00034091	0,0000
31/12/2014	18	0,20454545	17,0	1,20320856	0,37	0,07568182	0,0008
DEZ-14	30,5	0,34659091	71,6	0,48406552		0,08034091	0,0008
06/01/2015	37	0,42045455	47,7	0,88145607	0,46	0,19340909	0,0019
22/01/2015	0	0,00000000	0,8	0,00000000	0,00	0,00000000	0,0000
23/01/2015	3	0,03409091	6,9	0,49407115	0,10	0,00340909	0,0000
29/01/2015	68	0,77272727	45,4	1,70204245	3,70	2,85909091	0,0286
31/01/2015	80	0,90909091	47,7	1,90585096	1,57	1,42727273	0,0143
JAN-15	188	2,13636364	148,5	1,43862871		4,48318182	0,0448
02/02/2015	1	0,01136364	1,8	0,63131313	0,10	0,00113636	0,0000
03/02/2015	3	0,03409091	5,3	0,64322470	0,24	0,00818182	0,0001
04/02/2015	59	0,67045455	44,5	1,50663943	1,15	0,77102273	0,0077
06/02/2015	1,5	0,01704545	2,1	0,81168831	0,03	0,00051136	0,0000
10/02/2015	20	0,22727273	22,1	1,02838338	0,33	0,07500000	0,0008
16/02/2015	32	0,36363636	33,7	1,07903965	0,25	0,09090909	0,0009
18/02/2015	3	0,03409091	6,6	0,51652893	0,08	0,00272727	0,0000
28/02/2015	4	0,04545455	5,3	0,85763293	0,70	0,03181818	0,0003
FEV-15	123,5	1,40340909	121,4	1,15602067		0,98130682	0,0098
01/03/2015	0,25	0,00284091	2,1	0,13528139	0,16	0,00045455	0,0000
08/03/2015	76	0,86363636	65,5	1,31852880	0,82	0,70818182	0,0071
09/03/2015	3	0,03409091	3,2	1,06534091	0,08	0,00272727	0,0000
10/03/2015	1	0,01136364	3,7	0,30712531	0,11	0,00125000	0,0000
12/03/2015	0	0,00000000	1,1	0,00000000	0,00	0,00000000	0,0000
14/03/2015	0	0,00000000	0,8	0,00000000	0,00	0,00000000	0,0000
23/03/2015	32	0,36363636	48,0	0,75757576	0,28	0,10181818	0,0010
30/03/2015	7	0,07954545	11,0	0,72314050	0,10	0,00795455	0,0001
MAR-15	119,25	1,35511364	135,4	1,00082248		0,82238636	0,0082
TOTAL	645,75	7,33806818	734,6	0,99892025		6,86414773	0,0686

PERDAS DE ÁGUA E SOLO - Parcela de Erosão T2							
Data	Escoamento (L)	Escoamento (mm)	Pluviometria (mm)	Escoa./ Pluv.(%)	Concentração g/L	Perda Total (g/m ²)	Perda Total (ton/ha)
10/05/2014	8	0,09090909	8,7	1,04493208	0,19	0,01727273	0,0002
11/05/2014	12	0,13636364	9,0	1,51515152	0,26	0,03545455	0,0004
25/05/2014	12,5	0,14204545	14,0	1,01461039	0,03	0,00426136	0,0000
28/05/2014	6,3	0,07159091	7,7	0,92975207	0,16	0,01145455	0,0001
29/05/2014	6	0,06818182	6,9	0,98814229	0,03	0,00204545	0,0000
MAI-14	44,8	0,50909091	46,3	1,09954840		0,07048864	0,0007
03/06/2014	39	0,44318182	20,8	2,13068182	0,48	0,21272727	0,0021
10/06/2014	4	0,04545455	3,7	1,22850123	0,35	0,01590909	0,0002
11/06/2014	11	0,12500000	9,5	1,31578947	0,40	0,05000000	0,0005
19/06/2014	10	0,11363636	9,5	1,19617225	0,26	0,02954545	0,0003
20/06/2014	12	0,13636364	13,3	1,02529050	0,26	0,03545455	0,0004
JUN-14	76	0,86363636	56,8	1,52048656		0,34363636	0,0034
09/07/2014	0	0,00000000	2,7	0,00000000	0,00	0,00000000	0,0000
10/07/2014	0	0,00000000	3,2	0,00000000	0,00	0,00000000	0,0000
12/07/2014	0	0,00000000	4,8	0,00000000	0,00	0,00000000	0,0000
26/07/2014	9	0,10227273	10,6	0,96483705	0,07	0,00715909	0,0001
27/07/2014	7	0,07954545	4,9	1,62337662	0,04	0,00318182	0,0000
28/07/2014	5	0,05681818	3,7	1,53562654	0,13	0,06500000	0,0005
JUL-14	21	0,23863636	29,9	0,79811493		0,06603409	0,0006
10/08/2014	3	0,03409091	5,3	0,64322470	0,04	0,00136364	0,0000
14/08/2014	9	0,10227273	17,0	0,60160428	0,04	0,00409091	0,0000
15/08/2014	5	0,05681818	8,0	0,71022727	0,02	0,00113636	0,0000
AGO-14	17	0,19318182	30,3	0,63756376		0,00659091	0,0001
02/09/2014	3	0,03409091	3,2	1,06534091	0,21	0,00715909	0,0001
04/09/2014	6	0,06818182	5,3	1,28644940	0,04	0,00272727	0,0000
23/09/2014	9	0,10227273	9,5	1,07655502	0,08	0,00818182	0,0001
SET-14	18	0,20454545	18,0	1,13636364		0,01806818	0,0002
20/10/2014	1,5	0,01704545	1,6	1,06534091	0,27	0,00460227	0,0000
21/10/2014	1,2	0,01363636	2,1	0,64935065	0,44	0,00600000	0,0001
22/10/2014	2	0,02272727	2,1	1,08225108	0,03	0,00068182	0,0000
27/10/2014	15	0,17045455	17,0	1,00267380	0,10	0,01704545	0,0002
OUT-14	19,7	0,22386364	22,8	0,98185805		0,02832955	0,0003
09/11/2014	5,5	0,06250000	5,3	1,17924528	0,20	0,01250000	0,0001
14/11/2014	7	0,07954545	6,9	1,15283267	0,15	0,01193182	0,0001
15/11/2014	4,5	0,05113636	5,3	0,96483705	0,13	0,00664773	0,0001
16/11/2014	4	0,04545455	6,9	0,65876153	0,06	0,00272727	0,0000
24/11/2014	4	0,04545455	5,3	0,85763293	0,15	0,00681818	0,0001
27/11/2014	15	0,17045455	8,0	2,13068182	0,06	0,01022727	0,0001
28/11/2014	16	0,18181818	15,9	1,14351058	0,14	0,02545455	0,0003
NOV-14	56	0,63636364	53,6	1,18724559		0,07630682	0,0008
05/12/2014	14	0,15909091	42,4	0,37521441	0,22	0,03500000	0,0004
15/12/2014	4,5	0,05113636	5,3	0,96483705	0,30	0,01534091	0,0002
22/12/2014	3	0,03409091	3,7	0,92137592	0,11	0,00375000	0,0000
24/12/2014	4	0,04545455	3,2	1,42045455	0,04	0,00181818	0,0000
31/12/2014	20	0,22727273	17,0	1,33689840	0,35	0,07954545	0,0008
DEZ-14	45,5	0,51704545	71,6	0,72213052		0,13545455	0,0014
06/01/2015	37	0,42045455	47,7	0,88145607	0,59	0,24806818	0,0025
22/01/2015	0,8	0,00909091	0,8	1,13636364	0,19	0,00172727	0,0000
23/01/2015	6	0,06818182	6,9	0,98814229	0,15	0,01022727	0,0001
29/01/2015	57	0,64772727	45,4	1,42671205	0,91	0,58943182	0,0059
31/01/2015	62	0,70454545	47,7	1,47703450	0,62	0,43681818	0,0044
JAN-15	162,8	1,85000000	148,5	1,24579125		1,28627273	0,0129
02/02/2015	2	0,02272727	1,8	1,26262626	0,19	0,00431818	0,0000
03/02/2015	3	0,03409091	5,3	0,64322470	0,11	0,00375000	0,0000
04/02/2015	59	0,67045455	44,5	1,50663943	0,55	0,36875000	0,0037
06/02/2015	3	0,03409091	2,1	1,62337662	0,28	0,00954545	0,0001
10/02/2015	22	0,25000000	22,1	1,13122172	0,16	0,04000000	0,0004
16/02/2015	34	0,38636364	33,7	1,14647963	0,37	0,14295455	0,0014
18/02/2015	6	0,06818182	6,6	1,03305785	0,13	0,00886364	0,0001
28/02/2015	6	0,06818182	5,3	1,28644940	0,83	0,05659091	0,0006
FEV-15	135	1,53409091	121,4	1,26366632		0,63477273	0,0063
01/03/2015	2	0,02272727	2,1	1,08225108	0,44	0,01000000	0,0001
	93	1,05681818	65,5	1,61346287	1,00	1,05681818	0,0106
09/03/2015	2	0,02272727	3,2	0,71022727	0,19	0,00431818	0,0000
10/03/2015	3	0,03409091	3,7	0,92137592	0,11	0,00375000	0,0000
12/03/2015	0,8	0,00909091	1,1	0,82644628	0,09	0,00081818	0,0000
14/03/2015	0	0,00000000	0,8	0,00000000	0,00	0,00000000	0,0000
23/03/2015	50	0,56818182	48,0	1,18371212	0,36	0,20454545	0,0020
30/03/2015	10	0,11363636	11,0	1,03305785	0,12	0,01363636	0,0001
MAR-15	160,8	1,82727273	135,4	1,34953673		1,29388636	0,0129
12 Meses	756,6	8,59772727	734,6	1,17039576		4,55414773	0,0455

Apêndice N – Análise Estatística

DATA	ESCOAMENTO - litros			PERDA DE SOLO - t.ha-1		
	T0	T1	T2	T0	T1	T2
10-mai-14	6,0	6,0	8,0	0,0005	0,0001	0,0002
11-mai-14	12,0	12,0	12,0	0,0016	0,0000	0,0004
25-mai-14	19,0	18,0	12,5	0,0004	0,0003	0,0000
28-mai-14	5,0	3,5	6,3	0,0001	0,0000	0,0001
29-mai-14	5,0	3,0	6,0	0,0001	0,0000	0,0000
3-jun-14	24,0	28,0	39,0	0,0056	0,0004	0,0021
10-jun-14	2,0	1,0	4,0	0,0001	0,0000	0,0002
11-jun-14	6,0	6,0	11,0	0,0006	0,0013	0,0005
19-jun-14	6,0	8,0	10,0	0,0005	0,0004	0,0003
20-jun-14	10,0	25,0	12,0	0,0024	0,0018	0,0004
9-jul-14	0,0	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
10-jul-14	0,0	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
12-jul-14	0,0	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
26-jul-14	9,0	6,0	9,0	0,0011	0,0000	0,0001
27-jul-14	6,0	4,0	7,0	0,0009	0,0001	0,0000
28-jul-14	6,0	4,0	5,0	0,0009	0,0001	0,0065
10-ago-14	2,0	0,5	3,0	0,0000	0,0000	0,0000
14-ago-14	7,0	3,0	9,0	0,0000	0,0000	0,0000
15-ago-14	5,0	15,0	5,0	0,0000	0,0001	0,0000
2-set-14	2,0	1,0	3,0	0,0003	0,0000	0,0001
4-set-14	3,0	1,0	6,0	0,0001	0,0000	0,0000
23-set-14	1,0	2,0	9,0	0,0001	0,0000	0,0001
20-out-14	0,0	0,0	1,5	0,0000	0,0000	0,0000
21-out-14	0,0	0,0	1,2	0,0000	0,0000	0,0001
22-out-14	1,0	0,5	2,0	0,0000	0,0000	0,0000
27-out-14	2,0	9,0	15,0	0,0008	0,0001	0,0002
9-nov-14	3,0	2,0	5,5	0,0002	0,0000	0,0001
14-nov-14	3,5	3,0	7,0	0,0001	0,0000	0,0001
15-nov-14	2,0	2,0	4,5	0,0001	0,0000	0,0001
16-nov-14	3,0	1,0	4,0	0,0001	0,0000	0,0000
24-nov-14	2,0	0,0	4,0	0,0000	0,0000	0,0001
27-nov-14	22,0	9,0	15,0	0,0020	0,0001	0,0001
28-nov-14	60,0	11,0	16,0	0,0121	0,0000	0,0003
5-dez-14	125,0	10,0	14,0	0,0124	0,0000	0,0004
15-dez-14	2,0	0,0	4,5	0,0002	0,0000	0,0002
22-dez-14	3,0	1,5	3,0	0,0002	0,0000	0,0000
24-dez-14	2,0	1,0	4,0	0,0001	0,0000	0,0000
31-dez-14	300,0	18,0	20,0	0,0626	0,0008	0,0008
6-jan-15	1.000,0	37,0	37,0	5,3933	0,0019	0,0025
22-jan-15	0,0	0,0	0,8	0,0000	0,0000	0,0000
23-jan-15	0,0	3,0	6,0	0,0000	0,0000	0,0001
29-jan-15	1.000,0	68,0	57,0	2,5532	0,0286	0,0059
31-jan-15	1.000,0	80,0	62,0	4,4535	0,0143	0,0044
2-fev-15	2,0	1,0	2,0	0,0001	0,0000	0,0000
3-fev-15	5,0	3,0	3,0	0,0004	0,0001	0,0000
4-fev-15	1.000,0	59,0	59,0	3,9457	0,0077	0,0037
6-fev-15	2,0	1,5	3,0	0,0000	0,0000	0,0001
10-fev-15	900,0	20,0	22,0	1,8311	0,0008	0,0004
16-fev-15	1.300,0	32,0	34,0	7,1205	0,0009	0,0014
18-fev-15	0,0	3,0	6,0	0,0000	0,0000	0,0001
28-fev-15	115,0	4,0	6,0	0,0327	0,0003	0,0006
1-mar-15	0,0	0,3	2,0	0,0000	0,0000	0,0001
8-mar-15	2.000,0	76,0	93,0	9,9343	0,0071	0,0106
9-mar-15	0,0	3,0	2,0	0,0000	0,0000	0,0000
10-mar-15	0,0	1,0	3,0	0,0000	0,0000	0,0000
12-mar-15	0,0	0,0	0,8	0,0000	0,0000	0,0000
14-mar-15	0,0	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
23-mar-15	2.000,0	32,0	50,0	5,4588	0,0010	0,0020
30-mar-15	46,0	7,0	10,0	0,0030	0,0001	0,0001
TOTAIS	11.036,5	645,8	756,6	40,8326	0,0686	0,0455
		12.438,9			40,9468	

Anova: fator único

RESUMO: ESCOAMENTO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
T0	59	11036,5	187,059322	216590,5352
T1	59	645,75	10,94491525	348,4074737
T2	59	756,6	12,82372881	336,2452893

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	1207097,838	2	603548,9189	8,333426258	0,000349818	4,729232203
Dentro dos grupos	12601960,9	174	72425,06266			
Total	13809058,74	176				

Teste F com $\alpha = 0,01$

F calculado	F tabelado	Conclusão
8,333426258	4,7292	Há diferença entre os tratamentos

Teste de Tukey com $\alpha = 0,01$

Comparação	Diferença das médias	na;nb	EP (Tukey)	q calculado	q tabelado	Conclusão
T0 vs T1	176,1144068	59;59	35,03631594	5,026624576	4,12	Médias \neq Estatisticamente
T0 vs T2	174,2355932	59;59	35,03631594	4,97299983	4,12	Médias \neq Estatisticamente
T1 vs T2	1,878813559	59;59	35,03631594	0,053624746	4,12	Médias = Estatisticamente

Anova: fator único

RESUMO: PERDA DE SOLO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
T0	59	40,83263827	0,692078615	3,884438049
T1	59	0,068641473	0,001163415	1,83314E-05
T2	59	0,045541482	0,00077189	3,53905E-06

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	QM	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	18,78695612	2	9,393478059	7,254659532	0,000942	4,729232203
Dentro dos grupos	225,2986753	174	1,294819973			
Total	244,0856314	176				

Teste F com $\alpha = 0,01$

F calculado	F tabelado	Conclusão
7,254659532	4,7292	Há diferença entre os tratamentos

Teste de Tukey com $\alpha = 0,01$

Comparação	Diferença das médias	na;nb	EP (Tukey)	q calculado	q tabelado	Conclusão
T0 vs T1	0,6909152	59;59	0,148142166	4,663865936	4,12	Médias \neq Estatisticamente
T0 vs T2	0,691306725	59;59	0,148142166	4,666508838	4,12	Médias \neq Estatisticamente
T1 vs T2	0,000391525	59;59	0,148142166	0,002642902	4,12	Médias = Estatisticamente

Anexo A – Ficha de Classificação Pedológica

ANEXO 1 - FICHA DE CLASSIFICAÇÃO PEDOLÓGICA

Classificação:

PERFIL N°:

Localização:

Coordenadas Geográficas:

Situação, Declive e Cobertura:

Altitude: Clima:

Litologia:

Formação Geológica:

Material Originário:

Pedregosidade:

Relevo Local: Relevo Regional:

Erosão:

Drenagem:

Vegetação Primária:

Uso Atual:

Descrito e Coletado por:

Data:

HORIZONTE				
PROFUNDIDADE				
COR				
SECO				
ÚMIDO				
MOSQUEADO				
QUANTIDADE				
TAMANHO				
CONTRASTE				
COR				
TEXTURA				
ESTRUTURA				
GRAU				
TAMANHO				
FORMA				
CONSISTÊNCIA				
SECO				
ÚMIDO				
PLASTICIDADE				
PEGAJOSIDADE				
POROS				
QUANTIDADE				
TAMANHO				
SUP. DE PRESSÃO CIMENTAÇÃO CEROSIDADE				
RAÍZES				
QUANTIDADE				
DIÂMETRO				
TRANSIÇÃO				
TOPOGRAFIA				
NITIDEZ				
ATIV. BIOLÓGICA				
AMOSTRA				
OBSERVAÇÕES:				