UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA FÍSICA

CLAUDIO EDUARDO ANDREOTI

Avaliação da eficiência de um sistema agroflorestal na recuperação de um solo degradado por pastoreio.

Versão Corrigida
O exemplar original se encontra disponível no CAPH da FFLCH

SÃO PAULO
2012

CLAUDIO EDUARDO ANDREOTI

Avaliação da eficiência de um sistema agroflorestal na recuperação de um solo degradado por pastoreio.

Versão Corrigida
O exemplar original se encontra disponível no CAPH da FFLCH

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Física do Departamento de Geografia, da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo para a obtenção do Título de Mestre em Geografia.

Bolsista CAPES

ORIENTADORA: PROFª DRª SIDNEIDE MANFREDINI

De acordo: _____

SÃO PAULO
2012

Autorizo a reprodução e a divulgação total ou parcial deste trabalho para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Andreoti, Cláudio Eduardo

Avaliação da eficiência de um sistema agroflorestal na recuperação de um solo degradado por pastoreio / Cláudio Eduardo Andreoti; Orientadora Sidneide Manfredini – São Paulo, Brasil. 2012.
121 p.

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geografia Física. Linha de Pesquisa: Dinânica das relações solo-planta atmosfera, Sistemas Agroflorestais, Desenvolvimento sócio-ambiental) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia Física da Universidade de São Paulo.

1. Dinâmica das relações solo-planta atmosfera. 2. Sistemas Agroflorestais.
3. Desenvolvimento sócio-ambiental. I

Universidade de São Paulo, Programa de Pós Graduação em Geografia Física. II

Titulo.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Cláudio Eduardo Andreoti

Avaliação da eficiência de um sistema agroflorestal na recuperação de um solo degradado por pastoreio

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Física do Departamento de Geografia, da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo para a obtenção do Título de Mestre em Geografia.

Área de concentração: Geografia Física.

Aprovado em:

Banca Examinadora:

Prof. Dr.

Instituição: _____. Assinatura:

Prof. Dr.

Instituição: _____. Assinatura:

Prof. Dr.
Instituição: _____. Assinatura:

SUMÁRIO

1 Introdução 01

2 Caracterização da Área de Estudo 06

2.1 Município de Ibiúna – Bairro Verava 06

2.2 Climatologia – Município de Ibiúna 12

2.3 APA de Itupararanga 16

2.4 Fazenda Morros Verdes 19

3 Revisão Bibliografica 20

3.1 Atmosfera, clima e água 20

3.2 Solo e água 26

3.3 Vegetação e água 29

4 Agroecossistemas 31

5 Procedimentos Metodológicos 44

5.1 Caracterização Climática 44

5.2 Caracterização da cobertura pedológica 47

5.3 Dinâmica da Água 51

5.4 Cartas Base 53

5.5 Parcelas 55

6 Resultados e discussão 60

6.1 Cartas 60

6.2 Potencial edáfico do solo 66

6.2.1 Parcela SAF 66

6.2.2 Parcela Pasto 70

6.2.3 Parcela Mata 74

6.2.4 Porosidade dos solos 78

6.3 Clima 79

6.3.1 Acompanhamento Sinótico 79

6.3.2 Microclima da área em estudo 80

6.4 Dinâmica da água 84

7. Considerações Finais 94

8. Referências Bibliográficas 97

Anexo A Topossequências – Faz. Morros Verdes

Anexo B Resultados das analises de solo

Anexo C Resumo dos boletins Infoclima

LISTA DE CARTAS

CARTA 01 – Hipsometria - Fazenda Morros Verdes 63
CARTA 02 – Declividades - Fazenda Morros Verdes 64

LISTA DE CROQUIS

CROQUI 1 – Perfil cultural SAF, Trincheira 1 66
CROQUI 2 – Perfil cultural SAF, Trincheira 2 67
CROQUI 3 – Perfil cultural SAF, Trincheira 3 68
CROQUI 4 – Perfil cultural Pasto, Trincheira 1 70
CROQUI 5 – Perfil cultural Pasto, Trincheira 2 71
CROQUI 6 – Perfil cultural Pasto, Trincheira 3 72
CROQUI 7 – Perfil cultural Mata, Trincheira 1 74
CROQUI 8 – Perfil cultural Mata, Trincheira 2 75
CROQUI 9 – Perfil cultural Mata, Trincheira 3 76

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 – Localização de Ibiúna e municípios vizinhos 06
FIGURA 02 – Situação e limites das parcelas 55
FIGURA 03 – Parcela de SAF em Novembro de 2011 56
FIGURA 04 – Parcela do Pasto em Dezembro de 2011 57
FIGURA 05 – Mata em Outubro de 2011 58
FIGURA 06 – Análise do perfil cultural, SAF, Trincheira 1 66
FIGURA 07 – Análise do perfil cultural, SAF, Trincheira 2 67
FIGURA 08 – Análise do perfil cultural, SAF, Trincheira 3 68
FIGURA 09 – Análise do perfil cultural, Pasto, Trincheira 1 70
FIGURA 10 – Análise do perfil cultural, Pasto, Trincheira 2 71
FIGURA 11 – Análise do perfil cultural, Pasto, Trincheira 3 72
FIGURA 12 – Análise do perfil cultural, Mata, Trincheira 1 74
FIGURA 13 – Análise do perfil cultural, Mata, Trincheira 2 75
FIGURA 14 – Análise do perfil cultural, Mata, Trincheira 3 76
FIGURA 15 – Abrigo com os *data-loggers* 80
FIGURA 16 – Pluviômetro instalado no campo 80
FIGURA 17 – Calha coletora instalada no SAF 84

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 01 – Ibiúna - Médias históricas de T e P 13
GRÁFICO 02 – Climograma Ombrotérmico de Gaussen – Ibiúna (2002-2010) 14
GRÁFICO 03 – BHC normal simplificado – Ibiúna, SP 15

GRÁFICO 04 – BHC normal completo – Ibiúna, SP 16
GRÁFICO 05 – Ibiúna/Faz. Morros Verdes - Temperatura média diária 81
GRÁFICO 06 – Ibiúna/Faz. Morros Verdes – Chuva Total Mensal 82
GRÁFICO 07 – Ibiúna/Faz. Morros Verdes – Chuva diária 83
GRÁFICO 08 – Porcentagem de run-off em relação ao volume de chuva 85
GRÁFICO 09 - Balanço Hídrico - Ibiúna/Faz. Morros Verdes CAD 50mm 88
GRÁFICO 10 – Balanço Hídrico - Ibiúna/Faz. Morros Verdes CAD 100mm 89
GRÁFICO 11 – Extrato do Balanço Hídrico Mensal CAD 50mm 89
GRAFICO 12 - Extrato do Balanço Hídrico Mensal CAD 100mm 90
GRAFICO 13 - Ibiúna/Faz. Morros Verdes – Grau de Saturação (0 a 20cm) 91
GRAFICO 14 - Ibiúna/Faz. Morros Verdes – Grau de Saturação (20 a 40cm) 92
GRAFICO 15 - Ibiúna/Faz. Morros Verdes – CC e Grau de Saturação 93

LISTA DE MAPAS

MAPA 1 – Pedológico – Faz. Morros Verdes 65

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01 – Categorias taxonômicas da organização geográfica do clima 21
QUADRO 02 – Diferenças entre Agroecossistemas e Ecossistemas naturais 37
QUADRO 03 – Características ecológicas de agroecossistemas 37

LISTA DE TABELAS

TABELA 01 - Médias históricas/Unicamp/CEPAGRI 12
TABELA 02 -Profundidade média radicular de diversas culturas 25
TABELA 03 - Porcentagem média das frações 61
TABELA 04 - Porosidade e densidade total. 78
TABELA 05 - Diferença entre Temperatura do Ar Média Normal e Registrada 82
TABELA 06 - Diferença entre normais pluviométricas e pluviosidade registrada 83
TABELA 07 - Pluviosidade e *runoff* das parcelas 84
TABELA 08 - CC e PMP médios das parcelas 87
TABELA 09 - Umidade na capacidade de campo nas parcelas 87

Agradecimentos

À minha esposa Regina pela força nos momentos difíceis e à Sophia, pela inspiração.

Aos meus pais, por proporcionar minha formação pessoal, o que me permitiu chegar até aqui.

À professora Sidneide Manfredini, pela paciência e dedicação na orientação deste trabalho.

À professora Larissa Bombardi pelo apoio desde os tempos de Americana.

À Elaine e ao Edílson sempre apoiando e tirando minhas duvidas em diversos assuntos.

Ao geógrafo Alexandre Haberkorn por sua incansável ajuda e atenção durante os campos e por permitir a realização deste trabalho na Fazenda Morros Verdes.

Ao prof. Emerson e o Rogério do LCB pelo empréstimo de equipamentos, suas sugestões e ajuda.

Ao Marcos do LaboPed, por tantas dicas, auxilio e sugestões na elaboração do trabalho, no laboratório e nas cartas.

Ao amigo Fernando Kenji pela participação em tantos campos que realizamos.

Aos amigos Daniela Silva, Otávio, Guto, Hubert, Carlos, Eduardo, Amanda, Daniela Albino, Guilherme Polli e tantos outros que contribuíram de diversas maneiras na realização deste trabalho.

Muito obrigado a todos.

RESUMO

ANDREOTI, C. E. **Avaliação da eficiência de um sistema agroflorestal na recuperação de um solo degradado por pastoreio**. 2012. 101p.. Dissertação de Mestrado – Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo, 2012.

Este trabalho foi desenvolvido na Fazenda Morros Verdes, município de Ibiúna-São Paulo, região da APA de Itupararanga. Objetiva avaliar os resultados alcançados e discuti -los com foco na produção de água. Os procedimentos metodológicos empregados envolveram uma análise comparativa a partir dos parâmetros relacionados aos atributos climáticos e pedológicos em três formas de uso do solo recorrentes na área: Mata nativa, Agrofloresta (SAF) e Pasto. A fim de acompanhar a evolução do comportamento hídrico do solo nas parcelas foi calculado o Balanço Hídrico Quinzenal durante o período do estudo e foi feita a caracterização da cobertura pedológica do local, através de topossequências, para classificação e obtenção de amostras para se realizar a determinação de seus parâmetros físicos e acompanhar os níveis de umidade presentes no solo sob as condições climáticas do período.Os resultados obtidos apontam para o fato de que decorridos quatro anos desde a implantação do SAF, a estrutura do solo, expressa pela densidade e porosidade, permanece equivalente a verificada no solo sob pastagem. Isto se deve à baixa densidade de plantio, pouca diversidade de espécies e, sobretudo ao restrito potencial edáfico do solo: ácido, pouco espesso e com estrutura incipiente. O estudo realizado permitiu também apreender a complexidade das interações entre o solo, planta e atmosfera e que estudos integrados entre o clima atmosférico, o pedoclima e a morfologia do solo podem fornecer importantes subsídios para a compreensão dos mecanismos envolvidos e ferramentas para as tomadas de decisão no que concerne às formas de manejo.

Palavras Chave: Economia da água, Solo, Sistemas Agroflorestais, Sustentabilidade.

ABSTRACT

ANDREOTI, C. E. **Evaluation of the efficiency of an Agroforestry System in the recovery of a degraded soil by grazing.** 2012. 101p.. Dissertação de Mestrado – Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo, 2012.

This study was conducted at Fazenda Morros Verdes, municipal district of Ibiúna, state of São Paulo, region of APA Itupararanga. Aimed to evaluate the results and discuss them with a focus on water production. The methodological procedures employed involved a comparative analysis based on parameters related to climate and soil attributes in three forms of land use applicants in the area: a Native Forest, an Agroforestry System (SAF) and a Pasture. In order to monitor the ground water behavior in the plots was calculated Water Balance biweekly during the study period and was characterized the local pedological cover by topossequences and obtain samples to make the determination of their physical parameters and monitor the moisture levels in the soil under the climatic conditions of the period.The results point to the fact that four years since the implementation of the SAF, the soil structure expressed by the density and porosity remains equivalent to checked in pasture. This is due to the low planting density, low diversity of species and especially the limited potential edaphic soil: acid, shallow and incipient structure. The study also allowed to grasp the complexity of the interactions between soil, plant and atmosphere. Integrated studies of atmospheric climate, the soil climate and morphology can provide important insights for the understanding of mechanisms and tools for decision making in respect to forms of management.

KEYWORDS: Water economy, Soil, Agroforestry Systems, Sustainability.

1. Introdução

A implementação da legislação ambiental em nosso país, a partir do SNUC, Lei nº 9.985, 18 de julho de 2000, tem representado um grande avanço no sentido de ressaltar a importância do efetivo reconhecimento dos componentes do meio físico, suas estruturas, funcionalidades e interdependências, na definição da dinâmica evolutiva da paisagem, fundamental ao estabelecimento de práticas sustentáveis, no que concerne a ocupação do território. Só no Estado de São Paulo foram criadas 33 APAs - Áreas de Proteção Ambiental, muitas delas como a de Itupararanga, com foco na proteção dos mananciais.

As APAs se constituem em unidades de conservação especialmente importantes por preverem a conciliação dos diferentes usos (residenciais, industriais, etc...) com a sustentabilidade, ou seja, com a conservação dos recursos naturais, sendo as únicas unidades de conservação que podem ser implementadas em áreas urbanas.

O compromisso com a sustentabilidade remete a definição de tecnologias e estabelecimento de padrões de ocupação diferentes dos que vem norteando a ocupação da mancha urbana da Região Metropolitana de São Paulo(RMSP).

Para se entender a gênese e a dinâmica da paisagem urbana é necessário que se compreenda a natureza e intensidade dos vetores sociais, culturais, ideológicos e econômicos, que ao longo do tempo condicionaram as formas de ocupação. Por outro lado, é preciso que se compreenda que o “estado de equilíbrio dinâmico” na paisagem urbana não corresponde àquele da paisagem natural.

No caso da RMSP, a paisagem urbana foi sendo construída no âmbito do projeto de implantação de um parque industrial, em um país de economia periférica, financiado pelos excedentes de capital gerados pela atividade agrícola e investimentos externos, no qual a mão de obra podia ser considerada descartável, uma vez que podia ser prontamente substituída por novo fluxo migratório.

Dentro desta perspectiva, a cidade de São Paulo foi crescendo em equilíbrio, que só era rompido pelo impacto de eventuais instabilidades na economia mundial.

O fato de, desde o inicio, a implantação desse parque industrial nas várzeas ter ocasionado a poluição das águas e intensificação das cheias não era relevante, porque não onerava efetivamente o sistema produtivo.

Para a indústria era mais barato se valer de poços artesianos para obter água limpa, do que investir em estruturas para tratamento de resíduos e os prejuízos materiais provocados pelas cheias poderiam se transformar em lucro (isenção de impostos, linhas especiais de crédito ou simples repasse superestimado ao consumidor).

A população que coabitava essas várzeas e era afetada pela degradação ambiental, sendo constituída pela tal mão de obra descartável, também apostava no desenvolvimento deste parque industrial como meio de ascensão social.

O poder público desde o inicio até hoje, cumpre sua “função” de atender as demandas decorrentes da expansão deste parque industrial e do vigoroso setor terciário por ele gerado.

Quando se observa hoje, a região metropolitana de São Paulo, e seus milhões de habitantes, cerca de 20% dos quais morando em favelas, com seus mais de 400 pontos de inundação, com suas áreas de risco de deslizamento, com suas águas superficiais totalmente poluídas, com lençol freático rebaixado e contaminado, com déficit de água potável per capita, onde se tem sobrevivido a invernos com níveis críticos de poluição e de umidade relativa do ar, pode-se concluir que o equilíbrio entre os objetivos e os meios com que o conjunto da sociedade construiu esse espaço, não contou com o suporte técnico-científico adequado, que assegurasse sua sustentabilidade a longo prazo.

A APA de Itupararanga, na qual se situa este estudo, engloba os municípios de Cotia, Ibiúna, Vargem Grande, Piedade, São Roque, Votorantim, Alumínio e Mairinque que agregam atividades industriais, mineração e agropastoris.
Dentre as atividades destacadas, somente as agropastoris podem ser manejadas a fim de incrementar a produção de água.

A região compreendida entre Cotia e Ibiúna compunha o chamado cinturão caipira, constituído por aglomerados de agricultores distribuídos nos arredores da área metropolitana.

Esta agricultura, de exploração familiar, diversificada, subsistia graças à proximidade do importante mercado consumidor representado pela região

metropolitana, através de uma estrutura de comercialização primitiva; venda direta ao consumidor ou a pequenos comerciantes.

Já no final do século XIX, segundo Petrone (1964), a área dos arredores de São Paulo:

> [...] Economicamente era uma área decadente, um quase vazio. Enormes extensões de campos de barba –de- bode, mosaicos de capoeiras em diferentes estágios de desenvolvimento, manchas modestas de matas secundárias nos grotões e cabeceiras de vales, matas mais ricas nas serras isoladas ou em direção ao topo da Serra do Mar.

Na região compreendida entre os municípios de Cotia, Vargem Grande e Ibiúna, o afluxo de imigrantes japoneses a partir da segunda década do século XX, propiciou a implantação de um sistema produtivo comercial de hortifrutigranjeiros, perfeitamente inserido no novo estágio de desenvolvimento sócio econômico, compondo o "cinturão verde" (em substituição à agricultura caipira e culminou com a formação da Cooperativa Cotia 1971).

A região integra hoje, o "cinturão especulativo" no entorno da região metropolitana de São Paulo. Os indícios da transformação das formas de ocupação assinalados por Seabra (1971) vieram se consolidando ao longo destes anos: desaparecimento progressivo das atividades agrícolas relacionadas à produção de hortifrutigranjeiros, proliferação de chácaras de fim de semana e a expansão da cultura de eucalipto como forma de viabilizar a estocagem de terras.

As chácaras de final de semana se transformaram em residências fixas, o comércio ao longo da rodovia Raposo Tavares se ampliou e diversificou sensivelmente e pequenos núcleos de habitação de baixa renda foram sendo implantados para abrigar o contingente de prestadores de serviços a essa comunidade.

Por outro lado, como toda periferia da Grande São Paulo, a região sofre pressões, por parte do Governo Estadual, para implantação de conjuntos habitacionais e aterros sanitários e por parte dos Governos Municipais para expansão dos parques industriais e do setor terciário.

Assim esta região, num processo de conurbação, tenderia a se incorporar à mancha da RMSP, reproduzindo os mesmos padrões de ocupação e gerando os

mesmos problemas sócios ambientais. Desta forma a criação da APA se configura como possibilidade de geração de um novo urbano, mais próximo do equilíbrio.

Nos municípios de Vargem Grande e Ibiúna ainda se constata a existência de um remanescente significativo de produção de hortaliças conduzido por arrendatários, em sistema convencional que se vale abusivamente de agrotóxicos e concorrem para a degradação do solo e comprometem a produção e a qualidade da água.

Na última década, verifica-se no bairro do Verava, uma expansão da agricultura orgânica, de estrutura familiar, em substituição àquela olericultura altamente tecnificada, o que se faz recomendável já que se situa numa Zona de Conservação dos Recursos Hídricos (ZCRH) no âmbito da APA.

A consolidação deste sistema de cultivo, essencial à proteção dos remanescentes de matas nativas e preservação do solo e da água, infelizmente tem se dado sem uma assistência técnica institucional que oriente práticas de cultivo, financiamentos ou mesmo estrutura de comercialização.

A agricultura orgânica ali praticada pode ser classificada como de transição: restringe-se à substituição dos insumos químicos, mantendo a monocultura intensiva, preparo mecânico do solo, incluindo subsolagem e irrigação por aspersão, que concorrem para a degradação da estrutura do solo.

Uma alternativa a este tipo de agricultura, que está sendo implantada em algumas parcelas experimentais na Fazenda Morros Verdes, é a Agrofloresta ou Sistemas Agroflorestais (SAF).

Esta forma de uso do solo parte do pressuposto que nos sistemas agrícolas também ocorrem os processos ecológicos encontrados em formações naturais de vegetação e que, sendo assim, essas culturas podem ser manipuladas com base nesses processos para melhorar os atributos físicos e químicos do solo, concorrendo para aumentar a absorção e o armazenamento da água proveniente da atmosfera com a conseqüente regularização da vazão de água em superfície e subsuperfície.

Essa melhora de dá através da diminuição da variação de temperatura em superfície, reciclagem de nutrientes de camadas mais profundas, redução das intensidades de fluxos superficiais, pelo aumento da rugosidade e principalmente pelo aumento da atividade biológica, fundamental para o incremento da porosidade (Altieri, 2012).

O SAF analisado foi implantado há quatro anos, em área anteriormente ocupada por pastagem, associada à estocagem de terras. Com pequeno número de cabeças de gado por área, mas sem contar com manejo adequado, os solos apresentam camada compactada em subsuperfície que comprometem a absorção da água que incide sobre a superfície.

Procurou-se avaliar a eficiência de um SAF na recuperação de um solo degradado, através da análise morfológica comparativa da cobertura pedológica e da caracterização do funcionamento do solo através de balanço hídrico em três tipos de cobertura vegetal: Mata Nativa, SAF e Pasto.

2. Caracterização da área de estudo

2.1 Município de Ibiúna – Bairro Verava

O município de Ibiúna até o século XIX fazia parte de São Roque, sendo elevado à categoria de município em 1857 e esta inserido na Área de Preservação Ambiental (APA) de Itupararanga, que compreende também as cidades de Piedade, Votorantin, Alumínio, Vargem Grande Paulista, Cotia, São Roque, Mairinque e Sorocaba, sendo lindeira à Reserva do Morro Grande onde se situa o reservatório do Alto Cotia.

A região do município de Ibiúna faz parte da área de captação do reservatório de Furnas, responsável por cerca de 65% do abastecimento de água da região do médio Sorocaba. A Figura 1 a seguir representa a localização do município e seus vizinhos no Estado.

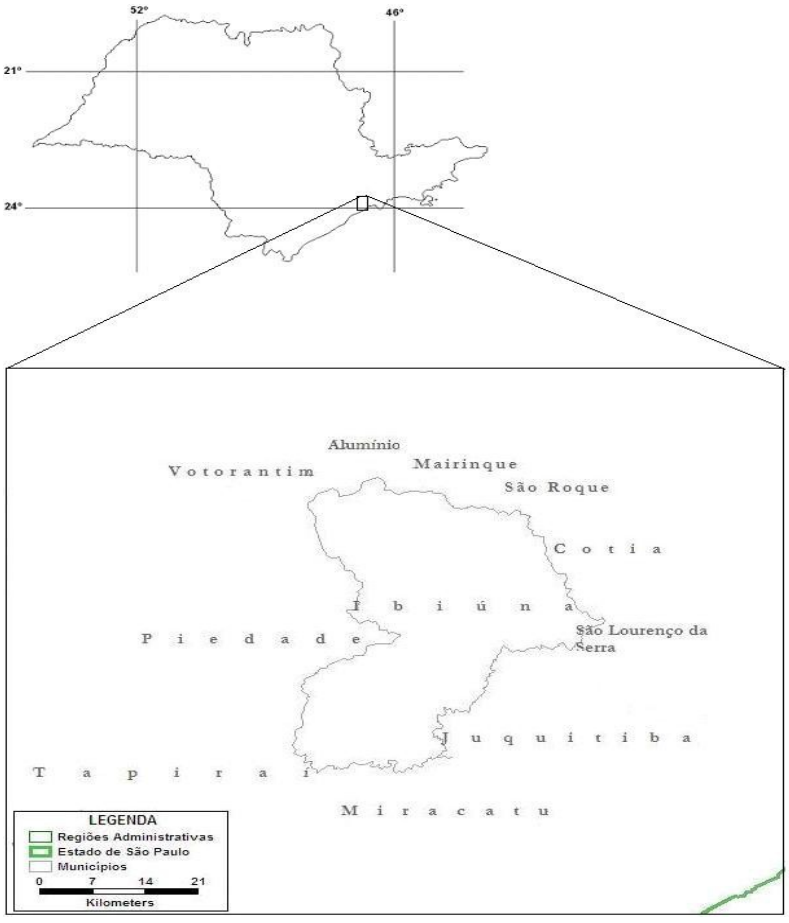


Figura 01: Localização de Ibiúna e municípios vizinhos no Estado de S. Paulo (Org. Claudio E. Andreoti)

O município de Ibiúna está contido na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos numero 10 (UGRHI-10) e pertence à sub-bacia do Rio Sorocaba, com uma área total de 851 km2, esse rio é o mais importante afluente do Rio Tietê e é formado pelos Rios Sorocabuçu e Sorocamirim cujas cabeceiras se localizam nos municípios de Cotia, Ibiúna, Vargem Grande Paulista e São Roque.

O barramento do Rio Sorocaba no município de Votorantin foi realizado pela companhia Light em 1912 para geração de energia elétrica e deu origem ao Reservatório de Itupararanga que banha terras do município de Ibiúna, entre outros.

De acordo com o Mapa Geológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981) na região de Ibiúna ocorrem sedimentos aluvionares do Holoceno, com áreas inconsolidadas de granulação variável, argilas e cascalheiras fluviais em depósitos de calha e terraços.

As margens do Ribeirão do Murundu, Rio Una, Ribeirão do Saraçará, parte do Ribeirão da Vargem Grande, Rio Sorocamirim, Rio Sorocabuçu, Rio Ribeirão da Ponte Lavrada, são formações holocênicas de depósitos aluviais, areias e argilas, conglomerados na base, e segundo o Mapa Geomorfológico (IPT, 1981), as confluências de rios que vão à Represa de Itupararanga são planícies aluviais, relevos de agradação, terrenos baixos e mais ou menos planos, sujeitos periodicamente a inundações.

Já a área urbana de Ibiúna está na formação do cambriano-ordoviciano, de suítes graníticas – granitos, intrusivos, isotrópicos, textura sub-hipidiomórfica a hipidiomórfica granular.

Ocorre o relevo de mares de morros, com topos arredondados, vertentes convexas a retilíneas com drenagem de alta densidade, dendrítica a retangular, vales abertos a fechados, planícies aluvionares interiores desenvolvidas, que em geral se constituem em relevos de degradação (IPT, 1981).

Declividades médias a altas, superiores a 15% e até 100% nos compartimentos mais elevados, são bastante comuns, com amplitudes locais de aproximadamente 100 a 300m.

Pelo Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981), temos no relevo os seguintes táxons:

- Unidade morfoestrutural: cinturão orogênico do atlântico
- Unidade morfoescultural: planalto atlântico
- Modelado: Morros altos

- Altitude predominante: 900 a 1100m com declividades maiores que 30%, e de 800 a 900 metros com declividades entre 20 a 30%.
- Litologias dominantes: granitos, gnaisses e migmatitos.
- Solos dominantes: podzólico vermelho-amarelo, latossolo-vermelho-amarelo e cambissolos.
- Fragilidade potencial: alta, formas muito dissecadas, com vales entalhados associados a vales pouco entalhados, com alta densidade de drenagem. Áreas sujeitas a processos erosivos agressivos, com probabilidade de ocorrência de movimentos de massa e erosão linear com voçorocas.
- Morfologia: relevos de denudação, espigões alongados, formas de topos convexos, vertentes retilíneas e extensas com elevada declividade.

De um modo geral ocorrem no Município áreas aptas para lavouras temporárias ou permanentes e também áreas aptas para pastagem e reflorestamento com capacidade de uso predominantemente limitada pela erosão ou risco de erosão e em alguns pontos de limitações pelo excesso de água no solo.

As características de aptidão agrícola indicam aptidão para culturas especiais de ciclo longo (arbóreos), porém com predominância de aptidão regular para pastagem plantada e manejo de médio nível tecnológico, havendo também aptidão regular para silvicultura e com aptidão regular para pastagem natural (Samora, 2009).

A área em estudo encontra-se inserida no Domínio Morfoclimático dos Mares de Morros dentro da região de Floresta Pluvial Tropical Atlântica, a qual se estendia pelo litoral brasileiro da região Sul até aproximadamente o estado do Rio Grande do Norte, sendo que atualmente restam dela apenas manchas isoladas, áreas de Unidades de Conservação e locais de difícil acesso.

O município de Ibiúna possui matas que estão incluídas no Sistema Atlântico de Vegetação, domínio das Florestas Ombrófilas Densas, trechos remanescentes de Mata Atlântica a qual apresenta variações vegetais maiores do que a floresta Amazônica e do planalto interior devido às diferenças de altitude que geram grande variabilidade climática e fisiográfica destacando-se pela variedade de espécies epífitas e pelas árvores de folhas perenes, grandemente adaptadas à alta pluviosidade, como ápices em forma de goteira e superfície lisa, facilitando o escoamento da água (Mantovani, 1990; Peixoto, 1991).

As famílias vegetais que predominam na região são as *Myrtaceae, Caesalpiniaceae, Fabaceae, Mimosaceae, Rutaceae, Lauraceae, Meliaceae, Apocinaceae e Arecaceae*. Devido aos altos índices de umidade do ar e de luz ocorre também uma intensa flora epifítica, com destaque para as *Orquidaceae, Bromeliaceae, Araceae, Gesneriaceae* além de musgos e liquens.

Os acentuados aclives de muitas das encostas, com presença de afloramentos rochosos e solos rasos, somados a alta pluviosidade fragilizam o equilíbrio das matas presentes podendo ocasionar escorregamentos (Mantovani, 1990).

De acordo com o Inventario Florestal do Estado de São Paulo[1] Ibiúna possui atualmente cobertura vegetal do tipo mata em uma área de 9.310 ha (8,56 % do Município), a vegetação de capoeira esta presente em 45.960 ha (42,2 % da área), vegetação de várzea em 217 ha (0,2 %) e 2.413 ha de reflorestamento (2,22 %).

A quantidade crescente de condomínios de residências secundárias, a definição de uma zona industrial que abrange a calha do Rio Sorocamirim, no Plano Diretor de Vargem Grande (em revisão), a expansão do setor terciário que se verifica também ao longo destas calhas e as atividades de mineração e de corte de madeiras para a produção de carvão ainda estão bastante difundidas e comprometem sobremaneira a gestão desta região e da APA.

Nesse contexto, praticas agrícolas como a agricultura orgânica e Sistemas Agroflorestais vêm se destacando entre as poucas atividades econômicas compatíveis com o objetivo de sustentabilidade hoje praticadas na APA, devendo por isso ser objeto de ações a fim de sua consolidação.

Estudos do meio físico que vem sendo realizados na Fazenda apresentam indícios de degradação pelo histórico de utilização como pastagens, plantio de eucalipto e produção de carvão, formas de uso que implicam em rareamento e simplificação da biodiversidade.

O Município está inserido no Planalto Cristalino de Ibiúna, próximo a Serra de Paranapiacaba, estudos sobre a pedologia do local identificaram que ali predominam Cambissolos e Litossolos, ambos com pouca profundidade e de potencial produtivo bastante restrito, porém estes solos se desenvolveram sobre espessos pacotes de alteritas de micaxisto e essa estrutura litológica (material de origem) representa um considerável reservatório de nutrientes que podem possibilitar o desenvolvimento de solos com boas características desde que as formas de manejo sejam adequadas.

1 Internet: http://www.iflorestal.sp.gov.br/sifesp/estadosaopaulo/ibiuna.pdf?sorocaba=ibiuna.pdf, acesso em 09/02 2011.

Das características gerais dos solos predominantes na região de estudo, o primeiro tipo (Cambissolo) apresenta grande variação no tocante a profundidade, ocorrendo desde rasos a profundos, além de apresentarem grande variabilidade também em relação às demais características.

A drenagem varia de acentuada a imperfeita e podem apresentar qualquer tipo de horizonte A sobre um horizonte B incipiente (Bi), também de cores diversas. Muitas vezes são solos pedregosos ou rochosos e tem ocorrência disseminada em todas as regiões do Brasil, geralmente em regiões serranas ou montanhosas.

Já os Litossolos normalmente ocorrem em relevo ondulado ou muito movimentado, sendo solos rasos onde em geral a espessura do horizonte A assentado sobre a rocha não ultrapassa os 50 cm. Este tipo de solo pode propiciar condições adequadas para o crescimento vegetal, desde que a rocha seja friável, porem tem como limitação o risco de erosão elevado devido a sua pequena profundidade, limitante a infiltração e também ao declive acentuado.

No caso do Bairro Verava esses solos são em geral ácidos e assentados sobre pacotes de alterita ricos em feldspato e mica o que pode concorrer para o seu desenvolvimento no caso da utilização de formas de manejo apropriadas.

O município de Ibiúna possui um clima tipo Cwa (temperado úmido com inverno seco e verão quente) da Classificação Climática de Koeppen, com médias de temperatura de 19.1°C e pluviosidade anual média de 1308.8 mm, concentrada entre os meses de Outubro a Março. A caracterização climática do município e da área de estudo será vista com maior detalhe no Capitulo 6.

A elevada pluviosidade do município se a sua localização no reverso da escarpa da Serra do Mar sujeita a infiltrações do ar úmido litorâneo que somado a forte presença de radiação solar típica das latitudes tropicais também são fatores contribuintes para o desenvolvimento da cobertura pedológica (CEPAGRI[2]).

Apesar desses fatores favoráveis para formação de solos, as características do relevo movimentado que ocorre no local podem levar a altos índices de erosão superficial do solo se a cobertura vegetal e as formas de manejo não forem adequadas a esse tipo de relevo.

Fazendo um balanço sobre os fatores de formação da cobertura pedológica presentes na área de estudo, podem se considerar como positivos o material de origem e o clima da região, porem são condicionados pelo relevo, desse modo as

2 Internet: http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_228.html, acesso em 15/02/2011.

características da cobertura vegetal e as praticas de manejo podem ser importantes fatores relevantes para a evolução dos solos da área.

Conforme discutido a seguir, autores como Gliessman (2002) e Altieri (2012) em seus trabalhos apontam que o uso do solo é um fator que pode propor alterações significativas numa escala temporal perceptível.

Definir ações a fim de possibilitar que essas alterações tenham características positivas na formação do solo e por conseqüência ao ambiente e conciliando-as com a otimização da produtividade agrícola deve ser um fim a ser alcançado.

2.2 Climatologia - Município de Ibiúna

O município de Ibiúna se encontra aproximadamente na Latitude 23º 23' S, Longitude 047º 07' W em uma Latitude média de 880 metros, sua temperatura média é de 19,1 ºC e a pluviosidade anual média é de 1312 mm.

Sua classificação climática (Koeppen) é **Cwa** - Clima subtropical de inverno seco (temperaturas inferiores a 18ºC) e verão quente (temperaturas superiores a 22ºC), a Tabela 04 e o Gráfico 01 a seguir representam as médias históricas de temperatura do ar e de precipitação no município.

Tabela 01 – Médias históricas de acordo com o sitio da Unicamp/CEPAGRI[3]

Mês	T Ar média (ºC)	Pluviosidade (mm)
Jan	22,2	217,9
Fev	22,3	179,8
Mar	21,6	141,2
Abr	19,3	65,2
Mai	16,9	70,7
Jun	15,5	57,8
Jul	15,3	44,7
Ago	16,7	40
Set	18,2	78,5
Out	19,5	125,3
Nov	20,4	115,2
Dez	21,2	175,6
Média	19,1	109,3
Total Anual		1308,8

3 Fonte: http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_228.html, acesso em 28 de Março de 2012

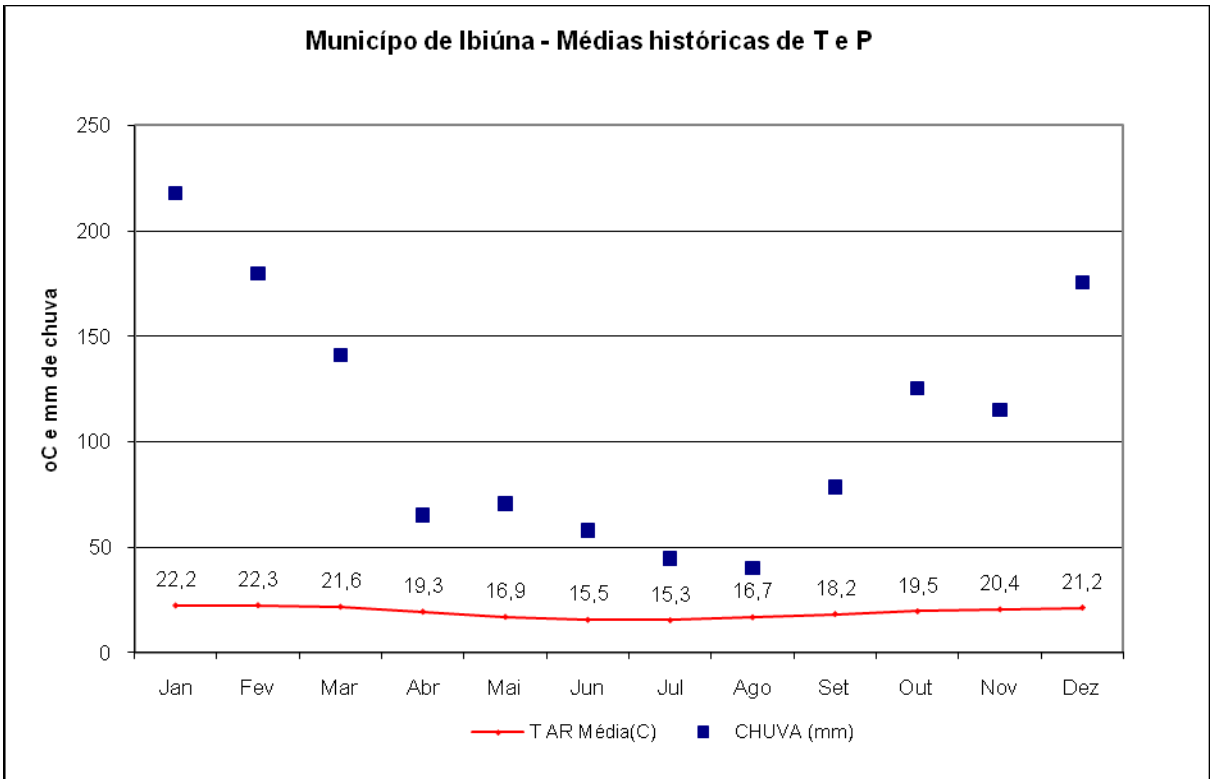


Gráfico 01 – Representação gráfica das médias apresentadas

Como parte dos estudos realizados para a caracterização climática da área de estudo em escala regional foram foram obtidos dados climatológicos no sítio do Centro Integrado de Informações Meteorológicas do Instituto Agronômico de Campinas (Ciiagro) [4] e a partir desse material foi adotada uma metodologia simplificada para identificar os períodos de estiagem no município em anos recentes.

Essa metodologia incluiu o tratamento estatístico dos dados climáticos a partir da redução dos dados para médias simples de temperaturas mensais e quantidades de dias em que choveu e a confecção de tabelas e gráficos em cada ano no período de 2002 a 2010.

A partir dos resultados foi construido um Climograma Ombrotérmico de Gaussen[5], no qual um mês seco é considerado aquele em que o total mensal das precipitações é igual ou menor que o dobro da temperatura média, essa metodologia foi empregada com a finalidade de reduzir o volume dos dados, simplificar sua apresentação e identificar as possíveis épocas de estiagem (Gráfico 02).

---

4 *Fonte: http://www.ciiagro.sp.gov.br/, acesso em 23/03/2010, dados org. por Cláudio E. Andreoti.*

5 *Metodologia para elaboração do Climograma fornecida nas aulas de Climatologia Agrícola do Depto. de Geografia, FFLCH - USP, ministradas pelo Prof. Dr. Emerson Galvani no primeiro semestre de 2007.*

Cabe aqui ressaltar as limitações do método, Galvani em seu estudo (2008) considera que o Climograma Ombrotérmico de Gaussen, apresenta uma caracterização mais ecológica e bioclimatológica do que agronômica e agrometeorológica já que não permite quantificar de forma absoluta a secura ou a umidade do clima de uma região, somente avalia a duração (meses) de uma estação seca.

No entanto, os seus resultados podem ser uma primeira indicação da época de estiagem típica na região.

De acordo com esse método um mês seco é considerado aquele em que o total mensal das precipitações é igual ou menor que o dobro da temperatura média registrada, matematicamente (equação) considerando que um mês seco é aquele em que:

P = < 2.T ..... (equação)

Onde P é a precipitação (mm) e T a temperatura média do ar (°C).

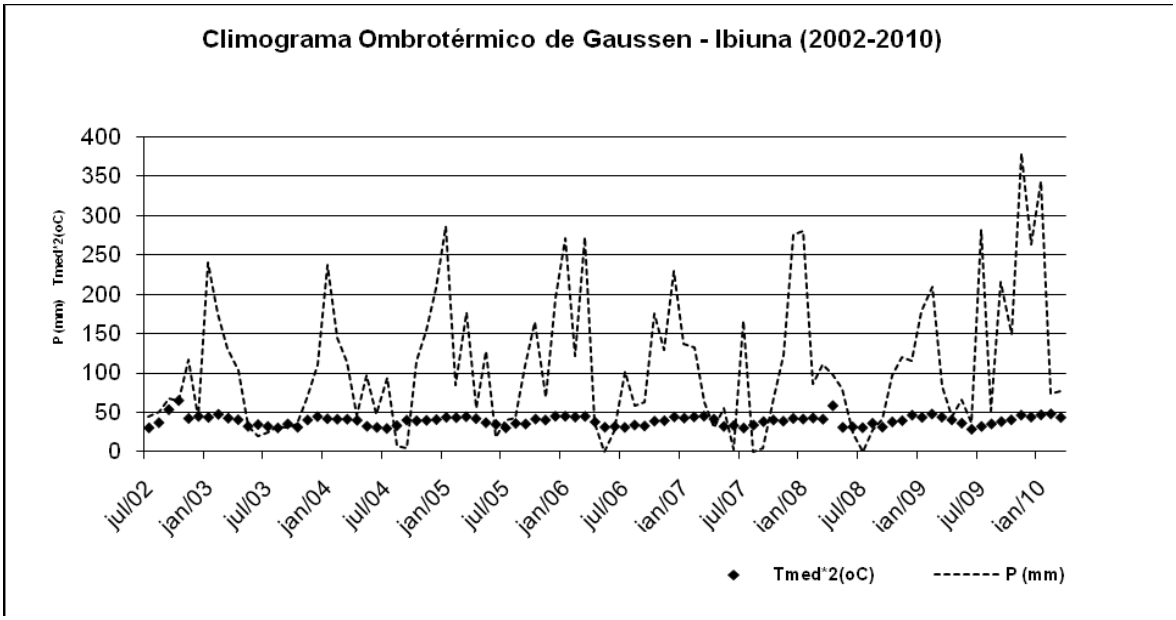


Gráfico 02: Climograma Ibiúna.

A partir da análise dos resultados e com base na definição do período de estiagem proposto por essa metodologia, pode-se identificar os meses de Maio a Agosto geralmente como sendo os mais secos na região.

Em continuação à caracterização climática regional, foram utilizados os balanços hídricos climatológicos do Brasil elaborados por Sentelhas et al.(1999).
Os balanços hídricos foram calculados em planilha EXCEL elaborada para tal finalidade por Rolim et al. (1998), adotando-se o método de Thornthwaite & Mather (1955) para uma capacidade de água disponível (CAD) de 100mm com a evapotranspiração potencial (ETP) sendo estimada pelo método de Thornthwaite (1948).

Foram utilizados dados normais de temperatura média mensal (TMED) e de chuva total mensal (P), pertencentes às redes de estações meteorológicas de vários institutos de meteorologia e da estação meteorológica instalada localmente na área de estudo, considerando-se que os dados obtidos por esse equipamento são representativos para as três parcelas em estudo.

Os Gráficos (03 e 04) apresentados abaixo foram obtidos no sítio da Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz da Universidade de São Paulo – Banco de Dados Climáticos do Brasil[6] e se referem ao município de Ibiúna.

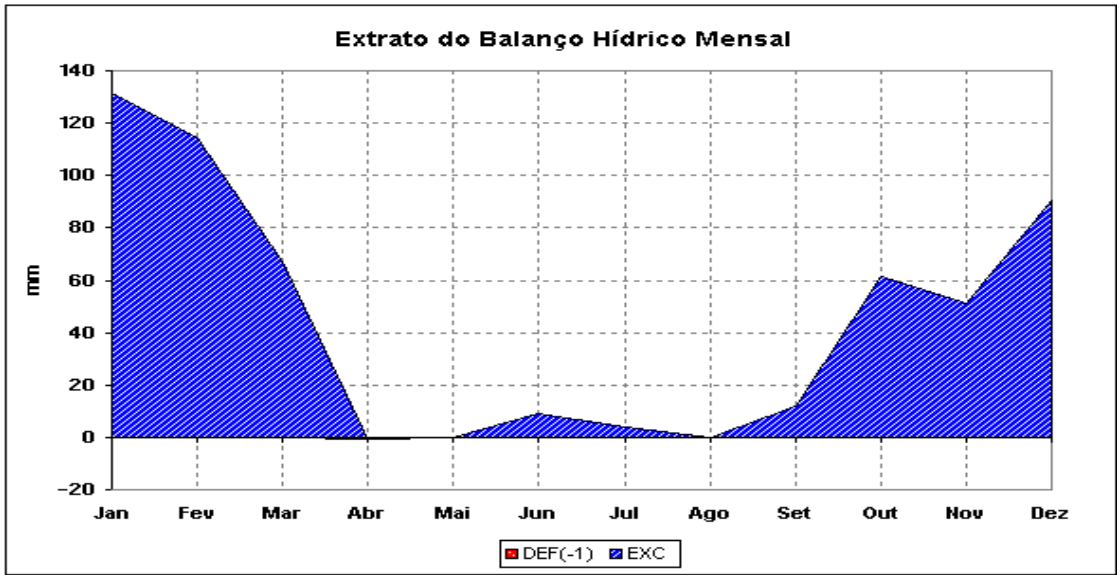


Gráfico 03: BHC normal do Município de Ibiúna, representação Simplificada (EXC e –DEF)

6 Fonte dos gráficos e tabela:
- http://www.lce.esalq.usp.br/nurma.html
- http://www.lce.esalq.usp.br/nurma/Resumo_Balancos_Hidricos.xls, datas de acesso em Abril de 2010
Outros sítios consultados http://www.agritempo.gov.br/index.php e http://www.ciiagro.sp.gov.br/.

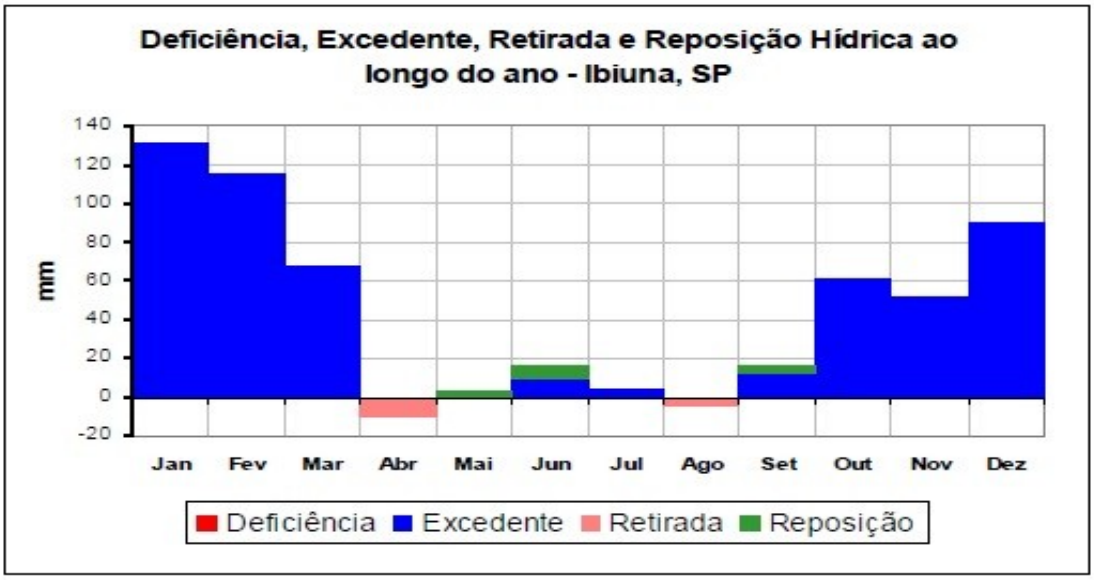


Gráfico 04: BHC normal do Município de Ibiúna, representação Completa (EXC, DEF, ALT)

Pela analise do BHC do município não ocorrem períodos de deficiência hídrica ao longo do ano, o balanço se torna levemente negativo apenas nos meses de Abril e Agosto, porém sem ocorrer deficiência hídrica.

2.3 A APA de Itupararanga

As Unidades de Conservação (UCs) são áreas que se destinam à preservação dos ecossistemas naturais e possuem limites definidos, sob regime especial de administração.

As UCs também têm como função prestar serviços ambientais, entre eles e de interesse deste trabalho a regularização e equilíbrio do ciclo hidrológico, purificação da água e controle da erosão.

As UCs são criadas pelo poder público Federal, Estadual ou Municipal com a finalidade de preservar e conservar o meio ambiente compatibilizando o desenvolvimento econômico-social e cultural com o uso dos recursos naturais.

As Áreas de Proteção Ambiental (APAs) são classificadas como de Uso Sustentável, uma vez que objetivam compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais, sendo definidas segundo o Artigo 15 do *Sistema Nacional de Unidades de Conservação* da Natureza (SNUC) como uma:

> [...] área em geral extensa, constituída por terras públicas ou privadas, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos,

> bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, tendo como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.

Segundo o SNUC, são unidades de conservação que objetivam assegurar o bem estar das populações humanas e a conservação ou melhora das condições ecológicas locais, sendo sujeitos a varias leis, resoluções e decretos nos três níveis administrativos.

As APAs permitem propriedades públicas, privadas, atividades urbanas e rurais e devem ser entendidas como UCs mistas, onde se busca a conservação do patrimônio natural em associação com a ocupação humana.

A gestão das APAs se baseia em Conselhos Gestores, no caso do Estado de São Paulo, tem como base o Decreto Estadual n° 48.149, de 10 de outubro de 2003. Os Conselhos Gestores têm, entre suas principais atribuições, a elaboração dos Planos de Manejo como instrumento para a sua gestão ambiental.

A Área de Proteção Ambiental (APA) de Itupararanga, na qual está se realizando esta pesquisa, foi criada pela Lei Estadual nº 10.100, de 01 de dezembro de 1998 e alterada pela Lei Estadual 11.579 de 02 de dezembro de 2003, e objetiva o uso sustentável e conservação ambiental da região da bacia hidrográfica da Represa de Itupararanga.

A represa de Itupararanga, que deu origem a APA, foi construída pela Companhia Light em 1912 com finalidade de geração de energia hidroelétrica e em 1974 passou a ser administrada pela Companhia Brasileira de Alumínio – CBA, Grupo Votorantim – e os 150 GWH de energia elétrica gerados são exclusivamente utilizados pela empresa.

O reservatório está localizado no alto curso do rio Sorocaba afluente do rio Tietê pela margem esquerda e situa-se no Médio-Tietê, a bacia hidrográfica do rio Sorocaba é a segunda maior do Médio-Tietê com uma área de drenagem de 5.296 km² e desenvolvimento no sentido Sul-Leste, com um comprimento aproximado de 120 km e uma largura média de 50 km.

Os rios Sorocaba, Sorocamirim e Sorocabuçu formam a represa de Itupararanga, e nas suas áreas de drenagem se concentram os maiores problemas ambientais.

A represa tem extensão de 40 quilômetros e a capacidade total do

reservatório estimada em 355.000.000 de litros de água em 936 Km2 de área, 26 Km de canal principal e 192 Km de margens o reservatório é usado também para abastecimento de água dos municípios de Sorocaba - 74% do consumo; Votorantin - 92%; Ibiúna - 100% e São Roque - 32%.

O rio Sorocaba é o responsável por grande parte do abastecimento de água dos seguintes municípios: Sorocaba, Votorantin, Mairinque, Alumínio, Ibiúna e São Roque (população total em torno de 800.000 habitantes) e possui, principalmente em sua margem direita, grandes parcelas contínuas de área natural, importante remanescente vegetal e de refúgio para fauna.

Seu uso agrícola é intensivo, e consta basicamente de pequenos proprietários (em média 4,5 alqueires) que se dedicam ao cultivo de morango, cebola, batata, tomate e olerícolas. Os sistemas de cultivo dessas espécies envolvem a utilização intensiva de agroecossistemas tradicionais ainda que o avanço de agroecossistemas do tipo orgânicos tenha sido importante nos últimos anos.

Porém o uso de pesticidas, o preparo mecânico do solo, a irrigação e a destruição da mata ciliar têm contribuído para o aumento do assoreamento dos corpos d'água na região, além disso, nas margens da represa além de agroecossistemas agropecuários, tem havido um aumento de áreas ocupadas por empreendimentos imobiliários, como chácaras e casas de recreio (SMA, 2011).

2.4 Fazenda Morros Verdes

A Fazenda Morros Verdes possui uma área de 260 Hectares, sendo que uma parte de suas instalações são voltadas para o turismo, que se desenvolve no empreendimento chamado SPAventura, e outra frente de atividades se relaciona à educação e pesquisa ambiental, atividades realizadas pelo CEDRUS- Centro de Estudos para o Desenvolvimento Rural Sustentável, que possui instalações de apoio a pesquisadores que desejam fazer seus estudos no local.

Por se localizar na Serra de Paranapiacaba, se encontra em região de drenagem do rio Sorocabuçu (Bacia do Médio Tietê) e do rio Juquiá (Bacia do Rio Ribeira de Iguape) sendo que na área da fazenda existem cerca de 10 nascentes e vários córregos, possuindo cerca de 40 ha em Área de Preservação Permanente.
Os proprietários têm como objetivo, dentro do planejamento da Fazenda, recuperar as áreas de nascentes e matas ciliares e como meio de recuperação dessas áreas vem sendo realizado um trabalho de implantação de parcelas experimentais com Sistemas Agroflorestais, rotação de culturas e pastagens, restauro de matas ciliares.

São objetivos do Plano de Manejo da Fazenda Morros Verdes (Samora, 2008):

1. Reflorestar e recuperar áreas de preservação permanente com espécies nativas, utilizando diferentes métodos de plantio e preparo do solo;
2. Registrar, avaliar e divulgar o resultado dos experimentos e consórcios utilizados;
3. Proteger o solo contra processos erosivos, melhorando as condições de infiltrações e diminuindo o escoamento superficial da água da chuva e o assoreamento;
4. Conservar e melhorar a qualidade das águas;
5. Estabelecer um corredor ecológico que permita a conexão dos fragmentos florestais vizinhos;
6. Melhorar a qualidade ambiental da região.

3. Revisão Bibliográfica

De acordo com Pereira, Angelocci e Sentelhas *(*2002), o ambiente interage como um *sistema*, separado do ponto de vista ecológico em dois meios, o primeiro *abiótico* é composto pela atmosfera e o solo, o *biótico* que é composto pelos seres vivos (plantas, animais e microorganismos).

A água permeia todos os componentes desse sistema, possuindo importância fundamental em processos que vão desde as trocas térmicas da atmosfera, a formação dos solos até as funções celulares presentes nos organismos vivos entre outros.

Basicamente, nesse sistema o clima e o solo controlam o crescimento e desenvolvimento das plantas e por isso as condições ambientais devem ter uma avaliação adequada antes da implantação de um projeto agrícola, identificando-se as áreas onde o clima e o solo sejam adequados à cultura planejada.

3.1 Atmosfera, clima e água

Entre os fatores abióticos analisados neste estudo, a atmosfera, através do ciclo hidrológico, é a grande provedora da água nos continentes e para caracterizar esse ciclo é empregado o estudo do clima em suas diversas escalas.

Numa definição sintética, o clima seria “a série de estados atmosféricos acima de um lugar em sua sucessão habitual”, de acordo com Sorre (1934). O conceito pode também ser definido como a repetição de um ciclo de estados atmosféricos ao longo de vários anos em determinado ponto da superfície da Terra.

Embora sempre haja algumas flutuações interanuais, estatisticamente falando, os ciclos atmosféricos se mostram, em geral, estáveis ao longo do tempo, sendo considerados períodos mínimos de 30 anos para se caracterizar o clima de uma região .

Para Pereira, Angelocci e Sentelhas (2002), enquanto a *meteorologia* trata de valores instantâneos, de curto período, a *climatologia* aborda valores médios, de longo período (30 anos ou mais segundo a Organização Meteorológica Mundial).

Os fatores climáticos locais devem ser levados em consideração sempre que possível, buscando-se culturas adaptadas aos regimes climáticos e hídricos da região a fim de minimizar a irrigação das culturas, uma vez que sua utilização sempre leva a um aumento de custos financeiros e ambientais.

A caracterização pretendida do clima tem como pressuposto a ideia de interação entre circulação atmosférica e os controles climáticos de superfície como caracterizadores de um dado topo ou microclima.

O Quadro 1 a seguir representa as diferentes escalas climáticas e os métodos de abordagem.

Ordens de Grandeza (Cailleux & Tricart)	Unidades de Superficie	Escalas Cartográficas de Tratamento	Espaços Climáticos	Estratégias de Abordagem	
				Meios de Observação	Técnicas de Análise
II	Milhões de Km	1: 45000000 1: 10000000	Zonal	Satélites Nefanalises	Caracterização Geral Comparativa
III	Milhares de Km	1: 5000000 1: 2000000	Regional	Cartas Sinóticas Sondagens Aerológicas	Redes Transectos
IV	Centenas de Km	1: 1000000 1:500000	Sub-Regional (Fácies)	Rede meteor. de superfície	Mapeamento Sistemático
V	Dezenas de Km	1: 250000 1: 100000	Local	Posto Meteorológ. Rede Complementar	Análise Espacial
VI	Centenas de M	1: 50000 1: 25000	Mesoclima	Registros Móveis (Episódicos)	Especiais
	Dezenas de M	1: 10000 1 5000	Topoclima	(Detalhe)	
	Metros	1 2000	Microclima	Baterias de Instrumentos Especiais	

Quadro 01: Categorias taxonômicas da organização geográfica do clima e estratégias de abordagem[7].

7 Fonte do Quadro 1: Monteiro, 1975. Org. Claudio E. Andreoti.

A compreensão das noções de escalas climáticas é fundamental de acordo com Pereira, Angelocci e Sentelhas (2002). Esses autores consideram que, em estudos agrometeorológicos, o clima é abordado em diversas escalas:

> -*Macroescala (ou regional, ou geográfica):* que tem como condicionantes características de latitude, longitude, altitude, correntes maritimas ou condições sinóticas;
> -*Mesoescala (ou local, ou topo escala):* condicionada por fatores como a topografia do local (exposição, configuração, inclinação das vertentes);
> -*Microescala:* condicionada basicamente pelo tipo de cobertura do solo que influencia o balanço energético local.

Os Topoclimas representam os resultados da interação entre os sistemas atmosféricos e os controles climáticos derivados da morfologia do local, enquanto que os Microclimas representam a interação dos sistemas atmosféricos com controles relacionados diretamente à superfície do solo – cobertura (ou uso) do solo, perfil hídrico do solo, superfície líquida e outros.

Segundo Tarifa (2001), na procura da compreensão do clima é necessária uma metodologia na qual a construção do conhecimento deve partir do trabalho em campo (a realidade concreta), onde o universo em análise é multiescalar, constituído por uma série de áreas, desde o local, topo e microclimático, e somado ao acompanhamento de outras fontes de informações meteorológicas num segmento temporal, acompanhadas dos devidos enquadramentos espaciais e temporais, trabalhando com os dados coletados segundo os critérios de amostragem estatística.

A relação entre o solo e a atmosfera adjacente no ciclo da água é a avaliada do ponto de vista climatológico através de balanços hídricos climatológicos (BHC) onde se estabelece a relação entre a precipitação atmosférica a infiltração e armazenamento de água no solo e a radiação incidente e perdas de água por evapotranspiração.

O BHC desenvolvido por Thornthwaite e Mather (1955) foi desenvolvido com o objetivo de caracterização climática (classificação climática de Thornthwaite) e posteriormente passou a ser utilizado com fins agronômicos, sendo um modo de se monitorar a variação do armazenamento de água no solo, em diversas escalas temporais.

Este método utiliza os valores médios de vários anos (normais climatológicas) e fornece estimativas da evapotranspiração real (ETR), da deficiência hídrica (DEF), do excedente hídrico (EXC) e do armazenamento de água do solo (ARM) sendo um indicador da disponibilidade hídrica em uma região, para um grupo de culturas.

Esse instrumento é amplamente utilizado em estudos agroclimáticos em vista da simplicidade de obtenção de resultados a partir de parâmetros relativamente simples de serem obtidos através de instrumentação automatizada como é o caso das Estações Meteorológicas Automáticas (EMA's) uma vez que o BH utiliza dados como a temperatura e precipitação locais para ser elaborado.

A partir dos dados médios de Precipitação e Evapotranspiração de uma região é denominado de BHC Normal, sendo um indicador climatológico da disponibilidade hídrica na região, por meio da variação sazonal das condições do balanço hídrico (BH) ao longo de um ano médio indicando deficiências e excedentes hídricos, essas informações são de característica climática e auxiliam no planejamento agrícola.

O balanço hídrico pode ser realizado para um período específico (meses, semanas, dias) e com isso possibilitar a caracterização e variação sazonal das deficiências e excedentes hídricos ao longo do período em questão, essas informações são de grande importância para avaliação das condições encontradas e para as tomadas de decisão acerca das culturas desta região.

Neste trabalho, foi uma das ferramentas utilizadas para auxiliar na caracterização da dinâmica da água no local em estudo e de acordo com a periodicidade dos campos realizados foi realizado um Balanço Hídrico Quinzenal com a utilização do programa *"BHnorm"* elaborado em planilha EXCEL por Rolim, Sentelhas e Barbieri (1998).

A fim de determinar um BH consideram-se como entradas de água no sistema a precipitação, orvalho (forçantes climáticas) e a irrigação como uma função do próprio balanço hídrico e fatores pedológicos: escorrimento superficial, drenagem lateral e ascensão capilar e as saídas ou perdas são representadas pela evapotranspiração, escoamento superficial, drenagem lateral e drenagem profunda (Pereira, Angelocci e Sentelhas , 2002).

Com relação ao orvalho, Galvani (2008) considera que esta entrada representaria uma contribuição muito pequena na pluviosidade total (no máximo 0,5mm/dia) sendo muito menor que o consumo diário de uma vegetação em pleno crescimento ativo e por isso acaba sendo desconsiderado para o cálculo do balanço

hídrico.

Gliessman (2002) por sua vez reconhece o papel do orvalho em casos de clima seco, como os bosques de madeira vermelha da costa da Califórnia, aonde a contribuição pode chegar a cerca de 10% da precipitação total. Desse modo, apesar de se reconhecer o papel que pode ser atribuído pelo orvalho, devido às características da região de estudo e considerações operacionais ele não será contabilizado nos cálculos aqui realizados.

Quanto à entrada por escorrimento superficial e a saída por drenagem lateral, Pereira, Angelocci e Sentelhas (2002) consideram que se compensam e dessa maneira o BH pode ser expresso, de maneira simplificada, pela equação (1):

$$\pm P \; ARM = P + I - ET + AC - DP \qquad \ldots\ldots (1)$$

Onde a precipitação (P) e a Irrigação (I) podem ser medidas de maneira relativamente simples, porém a ascensão capilar (AC), comum em períodos de estiagem e a drenagem profunda (DP), mais significativa em períodos úmidos demandam conhecimentos de física dos solos para sua determinação, alem desses é necessária a determinação da evapotranspiração (ET) a fim de se determinar a disponibilidade hídrica de um solo (armazenamento).

A evapotranspiração (ET) é o processo que apresenta maiores dificuldades em sua quantificação, desse modo são utilizados métodos para sua estimativa como medidas diretas através de lisímetros ou evapotranspirometros e indiretamente através de equações empíricas e evaporímetros.

A disponibilidade hídrica ou armazenamento (ARM) possui um limite máximo condicionado por fatores como o tipo de solo e as exigências hídricas de cada vegetação, sendo conhecido como Capacidade de Água Disponível (CAD), quando os valores do armazenamento ultrapassam a capacidade de campo, ocorre então excedente hídrico.

Para se elaborar o BHC, seja ele o Normal ou o Seqüencial, há a necessidade de se conhecer a CAD sendo esta uma função das características físico-hídricas do solo, ou seja, umidade da capacidade de campo (qcc), umidade do ponto de murcha permanente (qpmp), massa específica do solo (dg) e da profundidade efetiva do sistema radicular (Zr), onde se concentram cerca de 80% das raízes.

Um critério prático proposto pelos autores a partir das características gerais da cultura pode ser obtido através da equação (2):

$$CAD = CADmédia * Zr \quad \text{..... (2)}$$

Onde: CADmédia = 1,3 mm/cm e Zr = Tabela 01

Tabela 02: profundidade média radicular de diversas culturas.[8]

Cultura	Zr (cm)
Hortaliças	10 a 20
Arroz, Batata, Feijão	20 a 30
Trigo	30 a 40
Milho, soja	40 a 50
Amendoim	50 a 60
Cana, Citrus, Café	70 a 100
Arbóreas	150 a 250

Quanto à componente Evapotranspiração (ET), esta é importante na elaboração do BH e consiste no processo de perda de água para a atmosfera por evaporação da água do solo somada à transpiração das plantas e é representada por duas componentes: a Evapotranspiração Potencial (ETP) e a Evapotranspiração Real (ETR).

A evapotranspiração potencial (ETP) indica a quantidade de água evaporada e transpirada pela vegetação em função das condições do clima local (temperatura média mensal, duração do dia, número de dias/mês) sendo estimada em geral por meio de fórmulas desenvolvidas para as diversas condições climáticas já que a medida direta é difícil e onerosa, o programa "*BHnorm"* utilizado para a elaboração do BH presente neste trabalho utiliza a ETP estimada de acordo com o método de Thornthwaite (1948).

A evapotranspiração real (ETR) representa a quantidade de água efetivamente utilizada por uma superfície com grama em crescimento ativo com ou sem restrição hídrica (Pereira, Angelocci e Sentelhas, 2002).

8 Fonte: Notas de Aula Angelocci e Sentelhas (arquivo disponível em: http://www.leb.esalq.usp.br/aulas/lce306/Aula9_2012.pdf)

3.2 Solo e água

De acordo com Gliessman (2002) o solo, em um sentido amplo, é a porção da crosta terrestre na qual os vegetais estão sustentados. Num sentido mais específico, é a capa superficial intemperizada da Terra, sendo uma mescla de organismos vivos, com suas atividades metabólicas e de decomposição, e materiais provenientes das rochas, além da água e do ar que ocupam os espaços entre as partículas do solo (poros).

Resultante das interações entre litosfera e atmosfera, o solo, no seu desenvolvimento evolutivo vai assumindo funções de intermediação passando a regular os fluxos de matéria e energia, estabelecendo condições objetivas para o estabelecimento do bioma e passando a condicionar a dinâmica da paisagem.

O solo se constitui em um sistema coloidal em que partículas minerais e orgânicas compõem a fase dispersa e a água a fase dispersora.

Segundo Bidwell e Hole (1965) o solo se constitui em “um sistema aberto, em equilíbrio dinâmico, cuja evolução, que se dá no sentido da diferenciação das partes e das funções, é determinada pelos ajustes às condições ambientais.”

Em uma entropia crescente, os processos de intemperismo físico e químico, tendem a dissipar a energia armazenada nas ligações químicas das estruturas dos minerais primários que constituem as rochas. Dependendo das condições climáticas, parte considerável dos produtos de solubilização dos minerais primários é lixiviado.

Dos materiais que persistem, têm-se os resistentes ao intemperismo como o quartzo e uma série de compostos de sílica, alumínio e ferro, basicamente, que irão se recombinar dando origem aos minerais secundários que comporão a fase coloidal do solo, nestes filossilicatos, hidróxidos de alumínio, óxidos e oxihidróxidos de ferro ocorre a diferenciação das partes citada pelos autores.

Estes colóides se caracterizam pela elevada densidade de cargas superficiais e passam a adsorver parte dos produtos de solubilização que seriam lixiviados. O aumento da concentração de íons na fase adsorvida irá contingenciar o intemperismo, reduzindo a escalada de entropia, numa diferenciação das funções.

Todos os constituintes da fração coloidal, incluindo os íons do complexo sortivo, são hidrófilos e isto é determinante na evolução de sua estrutura.

Através das interações com a água, nos processos de floculação, cimentação e fissuração, os coloides do solo vão assumindo o arranjo espacial que irá definir a geometria dos espaços vazios, ocorrendo uma nova diferenciação das partes deste

solo.

A atividade biológica, ela própria condicionada pelo regime hídrico do solo, tende a otimizar o processo evolutivo da estrutura, seja simplesmente pela elaboração dos canais biológicos, seja pela agregação das partículas e micro agregados em grumos, mas, sobretudo pela adição de matéria orgânica humificada, agente cimentante que confere estabilidade estrutural além de incrementar a capacidade de troca catiônica.

Na região de clima tropical úmido e subúmido, a alta pluviosidade, em episódios concentrados, associada às temperaturas elevadas de verão, induz o aumento da mobilidade e reatividade da água, intensificando o intemperismo tanto quanto os processos pedogenéticos.

A produção e acumulação de filossilicatos (argilas) aumenta linearmente com a precipitação e exponencialmente com a temperatura Jenny (1941). Estas mesmas condições, pluviosidade e temperaturas elevadas, favorecem a lixiviação de bases trocáveis e sílica, induzindo a acumulação relativa de óxidos de Fe e Alumínio e de filossilicatos do tipo 1:1 (caulinita), que apresentam baixa capacidade de troca catiônica, Fassbender (1975).

A disponibilidade de água, a temperatura e a radiação líquida elevadas, propiciam a produção expressiva de biomassa nos trópicos úmidos, que se traduz no aporte de quantidade igualmente expressiva de matéria orgânica no solo. As temperaturas elevadas estimulam o aumento das populações e atividade de microorganismos responsáveis pela humificação e mineralização, abreviando o ciclo da matéria orgânica no solo.

Greenland, Will e Adams (1992), analisando o Diagrama de Mohr, que relaciona a síntese de matéria orgânica pelas plantas com a mineralização em ambiente aeróbio e anaeróbio, em função da temperatura, chama a atenção para o fato de que a partir de 30^0C, a acumulação de compostos orgânicos, ser relativamente pequena em ambas as situações.

Segundo estes autores, os fatores externos que influenciam a mineralização da matéria orgânica do solo, incluem temperatura e chuvas, a vegetação, à medida que modifica a temperatura e atividade biológica no solo, a composição do material orgânico depositado e as perturbações conseqüentes aos tratos culturais.

Como propriedades intrínsecas do solo, teríamos teor e natureza dos minerais de argila, drenagem, acidez e disponibilidade de nutrientes. Estes

parâmetros irão influir diretamente tanto na produção de biomassa, quanto na estabilidade da matéria orgânica humificada.

Sabe-se, por exemplo, que a estabilidade da matéria orgânica em Chernossolos decorre das ligações que se estabelecem entre o humos e as partículas de argila, através de cátions bivalentes como o cálcio e o magnésio.

A taxa de adição de matéria orgânica nos solos sob matas tropicais úmidas é excepcionalmente alta, estimada uma perda anual entre 8,3 t/ha (Proctor, 1984) e 10,4 t/ha (UNESCO, 1978).

Uma vegetação densa propõe uma eficiente proteção contra a incidência direta da radiação atmosférica sobre a superfície do solo, que irá se refletir na manutenção de temperaturas amenas e da umidade, limitando o processo de mineralização da matéria orgânica. Esta condição favorece o acúmulo de matéria orgânica no solo.

Greenland, Will e Adams (1992) estimam que pela substituição desta vegetação por monocultura intensiva, o Co orgânico retido no solo cairia de 43 para 25 ton/ha em 15 anos e o seqüestro potencial de C pelo solo, no mesmo período, iria de 11t/ha para 2 ton/ha.

Quando se pensa em sustentabilidade nos sistemas agrícolas, deve-se levar em conta não somente a fertilidade do solo ou a economia da água, mas também o aproveitamento de energia solar e o equilíbrio no ciclo do carbono.

Finalmente, Theng (1991) considera que a produção agrícola deve assegurar o sustento em condições dignas da força de trabalho envolvida, o que significa mais do que assegurar uma rentabilidade satisfatória, mas também a salubridade e a otimização da energia (trabalho) envolvida no processo produtivo:

> [...]O desenvolvimento e implementação de sistemas agrícolas sustentáveis deve conter ou reverter a degradação do solo e ser levada a cabo com a colaboração das comunidades envolvidas. Programas de conservação do solo devem não somente ser exequíveis, mas também compatíveis com as aspirações sócio econômicas e condições das comunidades locais.

3.3 Vegetação e água

No meio biótico a água é um fator limitante primário em um agroecossistema, sendo que um cultivo somente poderá se realizar onde exista precipitação adequada, ou seja, possível de contrapor, por meio da irrigação, os limites impostos por um clima seco.

A precipitação de água (chuva) ou neve é considerada como a fonte primária de entrada dessa substância nos ecossistemas – ainda que o orvalho possa ser significativo em casos específicos de clima seco, o que não é o caso da região em estudo, portanto para os fins pretendidos neste trabalho, somente as entradas por precipitação pluvial serão consideradas.

Uma vez que o solo atua como um reservatório da água proveniente da atmosfera, retendo-a e sendo aproveitada pelas plantas, devido ao fato de que a recarga de água não é continua o volume disponível para os vegetais é variável.

Essa variação se dá tanto por excesso de umidade, quando ocorrem perdas por escorrimento superficial (o que pode ocasionar erosão do solo) ou por percolação profunda onde, ainda que perdida para o aproveitamento vegetal ocorre a recarga de aqüíferos subterrâneos.

Outro extremo na variação ocorre quando o volume de chuvas é baixo, quando pode ocorrer a necessidade de recarga artificial, ou seja, irrigação.

A água se apresenta de diversas maneiras nos tecidos vegetais, estando presente nas paredes celulares onde as moléculas de celulose absorvem a água através de ligações de hidrogênio. No protoplasma e vacúolo o conteúdo de água chega a 95% ou mais.

No xilema ela desempenha o papel de solvente dos sais minerais absorvidos e no floema é o elemento transportador dos produtos metabólicos da fotossíntese (Reichardt e Timm, 2004).

A absorção da água utilizada pelos vegetais se dá a partir das raízes (radicelas) e é transportada de modo passivo através do fluxo de massa no xilema. Da água absorvida cerca de 90% é perdido através da transpiração foliar pelos estômatos.

O rendimento de uma cultura depende da intensidade da fotossíntese, absorvendo gás carbônico atmosférico pelos estômatos e água pelas raízes; porém, quando o potencial da água no ar atmosférico for menor que o potencial da água na câmara estomática do vegetal poderá haver perdas.

Portanto, a redução da água disponível no solo ou o excesso de transpiração são causas da deficiência hídrica vegetal que leva a danos ou à morte da planta.

Pela importância da água no ambiente, seja sobre os seus componentes abióticos e, principalmente, bióticos, tendo em vista a importância da produção agrícola, a busca de formas de manejo adequado dos solos a fim de aumentar a disponibilidade de água para as culturas é um fator de extrema importância, devendo contribuir para incrementar as características físicas, químicas e biológicas do solo e, com isso, aumentar a eficiência de absorção de água e nutrientes nos ecossistemas.

4. Agroecossistemas

A idéia de agroecossistema utilizada neste trabalho pode ser entendida como um ecossistema no qual está presente ao menos uma espécie de interesse agrícola.

Os agroecossistemas modernos ou agricultura convencional possuem a característica de alta produção, porém carregam as desvantagens presentes em ecossistemas “imaturos” – tais como a inabilidade de reciclagem de nutrientes, degradação da cobertura pedológica, desequilíbrio das populações de pragas, incapacidade de reprodução sem assistência humana e de competição com espécies invasoras – e podem ser definidos nas mais diversas escalas, sendo que uma região possui um grupo único deles, resultante das variações locais de clima, solo, sociedade, história e relações econômicas, sendo considerados como sistemas abertos que recebem insumos e exportam produtos (Altieri, 2012).

A evolução dos modernos agroecossistemas seguiu fortemente o modelo chamado “euro-americano” de produção agrícola, que se desenvolveu a partir da Revolução Industrial com a eliminação das restrições técnicas à pratica da agricultura monocultora e da expansão agrícola estadunidense que eliminou a tradição camponesa européia, mais ligada a práticas de cultivo que buscavam uma maior conservação dos solos, como a utilização de pousio e rotação de culturas (Romero, 1998).

A transformação das sociedades humanas esteve sempre condicionada ao desenvolvimento de técnicas que permitissem a apropriação dos recursos naturais e se deu pela apreensão das funcionalidades dos diferentes componentes da paisagem e da capacidade de descobrir novas formas de uso para os diferentes materiais nela presentes.

Até o final da Idade Média a tecnologia voltada à agricultura era de base empírica e transmitida oralmente entre os agricultores, essencialmente organizados em formas de estrutura familiar.

Só a partir de então a agricultura passa a se incorporar ao sistema capitalista e a tecnologia deixa de representar simplesmente um meio de otimizar a força de trabalho e produtividade para representar a possibilidade de multiplicação do capital, aproximadamente no final dessa época começa a ocorrer uma maior tecnicização da agricultura e formas de produção intensiva, um exemplo a ser citado é o caso das grandes plantações de cana de açúcar no Brasil colonial.

No final do século XIX e início do século XX, o desenvolvimento e generalização de novas técnicas e processos produtivos – tais como a mecanização agrícola, a adubação química, o controle químico de pragas e as melhorias genéticas – levaram a um aumento enorme na produção bruta de alimentos, porém com o decorrer do tempo isso tem levado a um aumento dos custos de produção mais expressivos do que em ganhos na produtividade.

Com paralelo na produção massificada industrial, essas novas tecnologias permitiram uma enorme expansão da monocultura como forma de produção agrícola (Gliessman, 2002; Romero, 1998).

Os pilares dessa nova agricultura são uso intensivo do solo, as monoculturas, a irrigação, a adubação química, o controle químico de pragas e a manipulação genética das espécies cultivadas.

Criou-se assim, um ciclo artificial com a desestabilização das relações ecológicas provenientes da simplificação das espécies e o rápido empobrecimento do solo decorrente do seu uso intensivo, a adubação química sintética torna-se necessária, em substituição à ciclagem natural dos nutrientes proporcionada em condições naturais.

O uso de agrotóxicos se faz necessário para restaurar artificialmente o equilíbrio ecológico, o que antes se dava pelas relações naturais presentes nos sistemas originais ou em práticas agrícolas como a rotação de culturas e o pousio.

Essa nova agricultura se consolidou após a Segunda Guerra Mundial, substituindo em grande parte a produção de estrutura familiar, sendo esta substituída pela empresa agrícola (hoje conhecida como agronegócio).

Como em uma indústria, essas empresas agrícolas utilizam-se da especialização, padronização e volume de produção, o que na prática se traduziu em monocultivo (especialização), melhoramento genético em poucas culturas específicas (padronização) e na ampliação das áreas de cultivo (volume de produção) o que veio a contribuir para a concentração de terras.

Esse modo de produção vem acarretando severas conseqüências ambientais, como erosão, poluição do solo e dos recursos hídricos, perda de biodiversidade e uso excessivo dos recursos naturais, além de problemas sociais, tais como concentração de terras, domínio do fator comercial sobre o produtivo, alteração do modo de vida agrário tradicional com conseqüente migração rural (Altieri, 2012).

A utilização de insumos químicos como fertilizantes, pesticidas e herbicidas utilizados em escalas cada vez maiores, e a falta de conhecimento da dinâmica climática e dos processos de drenagem de um local acarretam muitas vezes no acúmulo dessas substâncias nos cursos de água, lençóis freáticos e no solo.

Estudos realizados pelas Nações Unidas estimam que nos últimos 60 anos ocorreram danos em aproximadamente 38% dos solos utilizados para cultivo no planeta, decorrentes da salinização, extração excessiva de água, contaminação por produtos químicos e redução da qualidade da estrutura pedológica, acarretando perda de fertilidade e erosão (Gliessman, 2002).

A compactação do solo, resultante da utilização de máquinas e implementos agrícolas, também é apontada como uma das grandes contribuintes para a sua degradação e perda. Autores como Ball et al. (1997) vêem essas práticas como particularmente danosas quando aplicadas em locais com clima úmido, como em boa parte do Brasil.

No Brasil, instituições de pesquisas como o Instituto Agronômico de Campinas (IAC) e, posteriormente, a Empresa Brasileira de Pesquisas Agronômicas (Embrapa), com suporte das agências de fomento, passaram a concentrar esforços na introdução e adaptação de culturas; o resultado é que boa parte da produção agrícola brasileira atualmente se deve a espécies introduzidas e adaptadas, como a soja, cana e outras, de acordo com dados do IBGE (2007).

No caso específico de agroecossistemas modernos do tipo pastagem, uma das parcelas em estudo neste trabalho, ocorre que no Brasil, apesar da tecnificação do campo, a pecuária manteve em grande parte a sua estrutura produtiva marcada por modelos arcaicos de processo de produção animal, ainda que, a partir dos anos de 1970, novas técnicas baseadas no uso sustentável do solo tenham surgido ou vêm sendo resgatadas, como o sistema de rotação de pastagens, englobando a consorciação de forrageiras, rotação das parcelas e maior controle na distribuição do esterco, assegurando com isso uma melhor fertilidade física e química (Voisin, 1974).

Devido à expansão da atividade pecuária no país, aumentaram os impactos relacionados a essa atividade, uma vez que é freqüente o uso de terras degradadas para pasto, a prática de reforma de pastos deixando o solo desagregado e exposto no início da estação chuvosa e o superpastejo, a fim de intensificar a produtividade com o aumento do número de animais por área.

Esta atividade se encontra ligada ainda ao uso de terras devolutas ou degradadas para a sua formação, o que intensifica processos erosivos, o esgotamento químico e o desmantelamento da estrutura dos solos. Soma-se a isso a rapidez e o baixo custo de sua implantação e manutenção, o que torna a atividade pecuária muito utilizada na estocagem de terras para especulação (Albino, 2004).

Os pastos representam a maior área de agroecossistemas agrícolas presente no Brasil e, apesar da variação das estimativas sobre a área ocupada, autores como Spavorek, Correchel e Barreto (2004) estimam que a área utilizada para pasto no Brasil chega a 178 milhões de hectares e consideram que as pastagens cobrem satisfatoriamente o solo, mesmo se manejadas de forma pouco adequada, sendo evidentes apenas erosões maiores, mas que ainda assim geram poucos sedimentos, porém os autores reconhecem que faltam maiores estudos sobre este assunto.

Para eles, o maior problema relacionado às pastagens se refere à perda de solos devido à remoção da cobertura vegetal, seja por manejo inadequado desta ou do rebanho, pelas deficiências nutricionais ou para a reforma do pasto.

O maior impacto relacionado ao manejo desse tipo de agroecossistema diz respeito a sua super utilização, ou superpastejo[9].

Este tipo de uso intensivo pode criar problemas de compactação do solo, uma vez que o pisoteio dos animais aumenta a densidade e diminui a porosidade total, reduzindo a permeabilidade e dificultando o desenvolvimento das raízes das forrageiras, o que contribui com o aumento do escoamento superficial e produção de sedimentos.

Do mesmo modo, Trimble e Mendel (1995) concluem em seu estudo que o superpastejo compacta o solo, reduz a infiltração, incrementa o escoamento superficial e as taxas de sedimentação; e em áreas riparias diminui a resistência à erosão por conta da redução da vegetação e exposição de substratos mais vulneráveis. Entretanto os mesmos autores consideram que, em pastejos com uso leve e moderado, esses efeitos são muito reduzidos.

O acesso dos animais aos cursos d'água também gera problemas associados à qualidade da água, devido à presença de esterco nas pastagens e nas margens – que pode ser carreado para a água – e na estabilidade dos solos devido ao

9 Um número aproximado de animais que poderia caracterizar um superpastejo pode ser encontrado no trabalho de Trimble & Mendel (1995, p. 234), sendo em torno de 2,5 animais por hectare-mês*:* "Of 18 studies giving definitions of grazing intensity, 12 used some form of cows per acre-time, which we have converted to animal unit months per hectare (AUM ha -1)... For "heavy" grazing, the average is about 2.5 AUM ha- 1, with a range between 0.22 and 7.4 AUM ha-1 ".

deslocamento constante dos animais em direção aos cursos d'água e suas margens, em especial em locais não protegidos por matas ciliares (Spavorek, Correchel e Barreto, 2004).

Atualmente uma nova perspectiva sobre a produção agrícola vem se desenvolvendo, reunindo diversas técnicas e procurando resgatar antigas praticas a agroecologia vem buscando se firmar como uma tentativa de solucionar as conseqüências provenientes dessa agricultura moderna, mecanizada, intensiva e fortemente dependente de insumos químicos.

Ainda que aborde práticas agrícolas tradicionais muitas vezes milenares, ela se desenvolveu como ciência durante o século XX quando se reuniram estudos abordando as ciências Agronômicas e Ecológicas, ambas com focos específicos, a primeira possui uma característica fortemente prática, de aplicação dos resultados das pesquisas à agricultura enquanto que a Ecologia com seus estudos dos sistemas naturais possui características mais teóricas e somente recentemente a análise ecológica dos sistemas agrícolas passou a se concentrar na geração de tecnologias capazes de servirem da base para recomendações de práticas de cultivo.

Sem desconsiderar desenvolvimentos anteriores como a "Ecologia de Cultivos" das décadas 1920 e 1930 e da Ecologia Agrícola do final dos anos 1950 na qual se utilizou pela primeira vez o conceito de Ecossistema[10], Gliessman em seu trabalho (2002) considera que um marco de grande importância na consolidação da Agroecologia como ciência se deu a partir do Primeiro Congresso Mundial de Ecologia ocorrido em 1974 no qual um grupo de participantes apresentou um informe sob o titulo "Análise de Agroecossistemas".

A partir do desenvolvimento e aumento da influência da agroecologia esta disciplina contribuiu para o desenvolvimento do conceito de sustentabilidade na agricultura.

Para o autor, a Agroecologia desempenha um papel de unificação de disciplinas representando o estudo dos processos ecológicos nos agroecossistemas e atua como agente de troca que busca a transformação que deve ocorrer para o desenvolvimento agrícola em bases sustentáveis.

---

10 A fim de esclarecer o conceito de Ecossistema utilizado neste trabalho, podemos citar a definição colocada por Gliessman (2002, p. 17), segundo ele seria "... um sistema funcional de relações complementares ente os organismos vivos e seu ambiente, delimitado por critérios arbitrários, os quais em espaço e tempo parecem manter um equilíbrio dinâmico".

Um Agroecossistema Sustentável de acordo com a definição de Gliessman (2002) seria aquele que:

> [...] mantém o recurso base do qual depende, se apóia em um mínimo de insumos artificiais externos ao sistema de produção, maneja as pragas e enfermidades mediante mecanismos internos de regulação e é capaz de se recuperar das perturbações ocasionadas pelas praticas de cultivo e colheita.

Esses sistemas podem ser examinados em termos de sua composição hierárquica desde o nível mais simples, o indivíduo, passando pelos mais complexos como população e comunidade até o próprio Ecossistema.

As alterações produzidas no Ecossistema com finalidade de produção de alimentos ou matérias primas pelo ser humano levam a criação de um Agroecossistema Moderno muito diferente dos Ecossistemas originais, porém preservando processos, estrutura e outras características.

Alguns dos aspectos dos Ecossistemas que são alterados devem ser destacados pela sua relevância:

- apesar da fonte primária de energia de qualquer Ecossistema ser a luz solar, alguns dos fluxos de energia nos Agroecossistemas Modernos possuem entradas provenientes de fontes humanas e uma considerável quantidade de energia sai com a colheita ao invés de armazenar-se em forma de biomassa, permanecendo dentro do sistema.

- o ciclo de nutrientes em Agroecossistemas Modernos na maior parte dos casos é mínimo devido à colheita ou a perdas por lixiviação ou erosão, causadas em grande parte pela carência de biomassa permanente no sistema.

- os mecanismos de regulação de populações são alterados devido à simplificação do ambiente e redução dos níveis tróficos e por sua vez as populações presentes são reguladas antropicamente por meio de mudas, sementes ou outros agentes de controle de populações.

– devido a sua diversidade reduzida em estrutura e funções os Agroecossistemas Modernos são mais vulneráveis a perturbações que os sistemas naturais, de forma que os sistemas agrícolas só podem ser sustentados na forma de trabalho humano e insumos externos.

De um modo geral os Agroecossistemas Modernos são mais produtivos, porém menos diversos do que os sistemas naturais e, diferentemente destes, não podem se autossustentar, além do que a produtividade só se mantém graças à adição de insumos de energia e materiais provenientes de fontes humanas externas, o Quadro 2 a seguir resume as diferenças entre os dois tipos de Ecossistema quanto a sua estrutura e função.

Características	**Ecossistema Natural**	**Agroecossistema Moderno**
Produtividade bruta	Média	Alta
Interações Tróficas	Complexas	Simples
Diversidade de Espécies	Alta	Baixa
Diversidade Genética	Alta	Baixa
Ciclo de Nutrientes	Fechado	Aberto
Estabilidade	Alta	Baixa
Controle Humano	Independente	Dependente
Permanência	Alta	Baixa
Heterogeneidade do habitat	Complexa	Simples

Quadro 02: Diferenças de estrutura e função ente Agroecossistemas e Ecossistemas naturais (Gliessman, 2002).

O próximo Quadro 3 apresenta de modo resumido as características e possíveis benefícios de um Agroecossistema Sustentável no tocante a diminuição de riscos e aumento de características positivas.

Característica	Benefício
Alta diversidade de espécies	diminuição do risco de perda de cultivos
Alta biomassa total	fonte de matéria orgânica
Produtividade primaria alta	maior potencial para produção de colheitas
Complexidade de interações entre espécies	maior potencial de controle biológico
Maior reciclagem de nutrientes	maior fertilidade, menor necessidade de insumos externos
Interferência mutualística	maior estabilidade, menor necessidade de insumos externos

Quadro 03: Características ecológicas desejáveis em agroecossistemas sustentáveis. (Gliessman, 2002).

Segundo esse autor, quando cultivos diferentes são plantados em conjunto para formar um Agroecossistema Sustentável e os rendimentos dessa combinação são maiores que os cultivos plantados isoladamente, provavelmente o incremento desse rendimento resulta da complementaridade de cada população e para que isso ocorra cada espécie deve ter um nicho em alguma forma diferente buscando a complementaridade.

O manejo bem sucedido de cultivos diferentes depende do conhecimento da dinâmica de cada população e aqueles que manejam os Agroecossistemas Sustentáveis e os pesquisadores do tema devem se valer de conceitos em ecologia das populações para desenvolver técnicas e princípios de manejo apropriados aos organismos cultivados e não cultivados.

Um enfoque utilizado no manejo destes Agroecossistemas é o uso da imitação da natureza, que consiste no desenvolvimento de sistemas agrícolas que usam como modelo os processos sucessionais que ocorrem naturalmente em um dado local o que permite estabelecer Agroecossistemas estáveis e produtivos.

Neste sistema as etapas sucessionais naturais são imitadas ao se introduzir intencionalmente elementos que promovam o desenvolvimento de interações e ente os componentes do ecossistema, espécies vegetais como leguminosas com suas bactérias fixadoras de nitrogênio e plantas com micorrizas que capturam o fósforo e asseguram o bom desenvolvimento de diversas espécies vegetais, desde arbóreos até espécies cultivadas como a mandioca.

Ainda que esta estratégia possa requerer um manejo intensivo, por outro lado as características de seus processos que são internos ao ecossistema levarão a

uma menor dependência de insumos externos e maior estabilidade, requerendo também menor intervenção após sua implementação.

Em um manejo visando à produção sustentável a ênfase em relação ao solo esta na produção de matéria orgânica e sua formação e redução de perdas, o que propiciará um melhor desenvolvimento do solo com a melhoria de seus atributos físico-químicos que resultarão na elaboração e estabilização da estrutura, aumentando a capacidade de absorção e armazenamento da água.

Um dos primeiros passos a fim de se obter esse desenvolvimento, portanto é o incremento da matéria orgânica no solo através da manutenção constante das entradas de novo material orgânico em substituição às perdas devido à colheita.

Em regiões tropicais como é o caso do Brasil esse incremento de material orgânico é facilitado uma vez que as condições climáticas possibilitam um alto fluxo de energia e umidade o que permite uma grande variedade de espécies vegetais, e produção expressiva de massa verde, por outro lado a taxa de mineralização da matéria orgânica é extremamente alta sob essas mesmas condições.

Uma outra fonte de matéria orgânica são os resíduos de cultivo, ainda que existam controvérsias sobre como realizar adequadamente este tipo de manejo já que podem conter organismos potencialmente causadores de pragas ou doenças em cultivos posteriores além da dificuldade em trabalhar sobre a superfície coberta de resíduos e prever os seus efeitos quando comparada a uma superfície descoberta como a utilizada em cultivos tradicionais (Hénin, Gras e Monnier*,* 1976).

O maior objetivo no desenho de um Agroecossistema Sustentável, portanto, é juntar as características de um Ecossistema Natural com a produtividade de um cultivo tradicional, o fluxo de energia deve ser desenhado para depender menos de insumos não renováveis, buscando com isso desenvolver e manter ciclos de nutrientes quase fechados no sistema de forma que os nutrientes que saem na forma de colheita possam ser recolocados de um modo mais sustentável ou no mínimo em pequenas quantidades quando comparadas com um cultivo tradicional.

Os mecanismos de regulação de populações podem ter mais êxito em um sistema que oferece em sua totalidade uma maior resistência a pragas e doenças graças ao aumento da diversidade de espécies e a maior presença de inimigos naturais delas, ou seja, a incorporação das qualidades naturais presentes em ecossistemas a fim de permitir um maior equilíbrio dinâmico na produção.

Os Sistemas Agroflorestais (SAFs), também denominados Agrossilvicultura são uma forma de Agroecossistema Sustentável que designa genericamente formas

de resgate de sistemas antigos de práticas de uso do solo com a associação espaço-temporal de árvores e culturas agrícolas.

Ainda que alguns autores considerem que não exista uma definição estrita do termo, uma definição muito resumida poderia ser a de que um SAF seria um sistema agropecuário diferenciado por ter um componente arbóreo ou lenhoso, o qual tem um papel fundamental na sua estrutura e função (Engel, 1999; Altieri, 2012).

Os critérios comumente utilizados para a classificação dos SAFs são a sua *estrutura* (agrossilvicultura, silvipastoreio e agrossilvipastoreio), *função,* referindo-se aos produtos principais e o papel de seus componentes, que podem possuir a função de proteção ao solo, quebra ventos, abrigos ou função produtiva de alimentos, forrageiras e lenha.

A *escala socioeconômica e o nível de manejo* podem ser usados como critério de designação comercial, subsistência ou intermediário e os níveis de complexidade dos SAFs evoluem desde os mais simples como os consórcios de espécies agrícolas com arbóreas sem a preocupação da dinâmica da sucessão e biodiversidade até os mais complexos que possuem dinâmicas e diversidade similares às florestas naturais.

No planejamento de um SAF o modelo geralmente utilizado é o Ecossistema da região, utilizando seqüências de culturas semelhantes à sucessão natural, atendendo às necessidades culturais das espécies que o compõem, sua fenologia, necessidades de manejo e práticas adicionais como conservação do solo e melhoria do microclima na atmosfera adjacente ao solo, que favorecerá o desenvolvimento da endopedofauna. As formas de arranjo numa agrofloresta podem ser (Altieri, 2012):

1. Consórcio de plantas arbóreas e culturas anuais podendo ser temporalmente simultânea e espacialmente variável de acordo com as características das espécies utilizadas.

2. Faixas limpas em meio a florestas primárias ou secundarias e o plantio de espécies perenes e tolerantes ao sombreamento e posterior diminuição do adensamento da vegetação da floresta.

3. Introdução de práticas de manejo tipo desbaste e poda para aumento da incidência de radiação e o plantio de espécies selecionadas no interior da floresta.

4. Plantio de espécies arbóreas selecionadas em linhas perpendiculares nas áreas montanhosas e plantio de capim e outras espécies ao longo do contorno.

5. Plantio denso de espécies arbóreas com propósitos diversos ao redor de parcelas de culturas a fim de formar cercas vivas e quebra ventos em áreas de uso extensivo da terra.

6. Diversificação de áreas agrícolas de uso intensivo com o plantio árvores de maneira regular ou casual.

Esse tipo de Agroecossistema, por buscar uma aproximação aos ecossistemas naturais em estrutura e diversidade, possui um grande potencial para a restauração de áreas e ecossistemas degradados, podendo ser utilizados como estratégia de restauração, a fim de reduzir os custos por meio da compensação financeira com a possibilidade de comercializar produtos agrícolas e florestais, e também para a constituição de Agroecossistemas com fins comerciais e sustentáveis, com produtos orgânicos e saudáveis.

No tocante a produção de água, a importância da Agrofloresta reside no fato de que os SAFs contribuem para o incremento das características do solo responsáveis pela absorção, armazenamento e regulação da distribuição da água proveniente da atmosfera (precipitação) aos vegetais ou a drenagem até níveis mais profundos e seu armazenamento.

A partir da sua chegada à superfície do solo, a circulação da água é condicionada pelos atributos físicos e químicos do solo que determinarão seu escorrimento em superfície e/ou sua drenagem através do solo.

Uma vez infiltrada neste meio, essas mesmas características condicionarão a permanência em subsuperfície ou a drenagem até níveis mais profundos.

Como um dos fatores formadores de solo, o manejo adequado da vegetação assume elevada importância na manutenção ou incremento na capacidade de infiltração e armazenamento da água no solo.

A presença de árvores, que em geral não são verificadas nos Agroecossitemas Convencionais talvez seja a característica mais marcante de um SAF e se constitui

na maior contribuição para a melhoria do funcionamento hídrico do solo em uma agrofloresta, uma vez que seus efeitos se dão em níveis aéreos, superficiais e subsuperficiais.

Devido ao seu porte, forma e características de crescimento elas influem sobre outros componentes do sistema, afetando a radiação solar, precipitação, umidade relativa e movimentos de ar, preenchimento de volumes e estruturação do solo, a redistribuição dos nutrientes e a desenvolvimento e atividade da endopedofauna, responsável pela elaboração, manutenção e restauração da estrutura e porosidade do solo.

O sistema radicular geralmente mais profundo das espécies arbóreas permite a exploração das reservas minerais das camadas mais profundas do solo e sua posterior deposição na superfície como restos vegetais aumentando o teor de húmus no solo que por sua vez incrementa a capacidade de trocas catiônicas e diminui as perdas de nutrientes.

As raízes também possibilitam uma melhoria da estrutura do solo como resultado do aumento da matéria orgânica, ação descompactante das raízes e atividade microbiana associada, permitindo o desenvolvimento de agregados mais estáveis.

Em relação ao pedoclima as árvores abrandam a temperatura superficial do solo pela interceptação da radiação solar, diminuindo a velocidade do vento e atenuando o impacto das gotas de chuva no solo por interceptação pelas copas além da proteção contra a erosão fornecida pela serapilheira e sistema radicular (Altieri, 2012).

Além disso, a ação das árvores amenizando as oscilações de temperatura e os movimentos do ar sob suas copas diminuem as taxas de evaporação e retém o vapor d’água aumentando a umidade relativa do ar na atmosfera adjacente à superfície do solo.

O fluxo da água interceptada e conduzida pelo caule até o solo, a cobertura pela serapilheira e melhora da estrutura pedológica somam-se para melhorar as características gerais de infiltração e armazenamento de água no solo de uma agrofloresta (Altieri, 2012; Gliessman, 2002).

Finalizando, a utilização de modelos agroflorestais com as características dos SAFs vem ao encontro com a função das Zonas de Conservação dos Recursos Hídricos (ZCRH) presentes na APA, onde somente são permitidas formas de atividades agrícolas com enfoque na conservação do solo e recursos hídricos, com

uso racional de agroquímicos e recomposição florestal com espécies nativas em especial nas áreas de várzeas, de preservação permanente e campos antrópicos que muitas vezes ocupam algumas áreas de alta fragilidade natural presentes na APA em questão como os topos de morro e fundos de vale (SMA/FF, 2010).

Uma outra alternativa dentro da agroecologia que vem sendo bastante utilizada e que não será analisada neste trabalho, mas que merece ser citada é o Sistema de Plantio Direto.

Se trata de uma técnica de cultivo conservacionista na qual procura-se manter o solo sempre coberto por plantas em desenvolvimento e por resíduos vegetais, visando protegê-lo do impacto das gotas de chuva, escorrimento superficial e erosões hídrica e eólica.

É considerado um cultivo de mínima intervenção no solo uma vez que o preparo do solo limita-se ao sulco de semeadura, procedendo-se à semeadura, à adubação e, eventualmente, à aplicação de herbicidas em uma única operação (EMBRAPA, 2012).

5. Procedimentos Metodológicos

Os procedimentos metodológicos empregados para a realização do trabalho proposto envolvem uma análise qualitativa e quantitativa nas três formas de uso do solo a partir de parâmetros relacionados ao clima, o solo e a dinâmica da água.

A seguir são descritos os procedimentos realizados a fim de caracterizar cada um desses parâmetros.

5.1 Caracterização Climática

As técnicas de aquisição de dados meteorológicos são as mais variadas, indo desde a observação ou coleta de dados diretamente no campo até as mais diversas tecnologias como radares e sensores eletrônicos baseados em terra, ar, mar e espaço que registram diversos parâmetros da atmosfera, terras emersas, oceanos e radiação solar que atinge o planeta, fonte primordial dos processos atmosféricos.

Apesar das evoluções das técnicas de coletas e tratamento de dados atmosféricos, o trabalho realizado *in loco* ainda é de suma importância, ainda mais em se tratando de aplicações agrometeorológicas como é o caso do estudo proposto.

Mesmo que esse estudo aborde o clima nas diversas escalas descritas, o recorte específico das parcelas procurou abordar as escalas micro[11] e topoclimáticas, os métodos propostos para este estudo seguiram, em linhas gerais, os métodos adotados para coleta de dados climáticos que foram utilizados no meu Trabalho de Graduação Individual (Andreoti, 2007) sendo porém ampliados o numero dos atributos analisados, como um estudo detalhado da pedologia do local, avaliação da pluviosidade e armazenamento de água no solo.

Para caracterizar o clima do local a ser estudado, foram instalados sensores de temperatura do ar e utilizado o pluviômetro já presente na Fazenda, sendo obtidos os dados diários de temperatura próxima ao solo e o índice pluviométrico do período.

Foram buscadas também informações disponíveis em postos de coleta de dados meteorológicos próximos ao sitio em questão como as da rede de coleta do

11 O termo microclima neste trabalho está de acordo com a escala de análise proposta por Monteiro (1971), onde a distribuição horizontal é de 0,01 a 100 m e distribuição vertical de 0,1 a 10 m.

Instituto Agronômico de Campinas (IAC) e a Escola Superior de Agricultura Luis de Queirós (ESALQ-USP).

Para auxiliar na interpretação dos dados colhidos, foi realizado também o acompanhamento dos fenômenos meteorológicos mais significativos na escala sinótica uma vez que a simples abordagem dos aspectos do clima local não permite a apreensão da dinâmica processual do clima, conforme o considerado por Monteiro (1971), sendo utilizados para tanto as análises sinóticas e cartas correspondentes ao período tratado no trabalho.

Esse material foi obtido eletronicamente nos sítios da Marinha Brasileira[12] e Comando da Aeronáutica[13] (cartas *SIG Wx* de cobertura de nuvens e *Wind Aloft Prog* de vento) e também nos Boletins de Monitoramento e Análise Climática (Climanálise) fornecidos no sitio do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)[14] .

Para a coleta de dados de temperatura do ar e de pluviosidade da área de estudo foram instalados entre as datas de 03 de Novembro de 2011 e 16 de Março de 2012 os seguintes instrumentos:

- Sensores eletrônicos de temperatura e umidade relativa do ar de marca Instrutherm, modelo HT-500[15] instalados em abrigos de metal, ambos cedidos pelo Laboratório de Climatologia e Biogeografia do Depto. de Geografia da FFLCH-USP.

- Pluviômetro manual tipo Anísio da Casa Fretin, com diâmetro de 20 cm. Este equipamento é de propriedade da Fazenda Morros Verdes, e sua leitura foi efetuada após cada evento de chuva pelos Geóg. Alexandre Haberkorn e Cláudio Eduardo Andreoti.

Os sensores eletrônicos foram instalados nas coordenadas geográficas 0287605, 7367025 e o pluviômetro nas coordenadas 0287591, 7367055 ambos a uma altitude de 880 metros e na instalação desses equipamentos procurou-se

12 http//www.dhn.mar.mil.br

13 http//www. redemet.aer.mil.br

14 http//www.cptec.inpe.br

15 Precisão de UR +- 3%, Temperatura +- 0,5ºC, memória de até 32000 registros, taxa de medição entre 2s e 24h e software de comunicação para ambiente Windows.

aproximar ao máximo das instruções da Organização Meteorológica Mundial (OMM)[16] ou seja, em local livre em distância igual ou superior a quatro vezes a altura de obstáculos, a área de captação em plano horizontal a uma altura de 1,5 m e em área recoberta por grama ou vegetação de pequeno porte.

16 Obtidos em: http://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/publications/CIMO-Guide/CIMO_Guide-7th_Edition-2008.html, acesso em 15 de Outubro de 2011.

5.2 Caracterização da cobertura pedológica

As topossequências foram realizadas de acordo com os critérios do Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (Santos et al, 2005).

Os perfis localizados nestas topossequências foram georeferenciados e classificados de acordo com os critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

Foram também resgatadas análises anteriormente realizadas em outras vertentes da Fazenda com a participação de alunos do curso de graduação “Estágio Supervisionado em Análise de Solos” ministrado no primeiro semestre do ano de 2010 e sob as seguintes orientações:

1. Profa. Dra. Sidneide Manfredini e abrange a parcela de Pasto;
2. Profa. Dra. Sonia Maria Dias Furlan em outras áreas próximas;
3. Téc. Espec. do Laboratório de Pedologia Ms. Marcos Roberto Pinheiro, também localizadas em áreas próximas.

Novas topossequências foram realizadas nas parcelas em estudo entre os meses de Março e Julho de 2011 e nas trincheiras foram realizadas análises dos perfis de acordo com a metodologia do Perfil Cultural proposta por Hénin, Gras e Monnier (1976).

Essa técnica de análise consiste na descrição de características morfológicas que traduzam o potencial edáfico do solo e reflitam a influencia do manejo no mesmo.

Segundo estes autores um perfil cultural seria resultante de:

> [...] o conjunto constituído pela sucessão de camadas de terra individualizadas pela intervenção dos instrumentos de cultivo, pelas raízes dos vegetais e pelos fatores naturais que reagem a estas ações”.

O Protocolo de Observações a seguir foi adaptado com base nos trabalhos dos autores citados e oferece uma perspectiva detalhada dos elementos considerados em campo.

Protocolo de Observações[17]

Ponto de observação:

- representatividade (padrão vegetativo, histórico de manejo)

situação geográfica

orientação relativa aos tratos culturais

Critérios de observação:

- Organização geral: Cor
  Auscultação (relacionada à quantidade de vazios e a saturação de água no perfil).
  Constituição física do material
  Armazenamento e circulação da água.
- Descrição detalhada: Estruturas (diferentes escalas de observação)
  Matéria orgânica livre (localização, natureza, evolução)
  Atividade biológica (traços, distribuição, freqüência)
  Enraizamento (forma, distribuição, ramificações, cor e espessura).

Objetivos da análise:

- Aeração

Armazenamento de calor

Armazenamento e circulação de água

Condições propostas ao desenvolvimento do sistema radicular

Observação da camada arável:

- Indícios de segregação de material em superfície

Densidade global da camada

Torrões (tamanho, distribuição, consistência)

Limite inferior

17 **Fonte:** Hénin, Gras e Monnier (1976). Adapt. pela Profa. Dra. Sidneide Manfredini (2006).

A análise do perfil cultural no campo se dá em trincheiras nas quais se procede a observação da organização e da morfologia das estruturas do solo nas diferentes regiões do perfil, que, segundo Tavares Filho (1999), são conseqüência direta do estado de evolução pedológica de cada solo combinado com a ação antrópica que influi nessa evolução.

Sua descrição é realizada lateral e verticalmente no perfil, devendo ser diferenciados o horizonte formado por ações antrópicas daqueles formados por processos pedológicos.

Busca-se com isso a caracterização das propriedades morfoestruturais e físicas do solo em um dado momento além da relação entre este solo e a vegetação que ele sustenta.

Esse proceder possibilita caracterizar o perfil, estabelecer um diagnóstico e realizar prognósticos sobre a evolução provável do perfil e suas conseqüências para a população vegetal em função desta e do tratamento cultural realizado.

Considerando a importância do pH dos solo em suas relações com a vegetação, endopedofauna e microorganismos que participam dos processos de humificação-mineralização da matéria orgânica, foram determinados os índices de pH do solo em campo através de equipamento portátil[18] em amostras coletadas durante a abertura das trincheiras.

As determinações dos parâmetros físicos dos solos da área foram realizadas no Laboratório de Pedologia do Departamento de Geografia/FFLCH/USP, de acordo com a metodologia proposta pelo Manual de Métodos de Análise de Solos (EMBRAPA, 1997):

- granulometria pelo método da pipeta;

- capacidade de campo (10 kPa) de amostras indeformadas coletadas através de anéis volumétricos e determinada através do método dos funis de Büchner;

- determinações de umidade atual nas amostras de solo coletadas através de tradagens quinzenais na área de estudo;

Foram também realizadas as determinações de Capacidade de Campo (CC)

18 Equipamento marca ATC, modelo PH 010, patrimônio do Laboratório de Pedologia (LaboPed), DG-FFLCH, USP.

a 30 kPa e Ponto de Murcha Permanente (PMP) a 1500 kPa.

Estas determinações foram realizadas através de amostras deformadas que foram enviadas ao Laboratório de Física de Solos do Instituto Agronômico de Campinas (IAC) [19].

19 A metodologia utilizada pelo IAC nessas determinações pode ser consultada em: CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S. Métodos de Analise Química, Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agronômico de Campinas. Campinas, Instituto Agronômico, 2009. 77 p. (Boletim técnico, 106, Edição revista e atualizada)

5.3 Dinâmica da água

Para acompanhar a variação da umidade presente no solo foi realizada a coleta de amostras por meio de tradagens em três pontos de cada parcela nas profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm, de interesse em vista das praticas agrícolas presentes na região (olericultura).

As amostras coletadas em cada campo eram acondicionadas em sacos plásticos vedados e guardadas em caixa de isopor para minimizar a perda de umidade durante o transporte até o Laboratório de Pedologia da FFLCH onde, conforme o tipo de amostra eram pesados os anéis ou separadas amostras em porções de 50 gramas aproximadamente para sua pesagem úmida, secagem em estufa a 105º C por 24 horas e pesagem da amostra seca.

Inicialmente foi determinada a Porosidade Total (P) das amostras indeformadas coletas com os anéis volumétricos de acordo com o proposto por Reichardt e Timm (2004) os quais consideram que a massa total do solo e o seu volume total representam a somatória das frações sólidas, líquidas e gasosas onde sua densidade (ds) é igual à massa de um volume de solo seco, obtida dividindo-se o peso do solo seco pelo volume do anel[20] e para a Densidade das Partículas (dp) foi adotado o valor médio de 2,65 g/cm-³ já que os mesmos autores consideram que essa densidade é pouco variável entre os diferentes tipos de solo (equação 3).

$$(P) = 100 * \frac{(dp - ds)}{dp} \qquad \text{..... (3)}$$

Para a determinação de sua Umidade Gravimétrica (U), foi utilizada a seguinte equação (4):

$$(U) = \frac{mt - ms}{ms} \qquad \text{..... (4)}$$

Onde mt é igual a massa total de solo e ms massa de solo seco ambas em g.g-¹.

Em seguida foi realizada a obtenção da Umidade Volumétrica (Ɵ) através da equação (5):

---

20 Volume dos anéis utilizados: 98,2 cm³

$$(\Theta) = U * ds \quad \text{..... (5)}$$

Por fim foi calculado o Grau de Saturação (S) amostras utilizando-se a equação (6):

$$(S) = (\Theta / P) * 100 \quad \text{..... (6)}$$

As datas de realização dos campos para as tradagens e coleta dos dados dos registradores e do pluviômetro foram as seguintes: dias 03 e 19 de Novembro de 2011, 03, 17 e 30 de Dezembro de 2011, 14 e 31 de Janeiro de 2012, 11 e 25 de Fevereiro de 2012 e 16 de Março de 2012.

Foi avaliado também o escoamento superficial através de minicalhas coletoras de 1 m² instaladas ao longo das vertentes.

Para tanto, foram instaladas três calhas em cada parcela, no sentido da declividade das vertentes e na mesma cota, sendo medido o volume de água escorrido e acumulado no reservatório das mesmas após eventos significativos de chuva que ocorreram no período (Parchen et al, 2010), para simplificar a apresentação dos dados foi calculada a média dos valores obtidos pelas três calhas de cada parcela e considerados quatro eventos de chuva como os mais significativos.

5.4 Cartas Base

A representação da altimetria da área pode ser avaliada na Carta 1 – Hipsométrica. Esta carta foi elaborada em ambiente SIG através do *software ArcGis* 9.2 sobre Base Cartográfica do Plano Cartográfico do Estado de S. Paulo, Cartas Topográficas SF-23-V-4-NE-A e SF-23-V-4-NE-C. Esc. 1:10.000. Proj. UTM, SAD-69, Fuso 23. Ano 1979.

Ela representa graficamente o relevo da área, sendo definidas as classes dentro da amplitude altimétrica verificada na região, que representam os diferentes compartimentos presentes na área.

As declividades presentes na fazenda estão representadas na Carta 2 – Clinográfica, a qual também foi elaborada no ambiente SIG, a partir da mesma base cartográfica descrita e no *software ArcGIS* 9.2 foi utilizada a ferramenta *slope* que gerou os intervalos percentuais da declividade do relevo.

As classes de declividade foram escolhidas por estarem associadas a níveis de risco e estão de acordo com as descriminações de uso estabelecidas pela legislação conforme o trabalho de De Biasi (1992):

< 5% - Limite urbano – industrial

5 – 12% - limite máximo do emprego da mecanização na agricultura

12 – 30% limite máximo para urbanização sem restrições, a partir do qual toda e qualquer forma de parcelamento far-se-á através de exigências específicas

30 – 47% - limite de corte raso, a partir do qual a exploração só será permitida se sustentada por cobertura de florestas

> 47% - limite a partir do qual o artigo 10 do Código Florestal prevê que "não é permitida a derrubada de florestas, só sendo tolerada a extração de toras, quando em regime de utilização racional, que vise a rendimentos permanentes".

A elaboração do mapa de solos, Mapa 1 – Pedológico, foi feita de acordo com o SBCS –EMBRAPA (2006), as descrições morfológicas foram feitas de acordo com o Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (Santos ET al, 2005).

Foram analisados perfis de solo em trincheiras abertas em topossequências georeferenciadas cujos pontos amostrais estão representados no mapa, sendo definidas então as unidades de solos da área e executado o trabalho no *software* ArcGis 9.2 sobre a base cartográfica citada.

5.5 Parcelas

A Figura 02 a seguir representa a localização das parcelas e seus limites, a descrição dos pontos amostrais nela representados se encontra no Anexo A.

Figura 02: Situação e limites das parcelas (Org. Cláudio E. Andreoti[21])

A parcela de Pasto se localiza em uma vertente orientada para Sudeste (115^{o}) a uma altitude média de 910 m com inclinação média de 26%, medida através de clinômetro[22].

A parcela de SAF situa-se em vertente orientada a Noroeste (330^{0}), cerca de 400m a Sudoeste do Pasto e em altitude de 920m, separada dela por canais de drenagem e com declividade de 23%.

A parcela de Mata se encontra na vertente oposta ao SAF, separada por um canal de drenagem, a vertente possui declividade média de 22% e com orientação a 066^{o} e altitude média de 935m.

A seguir é apresentada uma breve descrição da situação física e manejo de cada uma das parcelas. As informações obtidas a partir de medidas e observações

21 Fonte da imagem: Google Earth, acesso em 20/01/2012.

22 Equipamento marca Tamaya de patrimônio do LaboPed.

realizadas no campo, entrevistas e questionários respondidos pelo proprietário da Fazenda.

Parcela SAF

Figura 03: Parcela de SAF em Novembro de 2011. (Autor: Cláudio E. Andreoti)

- **Situação:**

Área:7380 m²
Situada na vertente: meia, topo
Inclinação: 14º (23%)
Orientação: 330o
Coordenadas: 23K 0287582, 7366937
Altitude: 920m

- Preparo: aração, gradagem, calagem e adubação verde (feijão de porco, abóbora, mandioca, milho, girassol, guandu)

- Manejo: roçada e capina com deposição dos restos no local para aumento da Biomassa e proteção à superfície do solo da incidência direta de precipitação e radiação solar.

- Culturas: consorciadas de banana, abacaxi, café, boldo, cítricos e banana, amora e espécies arbóreas e arbustivas em linhas eqüidistantes de 15 metros e espaçamento de 15 metros entre as espécies arbóreas.

- Época do plantio: aproximadamente 2 anos.

- Densidade: frutíferas com espaçamento de 15 metros entre fileiras de cada espécie e 1,5 metro entre plantas.

- Comercialização: por se tratar de parcela experimental não esta prevista a comercialização de uma eventual produção, somente consumo interno da fazenda.

- Insumos: calcário, mudas, sementes

Parcela Pasto

Figura 04: Parcela do Pasto em Dezembro de 2011. (Autor: Cláudio E. Andreoti)

- **Situação:**

Área: 5508 m²
Situada na vertente: meia, inferior
Inclinação: 15º (26%)
Orientação: 115o
Coordenadas: 23K 0287107 7367257
Altitude: 907m

- Preparo: no inicio dos trabalhos se tratava de um pasto abandonado desde a

aquisição da fazenda (cerca de 4 anos), porém no final de 2011 o proprietário iniciou trabalhos de reforma deste pasto, com limpeza da área, preparo do solo com aração e gradagem e plantio a lanço, de uma mistura de sementes de leguminosas e forrageiras

- Idade: não disponível, anterior a aquisição da fazenda
- Densidade: não disponível
- Comercialização: sem utilização comercial
- Insumos: calagem e adubação verde após Outubro de 2011

Parcela Mata

Figura 05: Mata em Outubro de 2011. (Autor: Cláudio E. Andreoti)

- **Situação:**

Área: ~48000 m²
Situada na vertente: a área de coleta de amostras situou-se entre topo e meia
Inclinação: 12º (22%)
Orientação: 066º
Coordenadas: 23K 0287418 / 7367035
Altitude: 935m

A área de mata na qual foram realizados os trabalhos compreende um trecho de mata secundária (Floresta Pluvial Tropical Atlântica) com sua vegetação em processo de regeneração inicial, não existe histórico de utilização da área porém no seu interior há antigos indícios de exploração de madeira para extração de carvão que segundo o proprietário ocorreram na região até a década de 1980.

Atualmente a mata é cruzada por trilhas utilizadas para caminhadas e observações realizadas pelo SPAventura e pelo Cedrus, monitoradas e com objetivo de educação ambiental.

Durante a realização dos trabalhos os proprietários iniciaram o plantio de palmito Jussara (*Euterpe edulis*) no interior da parcela através do replantio de mudas produzidas no viveiro da fazenda e também sementes sendo que ao final do trabalho se podia encontrar plantas da espécie com cerca de 30 centímetros ou mais.

6. Resultados e Discussão

6.1 Cartas

Como se pode observar nas cartas hipsométrica (Carta 1) e de declividade (Carta 2), o relevo observado na Fazenda Morros Verdes, se enquadra na Unidade Morfoestrutural: Planalto Atlântico, com modelado de morros altos de topos convexos e espigões alongados com vertentes convexas a retilíneas de declividades acentuadas (IPT, 1981). Este relevo é sustentado por micaxistos.

Na elaboração da carta hipsométrica da área de estudo foram utilizados como critérios de definição das classes as características relacionadas com a drenagem do local, que definem, grosso modo:

- os topos de morros e divisores de água, separados em duas classes com altitudes de até 1000 metros;

- as encostas, que predominam em altitudes intermediarias entre 900 e 940 metros;

- os fundos de vale, geralmente presentes em altitudes inferiores a 900 metros.

As parcelas situam-se na faixa entre 900 e 940 metros exceto a base do pasto que se encontra a 895 metros, coincidindo com as medidas de altitude obtidas com aparelho de GPS[23] durante os campos.

Os topos dos morros situam-se entres as altitudes 940 e 1000 metros, o espigão que forma o divisor entre as bacias dos rios Sorocabuçú e Ribeira de Iguape encontra-se entre altitudes de 920 a.940 metros.

As parcelas se situam de modo predominante na classe de declividade de 12 a 30%. A média de um total de seis medidas efetuadas em campo com clinômetro em pontos diferentes de cada parcela resultaram em valores de 23% de inclinação na parcela de SAF, 26% no pasto e 22% na mata.

Desse modo, as parcelas possuem relevo forte ondulado (Pereira, 2004) além

23 Equipamento Marca Garmin, Modelo Etrex de patrimônio do LaboPed.

do limite máximo do emprego da mecanização na agricultura e dentro do limite para urbanização sem restrições (De Biasi, 1992).

As vertentes retilíneas apresentaram declividades variando de 5 a 12%. e as convexas de 12 a 30%.

Apesar deste relevo e litologia proporem fragilidade potencialmente alta, não se observa nesta área indícios de processos erosivos lineares.

Por outro lado, a presença de turfas enterradas em perfis localizados nas bases de vertentes retilíneas (Anexo A) indicam formação de colúvios razoavelmente espessos, de aproximadamente 1 metro, que devem ser resultado de processos de erosão laminar.

No mapa pedológico (Mapa 1), pode-se constatar o predomínio da associação de Cambissolos e Neossolos Litólicos, ácidos (pH variando de 3,2 a um máximo de 5), de textura média (EMBRAPA, 1979), Tabela 2 e Anexo B, com presença significativa de mica branca em todos os perfis.

As cores predominantes entre amarelo e bruno amarelado, indicam baixos teores de Fe e preponderância de goetita.

Tabela 03: Porcentagem média das frações.

	Areias	Silte	Argila
SAF			
Horizonte 1 (0 - 20cm)	59	20	21
Horizonte 2 (20 - 40 cm)	55	16	29
Mata			
Horizonte 1 (0 - 30 cm)	68	14	18
Horizonte 2 (30 - 50 cm)	57	15,	28
Pasto			
Horizonte 1 (0 - 20 cm)	66	14	20
Horizonte 2 (20 - 40 cm)	58	15	27

Como já havia sido salientado por Samora (2009), as variações entre amarelo e vermelho observadas, estão associadas a heterogeneidade do micaxisto, mais do que a processos pedogenéticos.

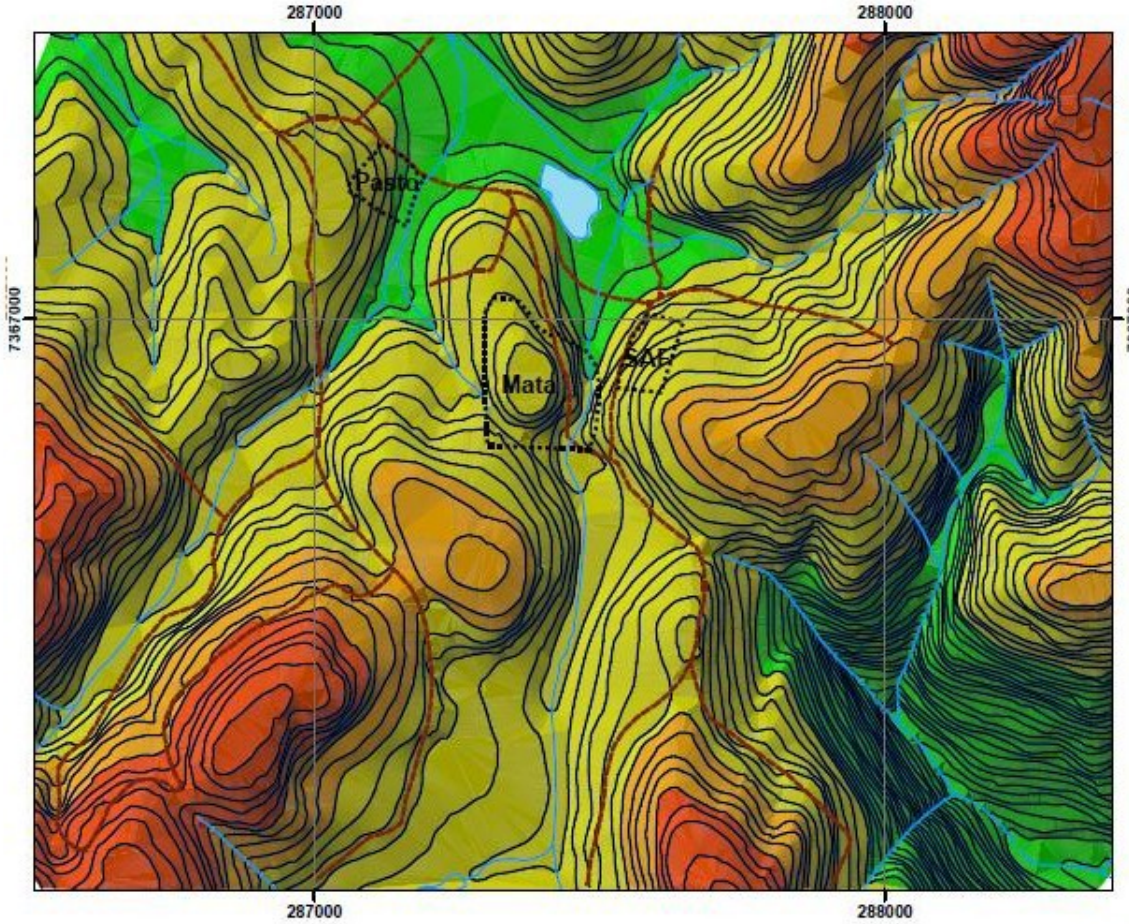
O horizonte A, mesmo na área de mata, com serapilheira de em média 8 cm, apresenta-se moderado, ou seja, com pouca acumulação de matéria orgânica o que também evidencia a persistência de processo de erosão laminar ativo.

Os Organossolos situados em terraços e em subsuperfície nos sopés de

vertentes parecem se tratar de paleoturfas, o que significaria que a matéria orgânica carreada pelos processos erosivos atuais está sendo exportada deste setor da bacia.

Erosão e escoamento superficial são responsáveis por perdas consideráveis de nutrientes em solos tropicais e muitas dessas perdas se dão através de processos erosivos os quais removem preferencialmente a fração argila do solo e a matéria orgânica a ela ligada (Theng e Tate,1989).

Carta 1 - Hipsométrica, Faz. Morros Verdes



Legenda

- Rede de drenagem
- Sistema viário
- Curva de nível
- Parcelas

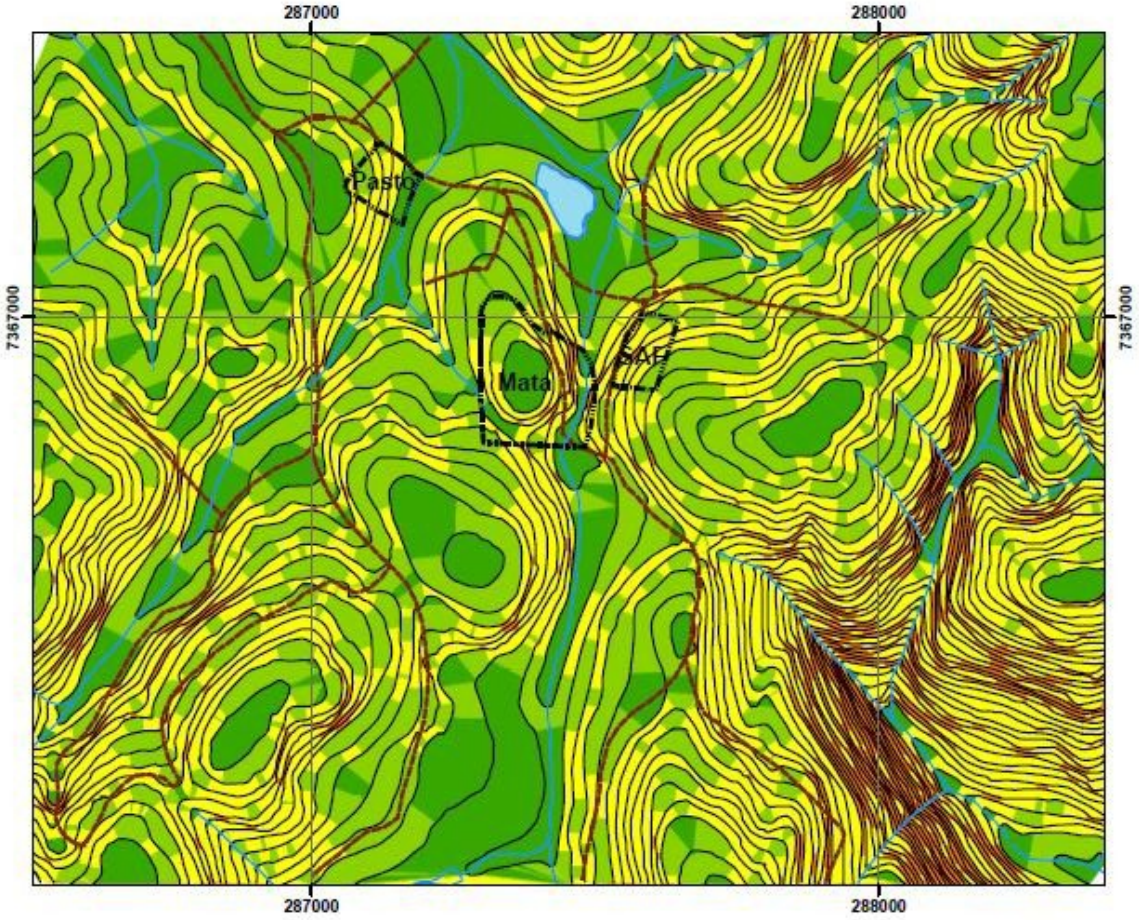
Hipsometria (m)

Escala 1:10.000

0 212,5 425 850 Metros

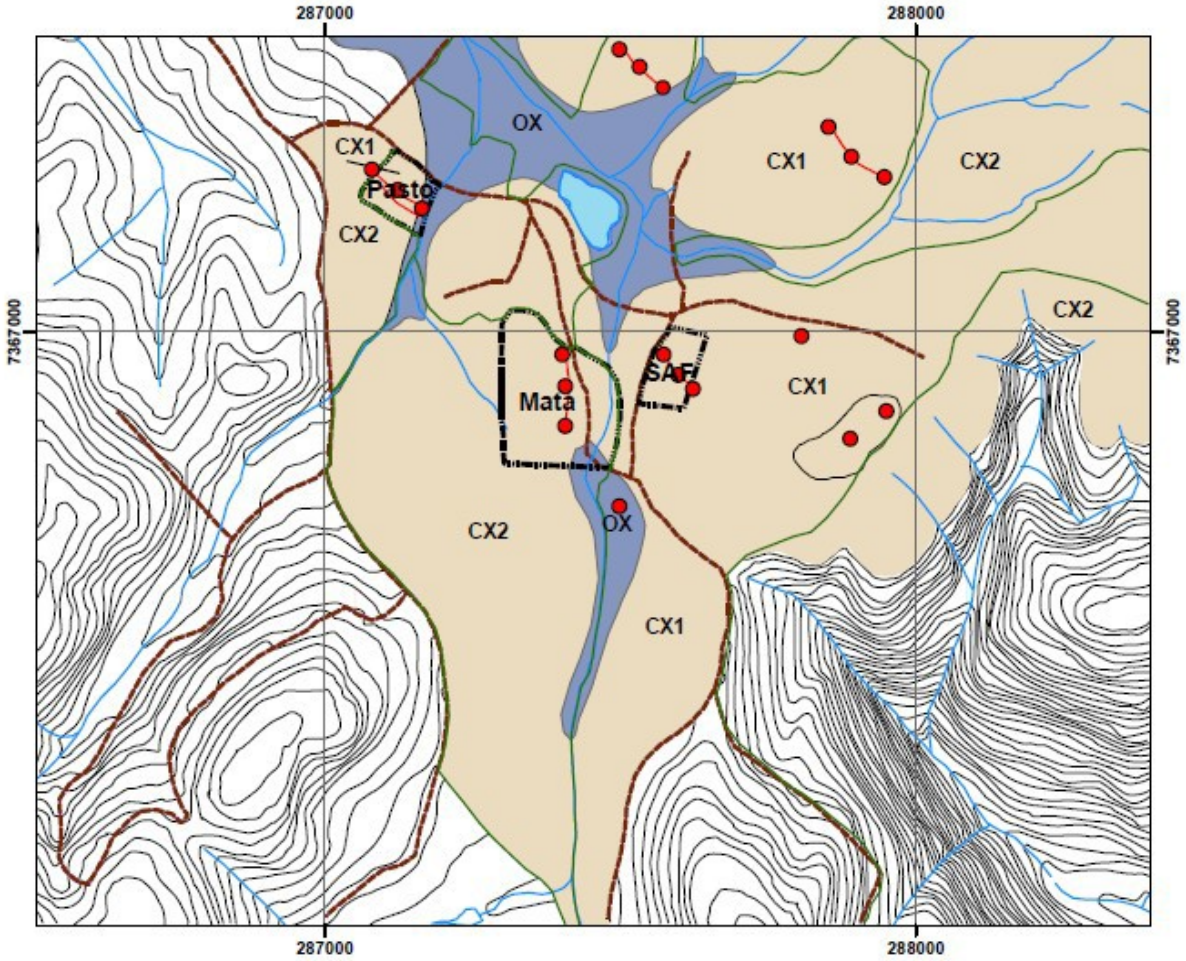
Base Cartográfica: Plano Cartográfico do Est. S. Paulo
Cartas topográficas SF-23-V-4-NE-A e SF-23-C-V-4-NE-C
Escala 1:10000, Proj. UTM, SAD-69, fuso 23, ano 1979.
Elaboração Claudio E. Andreoti

Carta 2 - Clinográfica, Faz. Morros Verdes



Base Cartográfica: Plano Cartográfico do Est. S. Paulo
Cartas topográficas SF-23-V-4-NE-A e SF-23-C-V-4-NE-C
Escala 1:10000, Proj. UTM, SAD-69, fuso 23, ano 1979.
Elaboração Claudio E. Andreoti

Mapa 1 - Pedológico, Faz. Morros Verdes



Legenda

- Rede de drenagem
- Sistema viário
- Curva de nível
- Parcelas
- **Limites das Matas**
- Pontos Amostrais

Tipos de Solo

- CX1 — Cambissolos Háplicos
- CX2 — Associação de Cambissolos com serrapilheira e Neosolos Litólicos
- OX — Organossolos Háplicos

Escala 1:10.000

0 212,5 425 850 Metros

Base Cartográfica: Plano Cartográfico do Est. S. Paulo
Cartas topográficas SF-23-V-4-NE-A e SF-23-C-V-4-NE-C
Escala 1:10000, Proj. UTM, SAD-69, fuso 23, ano 1979.
Elaboração Claudio E. Andreoti

6.2 Potencial edáfico do solo

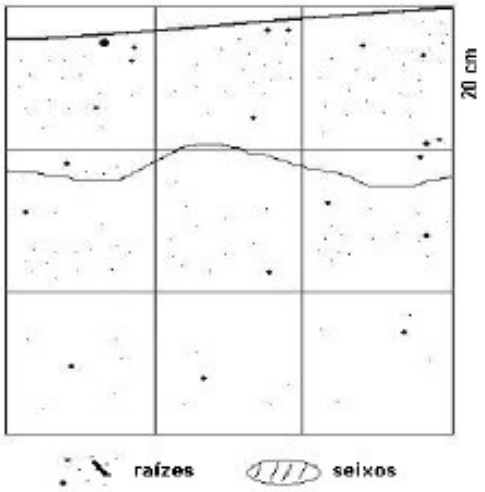
Os resultados da avaliação do potencial edáfico dos solos das parcelas consideradas, através da técnica do perfil cultural, proposta por Hénin, Gras e Monnier (1976), são apresentados a seguir. A abertura e descrição dos perfis foram feitas no período entre Maio e Julho de 2011.

6.2.1.Parcela SAF

Trincheira 1

Esta trincheira foi escavada no ponto superior do talhão experimental de SAF, nas coordenadas 23K 0287615, 7366973, altitude 920m e possui uma cobertura de herbáceas com altura média de 17 cm. Os horizontes apresentavam transição irregular e difusa, se definiram 3 horizontes, descritos abaixo e mostrados na Figura 06 e o Croqui 01 a seguir.

Figura 06 – Análise do perfil cultural, SAF, Trinch. 1. Foto: Claudio E. Andreoti.



Croqui 01 – Perfil cultural SAF, Trinch. 1. Org. Claudio E. Andreoti.

1° Horizonte (0 – 23 cm): cor bruno-avermelhada clara porém variegada (7,5 YR 5/4); estrutura grumosa, pequenos/médios blocos sub-angulares; bom grau de desenvolvimento porém menos coeso em relação às posteriores; textura media; transição entre os horizontes se dá de forma pouco nítida; presença de atividade biológica na forma de minhocas.

2° Horizonte (24 – 40 cm): cor vermelho-amarelada (7,5 YR 4/6); estrutura com fraco desenvolvimento em blocos pequenos que se desfazem em grânulos e presença de canais biológicos; textura media; presença de fragmentos centimétricos de xisto.

3° Horizonte (40 - 60 cm): cor vermelho-amarela (7,5 YR 5/6); estrutura em blocos pequenos e grumos pequenos com presença de canais biológicos, textura média; presença de cascalhos.

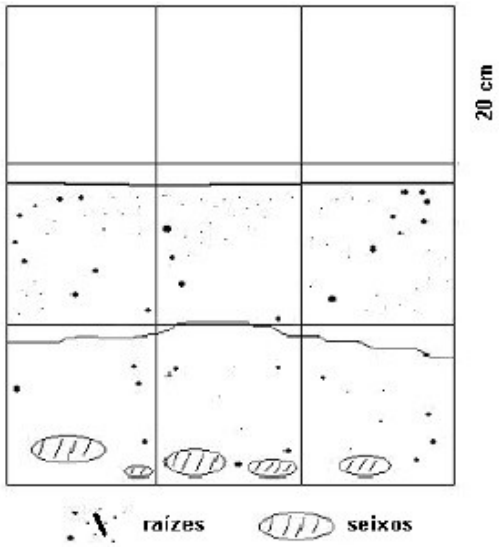
Tradagem: Alterita a partir dos 75 cm de profundidade.

Trincheira 2

Trincheira escavada no ponto médio da vertente na qual está implantado o SAF, nas coordenadas 23K 0287592, 7366979, altitude 920m. Possui uma cobertura de herbáceas com altura média de 25 cm e elementos arbóreos em estágio inicial de desenvolvimento.

Os horizontes apresentavam transição menos nítida que a Trincheira 1, a Figura 07 e Croqui 02 a seguir foram feitos na ocasião da abertura e descrição da trincheira.

Figura 07– Perfil cultural SAF, Trincheira 2. Foto: Claudio E. Andreoti.



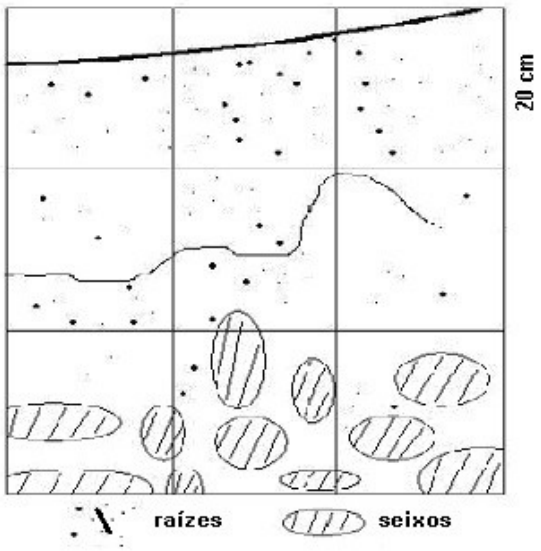
Croqui 02 – Perfil cultural SAF, Trincheira 2. Org. Claudio E. Andreoti.

Trincheira 3

Esta trincheira foi escavada no ponto inferior da vertente na qual está implantado o SAF,, nas coordenadas 23K 0287581, 7366998, altitude 920m.

Possui uma cobertura de herbáceas com altura média de 15 cm e elementos arbóreos em estágio inicial de desenvolvimento (Figura 08 e Croqui 03).

Figura 08– Análise do perfil cultural, SAF Trincheira 3. Foto: Claudio E. Andreoti.



Croqui 03 - Perfil cultural SAF, Trincheira 3. Org. Claudio E. Andreoti.

1° Horizonte (0 – 30 cm): cor bruno-avermelhada (7,5 YR 4/4); estrutura grumosa, pequenos/médios blocos sub-angulares; bom grau de desenvolvimento; textura média; transição entre os horizontes se dá de forma nítida; presença de atividade biológica na forma de minhocas (poucas).

2° Horizonte (30 – 40 cm): cor vermelho-amarelada (7,5 YR 5/6); estrutura com fraco desenvolvimento em blocos pequenos que se desfazem em grânulos; textura média..

3° Horizonte (+ 40 cm): Veio de quartzito, apresenta seixos irregulares, facetados de 5 a 20 cm. Presença de atividade biológica (formigas pretas) nos interstícios.

Tradagem: Foi realizada uma tradagem sendo encontrado material argiloso de cor vermelho-amarelada (7,5 YR 5/6) e presença de mica.

Considerações

A vertente em que foi implantado o SAF é recoberta por Cambissolo pouco espesso, de textura média.

O desenvolvimento da cobertura vegetal, após quatro anos, pode ser considerado incipiente.Isto se deve em grande parte ao manejo inadequado: baixa densidade de plantio, poucas espécies plantadas escolhidas aleatoriamente. Não se levou em conta suas funcionalidades e o sinergismo que se pretendia estabelecer entre elas

Concorre também para este fraco desenvolvimento, o potencial edáfico restrito da cobertura pedológica, solo pouco espesso, ácido (ph entre 4,5 e 5) e que apresenta restrições à circulação da água, a presença de formigas no horizonte 3 da

trincheira localizada na base da vertente pode indicar a persistência de ambiente seco e o gotejamento observado em canais de raízes (trincheira2) mostra que a água encontra resistência a se infiltrar na matriz do solo.

Como as raízes estão concentradas no horizonte superficial, a água tende a se deslocar lateralmente, a cor variegada, indicando hidromorfia no horizonte superficial da trincheira situada à montante corrobora a hipótese de permeabilidade restrita.

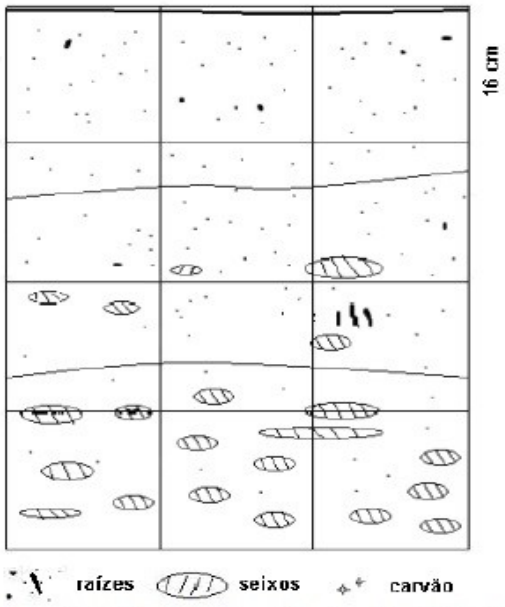
6.2.2. Parcela Pasto

Trincheira 1

Trincheira escavada no topo da vertente do pasto, nas coordenadas 23K 0287101, 7367255, altitude de 918m. Possui uma cobertura de herbáceas com altura média de 20 cm.

Os horizontes apresentavam transição difusa. Foram delimitados os três horizontes descritos. A Figura 09 e Croqui 04 a seguir foram feitos na ocasião da abertura e descrição da trincheira.

Figura 09: Análise do perfil cultural Pasto, Trincheira 1. Foto: Claudio E. Andreoti



Croqui 04: Perfil Cultural Pasto– trincheira 1. Org. Claudio E. Andreoti

1° horizonte (0-20 cm): cor bruno (7.5 YR 4/4);); estrutura com médio desenvolvimento em blocos pequenos e médios que se desfazem em grânulos; textura média com presença de silte; transição entre os horizontes se dá de forma difusa; sem evidencia de atividade biológica e acumulo de água.

2° horizonte (20-40 cm): cor bruno-escuro (7.5 YR 4/6); desenvolvimento em blocos médios e pequenos que se desfazem em grânulos; textura média; presença de seixo menores que 5 cm; pequena presença de raízes; sem evidencia de atividade biológica e acumulo de água.

.

3° horizonte (40-80 cm): cor bruno-avermelhado (5 YR 4/4) desenvolvimento em blocos médios e pequenos que se desfazem em grânulos; textura média; presença de seixo de 5 a 10 cm; praticamente sem presença de raízes; sem evidencia de atividade biológica e acumulo de água.

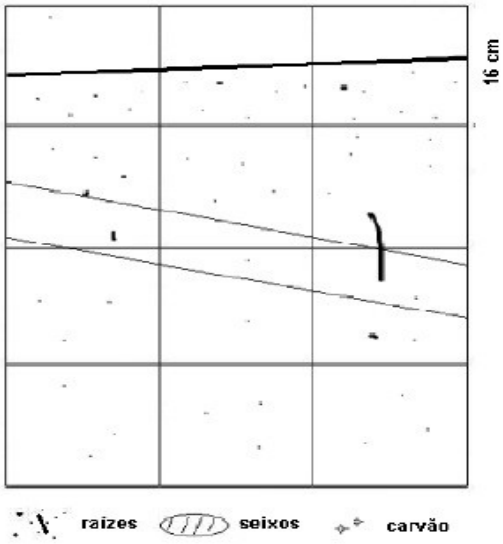
Tradagem 1 (80-110cm): alterita.

Trincheira 2

Trincheira escavada no ponto médio da vertente do pasto, nas coordenadas 23K 0287130, 7367236, altitude de 909m. Possui uma cobertura de herbáceas com altura média de 25 cm.

Os horizontes apresentavam transição mais nítida que a da Trincheira 1, foram identificados os três horizontes descritos. A Figura 10 e Croqui 05 a seguir foram feitos na ocasião da abertura e descrição da trincheira.

Figura 10: Análise do perfil cultural, Trincheira 2, pasto. Foto: Claudio E. Andreoti.



Croqui 05: Perfil Cultural Pasto– trincheira 2. Org. Claudio E. Andreoti

1° horizonte (0-20 cm): cor bruno-avermelhada (5 YR 4/4);); estrutura com fraco desenvolvimento em blocos pequenos que se desfazem em grânulos; textura média com presença de silte; transição entre os horizontes se dá de forma nítida; canais biológicos abundantes e acumulo de água.

2° horizonte (20-27 cm): cor preta (5 YR 2.5/1); desenvolvimento em blocos médios e pequenos que se desfazem em grânulos; presença de carvão;

3° horizonte (27-80 cm): cor amarelo-clara (10 YR 5/6) estrutura maciça e adensada; pegajosa; textura média; pequena presença de raízes; canais biológicos preenchidos com material escuro similar ao da camada sobrejacente e sem acumulo de água.

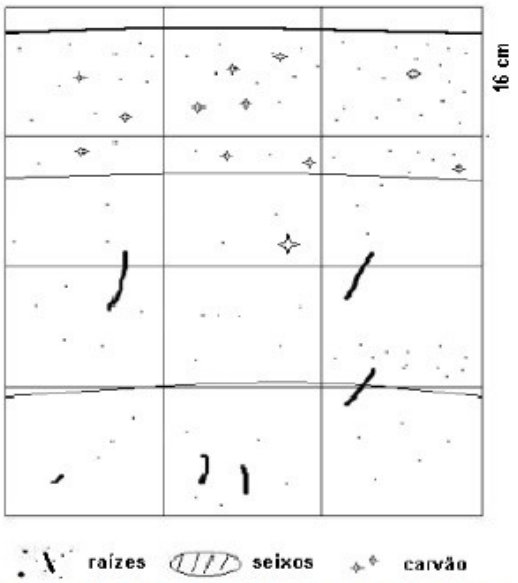
Tradagem 1 (110-130cm): cor amarelo-clara (10 YR 5/6); ; pegajosa, textura média; fácil penetração do trado.

Trincheira 3

Trincheira escavada na base da vertente do pasto, coordenadas 23K 0287163, 7367217, altitude de 895m. Possui uma cobertura de herbáceas com altura média de 20 cm. Os horizontes apresentavam transição difusa.

Verificou-se pouca quantidade de raízes para uma cobertura de gramíneas, sistema radicular concentrado nos primeiros 20 cm, aparente resistência ao seu desenvolvimento. A Figura 11 e Croqui 06 a seguir foram feitos na ocasião da abertura e descrição da trincheira.

Figura 11: Análise do perfil cultural, Trincheira 3, pasto. Foto: Claudio E. Andreoti



Croqui 06: Perfil Cultural Pasto– trincheira 3. Org. Claudio E. Andreoti

1° horizonte (0-20 cm): cor bruno (10 YR 3/3);); estrutura maciça, adensada desenvolvimento em blocos pequenos que se desfazem em grânulos; textura média,com presença de silte; transição entre os horizontes se dá de forma difusa; grande presença de raízes; poucos canais biológicos e sem acumulo de água.

2° horizonte (20-50 cm): cor bruno-amarelado (10 YR 3/4); estrutura coluvial, desenvolvimento em blocos laminares; textura média; transição entre os horizontes se dá de forma difusa; pouca presença de raízes; poucos canais biológicos e sem acúmulo acumulo de água.

3° horizonte (50-80 cm): cor bruno-escuro (10 YR 2/2), turfosa, bem estruturada, grumosa, desenvolvimento em blocos médios que se desfazem em grânulos; pequena presença de raízes; sem canais biológicos e acumulo de água.

Tradagem 1 (80-100cm): alterita com indícios de hidromorfia.

Considerações:

Os solos ao longo desta vertente apresentam-se bem drenados, com baixa densidade de raízes, considerando a cobertura com gramíneas e o tempo de implantação do pasto (superior a quatro anos).

Na trincheira 2, observa-se a presença de material orgânico concentrado na camada de 20 a 27cm. Como não foi encontrado material orgânico à montante, trata-se de uma mancha muito restrita e o horizonte subjacente apresenta canais biológicos preenchidos por matéria similar, acredita-se que este horizonte seja fruto do remanejo biológico (provavelmente de formigas) do material turfoso encontrado em subsuperfície à jusante. O pH médio da parcela esta em torno de 5.

O material da camada 0-20cm se constituiria em colúvio, assim como o da camada 0-50cm, assentada sobre turfa na trincheira 3;

Em observações realizadas em outras áreas de pasto na fazenda, verificou-se que a camada adensada (horizonte 3/trincheira 2) recorrentes em superfície e subsuperfície, relacionadas ao pisoteio de gado ou pé de grade (compactação). No caso da parcela em estudo, o fato desta camada estar sempre recoberta por colúvio, indica processos erosivos atuais e intensos.

6.2.3. Parcela Mata:

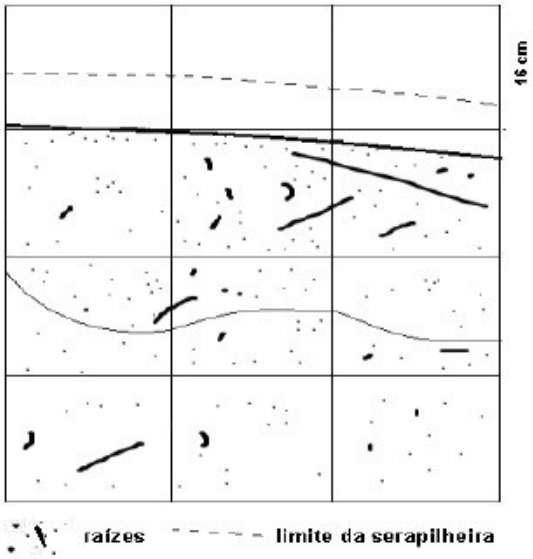
Trincheira 1

Trincheira escavada no topo da vertente de mata secundária, em pousio nos últimos 30 anos. Apresenta indícios de antiga exploração para a produção de carvão a cerca de 50 anos. Coordenadas 23K 0287418 /7366962, altitude de 935m.

Possui uma cobertura de mata secundária (Floresta Pluvial Tropical Atlântica) em processo de regeneração inicial. Possui serapilheira com espessura média de 8 cm , que se constitui em emaranhado de raízes secas, com pequena particiapação de folhas

Os horizontes apresentavam transição difusa, ondulada. Presença de linhas de quartzito sub-horizontais que provavelmente dificultam o desenvolvimento do solo em profundidade. A Figura 12 e Croqui 07 a seguir foram feitos na ocasião da abertura e descrição da trincheira.

Figura 12: Análise do perfil cultural, Trincheira 1, mata. Foto: Claudio E. Andreoti.



Croqui 07: Perfil Cultural Mata, Trincheira 1. Org. Claudio E. Andreoti.

1° horizonte (0-35 cm): cor bruno (7.5 YR 4/4); estrutura grumosa pequena e fraca que se desfaz em grânulos e grãos de areia lavada; textura média aparentemente arenosa com grãos de areia lavada;; transição entre os horizontes se dá de forma difusa, ondulada e irregular; matéria orgânica em superfície sobre o horizonte na forma de serapilheira com 8 cm em média; presença de raízes; poucos canais aparentemente relacionados à raízes mortas e acumulo de água.

2° horizonte (35-50 cm): cor bruno-amarelado (7.5 YR 4/6); estrutura grumosa semelhante ao anterior porém de blocos subangulares pequenos a médios, formados por coalescencia dos grumos, fraca; textura média; menor presença de raízes que o anterior; sem evidencia de atividade biológica e acumulo de água.

.

Tradagem 1 (50-80 cm): cor bruno-avermelhado (5 YR 4/4); horizonte BC, presença de seixos de quartzito.

Tradagem 2 (80-90cm): cor variegada, roxa amarelada, com maior presença de cascalho do que na tradagem anterior.

Tradagem 3 (90-100cm): cor variegada, roxa amarelada, presença de cascalho, sem evidencia de acumulo de água, sem presença de raízes evidenciando possível impedimento químico.

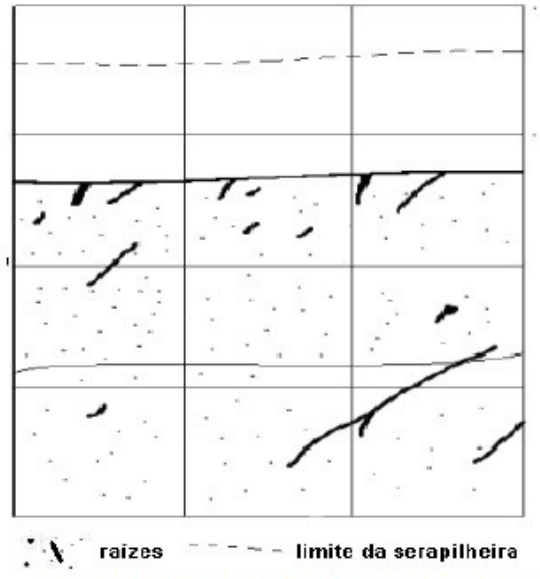
Trincheira 2

Trincheira escavada no topo da vertente de mata secundária, situação de cobertura vegetal igual a da trincheira 1. Coordenadas 23K 0287428 /7367011, altitude de 945m.

Possui uma cobertura de mata secundária (Floresta Pluvial Tropical Atlântica) em processo de regeneração avançado. Serapilheira mais espessa que a encontrada na trincheira anterior, espessura média 20 cm.

Os horizontes apresentavam transição difusa, ondulada Acumulo de raízes de diâmetro de 1 a 2 cm na área de contato entre a serapilheira e o horizonte A e no contato entre os horizontes A e B. A Figura 13 e o Croqui 08 a seguir foram feitos na ocasião da abertura e descrição da trincheira.

Figura 13: Análise do perfil cultural, Trincheira 2, mata. Foto: Claudio E. Andreoti.



Croqui 08: Perfil Cultural Mata, Trincheira 2. Org. Claudio E. Andreoti..

1° horizonte (0-20 cm): cor bruno (7.5 YR 4/4); estrutura grumosa , pequena e fraca que se desfazem em grânulos; textura média aparentemente mais arenosa que a trincheira 1. Presença de grande quantidade de grãos de areia lavados (sem revestimento de Fe ou matéria orgânica); transição entre os horizontes se dá de forma difusa, ondulada e irregular; matéria orgânica em

superfície sobre o horizonte na forma de serapilheira com 20 cm em média; presença de raízes maior que na trincheira anterior; poucos canais biológicos e sem acumulo de água.

2° horizonte (20-50 cm): cor bruno-amarelado (7.5 YR 4/6); estrutura grumosa mais desenvolvida que o anterior, blocos pequenos a médios, subangulares formados por coalescencia dos grumos; textura média, aparentemente arenosa; menor presença de raízes que o anterior; sem evidencia de atividade biológica e acumulo de água.

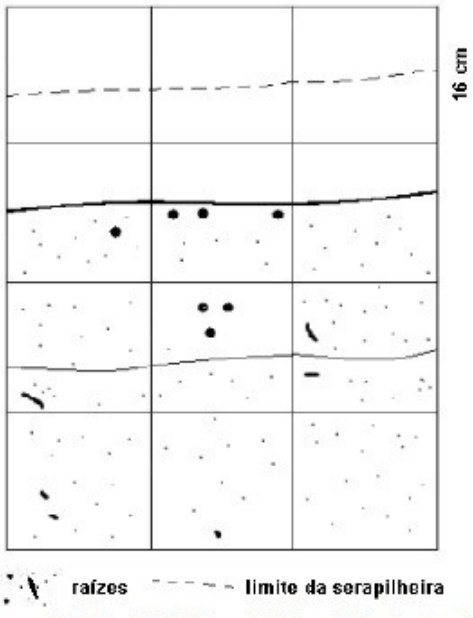
Tradagem 1 (50-70 cm): cor bruno-avermelhado (5 YR 4/4); horizonte BC, alterita com material pedogenizado.

Trincheira 3

Trincheira escavada no topo da vertente de mata secundária, situação de cobertura vegetal igual a das trincheiras anteriores. Coordenadas 23K 0287445 / 7367035, altitude de 949m. Possui uma cobertura de mata secundária (Floresta Pluvial Tropical Atlântica) em processo de regeneração avançado e serapilheira com espessura média de 12 cm.

Os horizontes apresentavam transição difusa, porém mais nítida que os anteriores, ondulada. Acumulo de raízes na área de contato entre a serapilheira e o horizonte A. A Figura 14 e o Croqui 09 a seguir foram feitos na ocasião da abertura e descrição da trincheira.

Figura 14: Análise do perfil cultural, Trincheira 3, mata. Foto: Claudio E. Andreoti



Croqui 9: Perfil Cultural Mata, Trincheira 3. Org. Claudio E. Andreoti.

1° horizonte (0-20 cm): cor bruno (7.5 YR 4/4); estrutura blocos pequenos e médios, subangulares que se desfazem em grumos; textura média aparentemente mais arenosa que a trincheira 1 com presença de grãos de areia lavada; transição entre os horizontes se dá de forma difusa, ondulada e

irregular; matéria orgânica em superfície sobre o horizonte na forma de serapilheira com 12 cm em média; presença de raízes maior que na trincheira anterior; sem evidencia de atividade biológica e acumulo de água.

2° horizonte (20-50 cm): cor bruno-amarelado (7.5 YR 4/6); estrutura grumosa mais fraca que o anterior, blocos médios, subangulares fracos; textura média; presença de seixos de xisto alterado a partir dos 30 cm; menor presença de raízes que o anterior; sem evidencia de atividade biológica e acumulo de água.

Tradagem 1 (50-70 cm): alterita com material pedogenizado.

Considerações:

A presença de grãos de areia lavada no horizonte superficial ao longo de toda a vertente pode ter duas explicações:

- Os polímeros de Fe e matéria orgânica de revestimento teriam sido removidos por abrasão durante transporte num processo de erosão hídrica.
- Os polímeros de Fe teriam sido desestabilizados, em condições de pH abaixo de 3,5, como os verificados e a matéria orgânica humificada ácida, com polímeros de cadeias curtas, não seria capaz de envolver os grãos de areia.

A elevada concentração de raízes no contato da serapilheira e o topo do horizonte A, contrastando com a baixa concentração de raízes no horizonte subjacente, sugere restrições ao desenvolvimento das mesmas nesta última camada.

A impedância poderia ser tanto física quanto química. Durante a manipulação do material de constituição desta camada, no decorrer da descrição morfológica, se constatou tratar de material bastante friável, o que permitiu eliminar a hipótese de impedância física.

Por outro lado, o pH abaixo de 4,5 poderia indicar impedância química, seja por condicionar a presença de elementos tóxicos como o Mn ou Al na solução em equilíbrio, quanto pela escassez de nutrientes (Veloso et al, 1995; Oliveira Junior, 2000).

Apesar dos resultados da granulometria (Anexo B) apontarem para uma mudança textural abrupta na trincheira 3 sob a mata, não se constatou qualquer feição indicativa de processo de iluviação e a estrutura apresentava uma organização característica de latossolos.

6.2.4 Densidade e porosidade dos solos

Os dados apresentados na Tabela 04 demonstram valores de densidade e porosidade elevados.

Tabela 04: Valores médios de porosidade, densidade, capacidade de campo (CC) em amostras indeformadas e ponto de murcha permanente (PMP) em amostras deformadas, das parcelas.

	Profund. cm	Densidade g/cm³	*Porosidade* %	CC (0,01MPa) Θ %	PMP (1,5MPa) Θ%
SAF	**5 a 10**	1,10	58,50	25	21
	20 a 25	1,13	57,30	24	21
Mata	**5 a 10**	0,88	66,80	28	22
	20 a 25	0,99	62,60	26	22
Pasto	**5 a 10**	1,10	58,50	30	20
	20 a 25	1,14	56,70	28	20

Esses valores são comparáveis aos encontrados em latossolos bem estruturados e confirmam a percepção de campo sobre a não existência de uma impedância mecânica nos solos da área, apesar dos indícios do pisoteio de gado na parcela de pasto,.

6.3 Clima

6.3.1 Acompanhamento sinótico

De um modo geral, o período foi caracterizado por índices pluviométricos inferiores a média histórica no Centro-Sul do país devido a atuação do fenômeno atmosférico “La Niña”.

Essa menor pluviosidade somente se atenuou no mês de Janeiro de 2012 devido a atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), o acompanhamento das características sinóticas do período é baseado nos Boletins Infoclima do CPTEC/INPE, os quais se encontram parcialmente reproduzidos no Anexo C, permite avaliar que o período chuvoso teve início durante a segunda quinzena de outubro na maior parte do setor central do País.

Neste mês as chuvas excederam as normais climatológicas na região sul de São Paulo, fruto das anomalias negativas de temperatura nas águas superficiais do Pacífico Equatorial, sob o efeito de La Niña, que foi o grande condicionante climático de escala sinótica e predominou sobre todo o período de coleta de dados na área em estudo.

No mês seguinte (Novembro), a atuação de episódios da ZCAS e vórtices ciclônicos em altos níveis da atmosfera favoreceu altos índices pluviométricos no norte do Brasil, porém persistiram condições de chuvas abaixo do esperado em grande parte das Regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil ainda que a atividade frontal do início e meados de Novembro contribuiu para a ocorrência de fortes pancadas no interior de São Paulo e as massas de ar frio à retaguarda destes sistemas causaram declínio das temperaturas na maior parte do Brasil.

O mês de Dezembro sofreu influencia de condições de bloqueio no escoamento atmosférico extratropical favorecendo os eventos de ZCAS sobre o setor central do Brasil mas diminuiu as chuvas nas regiões mais ao Sul.

Em Janeiro de 2012, a configuração de regiões de convergência de umidade possibilitou um aumento da pluviosidade na Região Sudeste. Causando inclusive grandes transtornos à população de Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo porém já no mês seguinte as chuvas continuaram abaixo da normal climatológica na maior parte do Brasil, especialmente na primeira quinzena de fevereiro e no início de março devido ao deslocamento para oeste dos vórtices ciclônicos de altos níveis (efeito local) e condições de bloqueio no escoamento atmosférico nos oceanos Pacífico e Atlântico Sul (efeito remoto).

6.3.2 Microclima da área em estudo

Considera-se a seguir que os dados climáticos obtidos através dos *data loggers* e do pluviômetro são validos para as três parcelas em análise.

As Figuras 15 e 16 a seguir mostram o miniabrigo com os *data loggers* e o pluviômetro instalados no campo.

Figura 15: Abrigo com os *sensores*

Figura 16: Pluviômetro instalado no campo

A seguir são apresentados os dados de temperatura e pluviosidade obtidos em campo pelos sensores.

Temperatura

O par de sensores instalados foi configurado para efetuar seus registros de temperatura em intervalos de uma hora e a partir desses registros foi efetuada a média diária das temperaturas (Tmed) de acordo com a expressão (8):

$$\text{Tmed do ar} = (\Sigma \text{ Tah}) / 24 \qquad \text{..... (8)}$$

Onde Tah representa os registros em intervalos horários.

Esses valores foram utilizados para a elaboração do Balanço Hídrico Seqüencial do período, o Gráfico 05 a seguir representa as temperaturas diárias médias do período registradas na Fazenda.

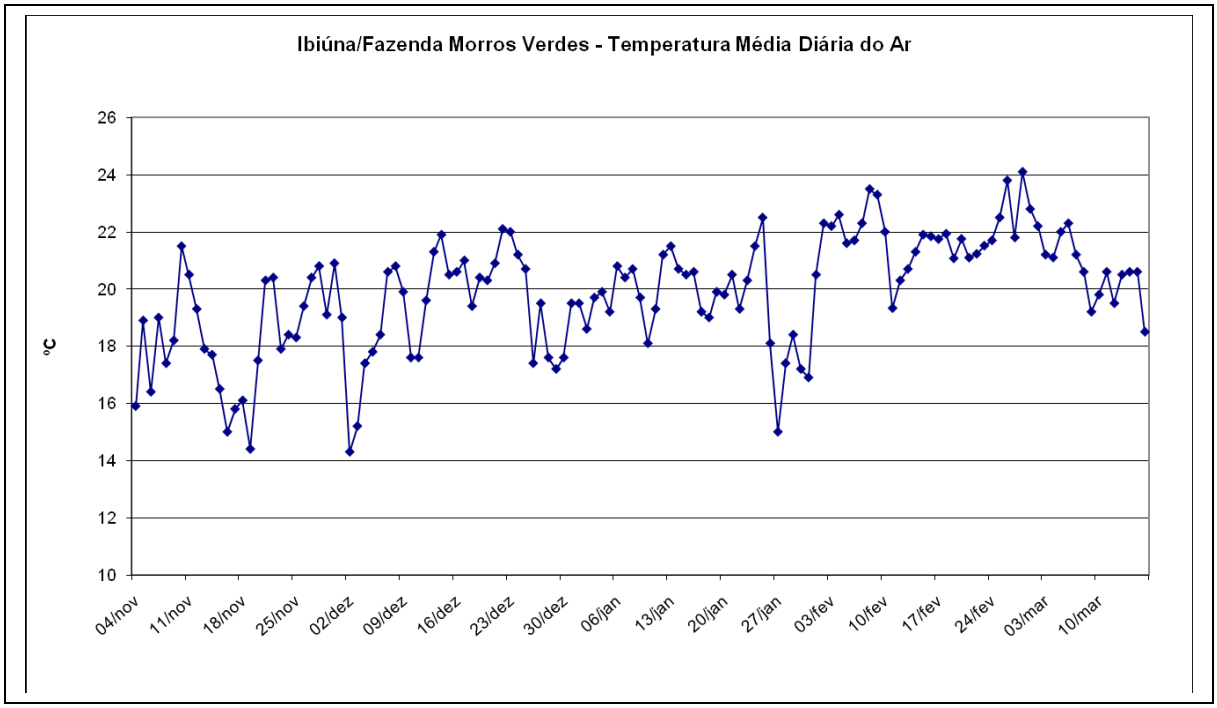


Gráfico 05 – Temperaturas médias diárias registradas.

As características do microclima local que foi influenciado em grande parte pela ocorrência do fenômeno La Niña podem ser notadas na Tabela 05 que apresenta a diferença entre as normais mensais e os dados obtidos:

Tabela 05 – Diferença entre a Temperatura do Ar Média Normal e a Registrada

Mês	Tar Normal	Tar registrada	Diferença
Nov	20,4	18,3	-2,1
Dez	21,2	19,3	-1,9
Jan	22,2	19,5	-2,7
Fev	22,3	21,8	-0,5
Mar	21,6	20,8	-0,8

Pluviosidade

Conforme já comentado na análise das condições sinóticas atuantes no

período, a pluviosidade durante o período de coleta de dados permaneceu abaixo da média histórica com exceção do mês de Janeiro de 2012. O Gráfico 06 a seguir representa o volume de chuva armazenado durante os meses de Novembro de 2011 a Março de 2012.

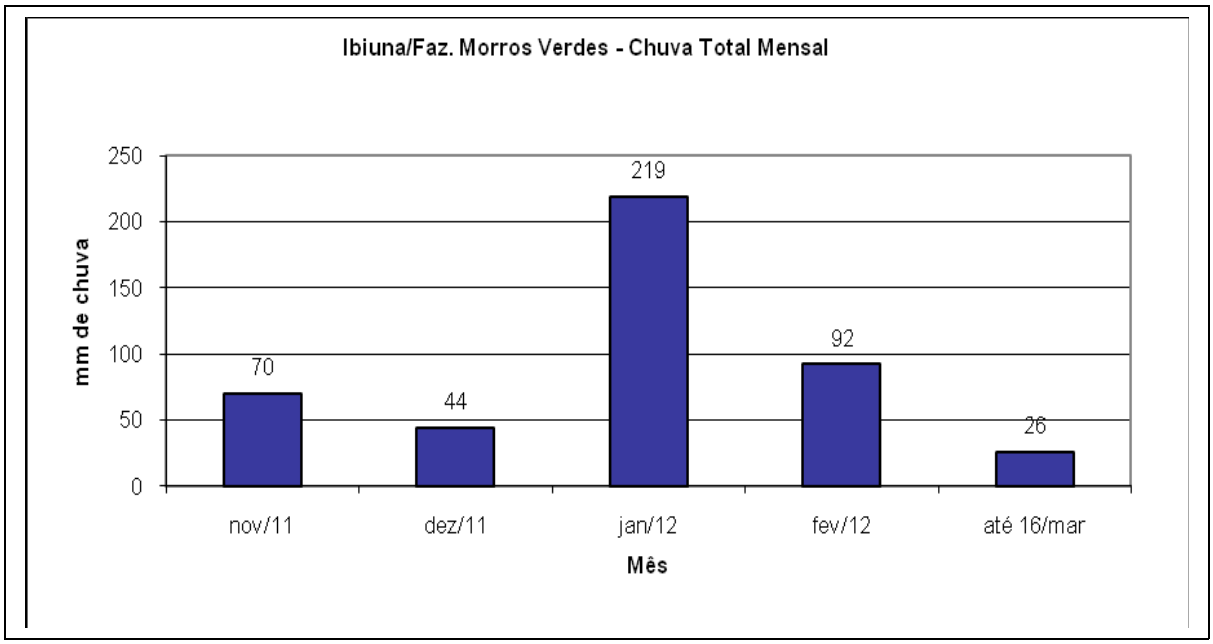


Gráfico 06 – Pluviosidade mensal registrada na Fazenda.

A Tabela 06 a seguir representa a diferença entre as normais pluviométricas para os meses em questão.

Tabela 06: Diferença entre as normais pluviométricas e a pluviosidade registrada no período

Mês	Normal Pluviométrica	Pluviosidade	Diferença
Nov	115,2	70*	- 45,2
Dez	175,6	44	-131,6
Jan	217,9	219	1,1
Fev	179,8	92	- 87,8
Mar	141,2	26**	--

*Mês de Novembro/2011, valores de 27 dias ** Mês de Março/2012, valores de 16 dias

Também utilizados na elaboração do Balanço Hídrico Seqüencial do período, os registros pluviométricos diários na Fazenda são representados no Gráfico 07.

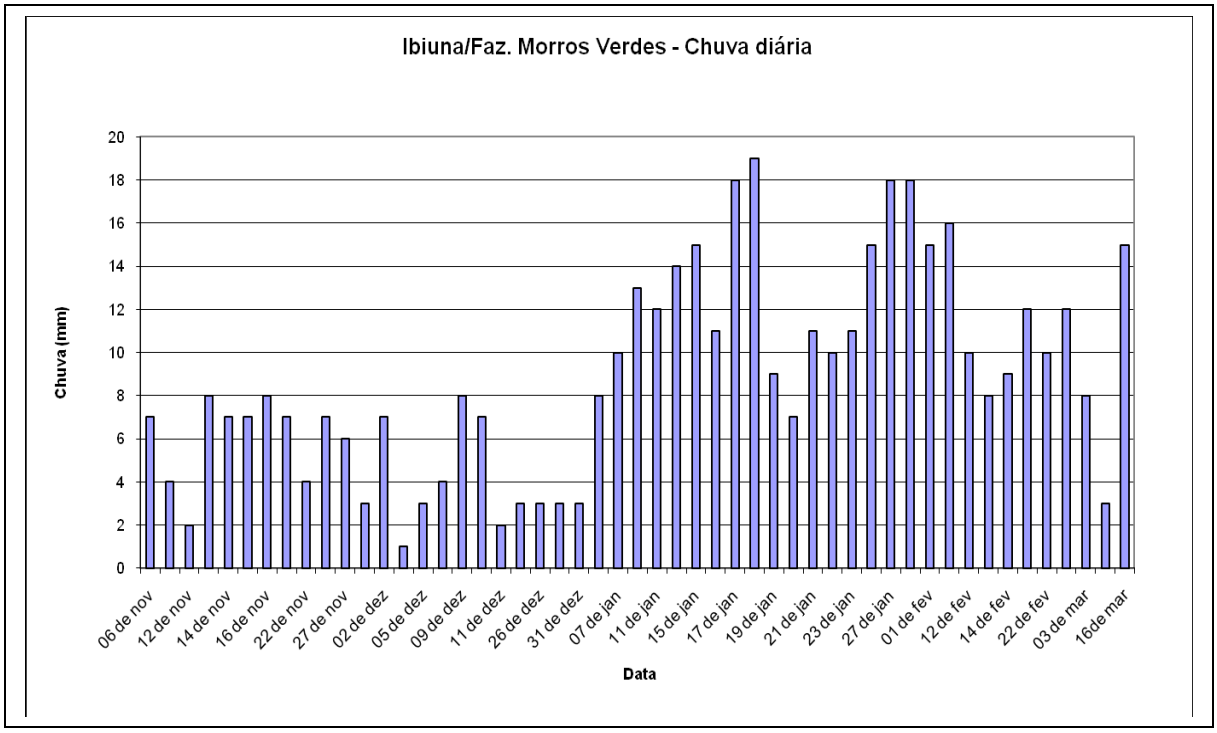


Gráfico 07 – Registros pluviométricos diários

No gráfico se pode perceber durante o período de acompanhamento, um aumento da intensidade das chuvas a partir da primeira quinzena de Janeiro até cerca de meados de Fevereiro.

6.4 Dinâmica da água

Escoamento Superficial

O escoamento foi medido através das calhas coletoras instaladas (três por parcela) após eventos de chuva ocorridos em quatro ocasiões, a declividade do terreno onde as calhas foram instaladas apresentou valores de 21% no SAF, 20% na mata e 24% no pasto. A Fotografia 17 abaixo mostra uma das calhas instaladas na parcela de SAF.

Figura 17: Calha coletora instalada no SAF

A seguir são apresentados os valores de escoamento superficial médio das parcelas (Tabela 07).

Tabela 07: Pluviosidade e *run-off* das parcelas (mm água).

Data	Chuva	SAF	Mata	Pasto
31/jan	18	2,2	0,7	1,9
11/fev	15	1,1	0,4	0,4
25/fev	12	0,9	0,3	0,5
17/mar	18	2,3	0,8	2,2

O Gráfico 08 representa a porcentagem do escoamento superficial em relação ao volume de chuva que incidiu sobre as parcelas, cabe destacar o

comportamento da parcela de pasto nos dois eventos em que ocorreu menor precipitação.

Isso indica que provavelmente o seu solo exposto apresentava sua superfície mais ressecada, o que levou a uma maior taxa de infiltração inicial, enquanto que nos eventos de maior pluviosidade, provavelmente foi alcançada a capacidade de infiltração (Brandão et al, 2006).

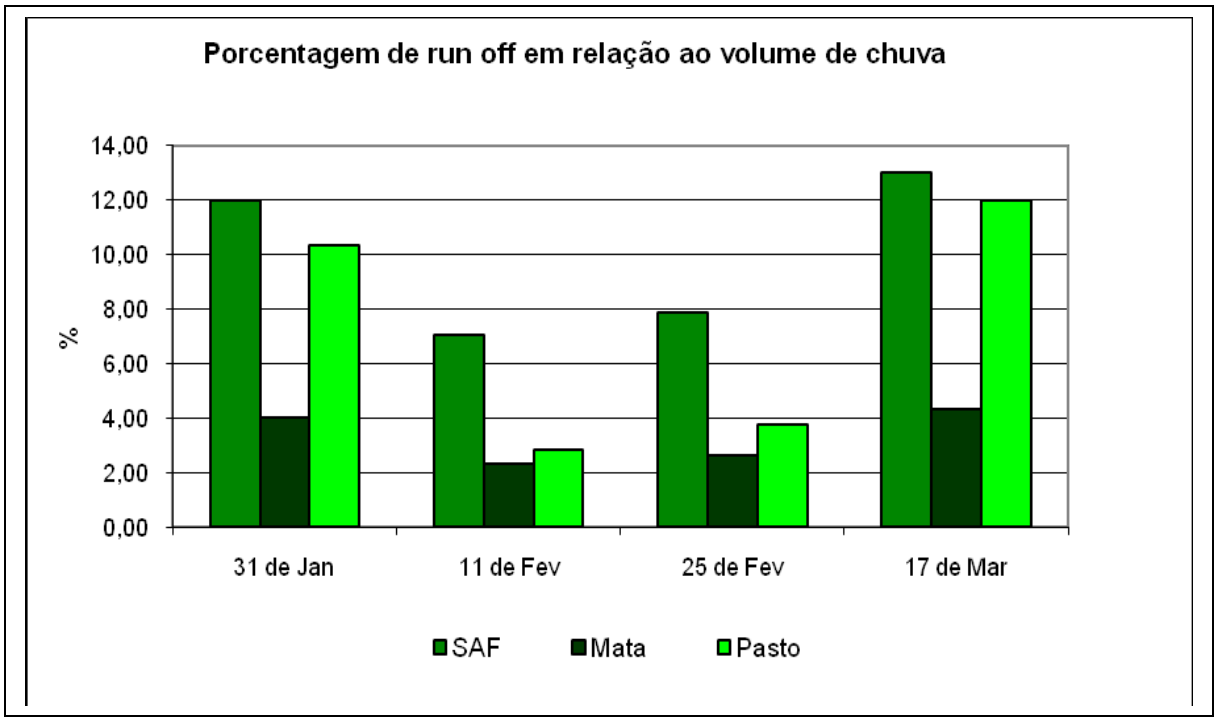


Gráfico 08: Relação do escoamento nas parcelas em cada evento de pluviosidade.

Apesar da sua cobertura vegetal, os valores maiores de escoamento superficial na parcela de SAF confirmam as observações feitas durante a descrição dos perfis culturais com relação às restrições da circulação da água nos solos desta parcela.

Cabe ressaltar no caso da parcela de pasto que na ocasião da instalação das calhas o campo estava passando por um processo de reforma tendo sido arado e gradeado na véspera, o que contribuiu para o aumento da rugosidade e porosidade dificultando o escoamento da água em superfície e facilitando sua infiltração quando comparado ao SAF.

Na parcela de mata, as calhas foram instaladas na área de contato entre a serapilheira e o solo, onde deveria se dar o escoamento superficial.

Nesta parcela, dadas as suas características de maior cobertura vegetal e presença da serapilheira, com seus efeitos de amortecimento do impacto das gotas

de chuva e do escoamento superficial e os menores valores de *runoff* verificados correspondem ao esperado na comparação com as outras parcelas.

De qualquer modo, o período de acompanhamento climático ficou restrito a poucos dias, sendo desejável um acompanhamento por períodos maiores para uma melhor compreensão da dinâmica da água na área de estudo.

Capacidade de Campo e Ponto de Murcha Permanente

Os resultados das determinações da Capacidade de Campo e do Ponto de Murcha Permanente das amostras deformadas enviadas ao IAC são apresentados na Tabela 08 abaixo:

Tabela 08: CC e PMP médios das parcelas em estudo.

Parcela (profundidade)	CC 30 kPa	PMP 1500 kPa
SAF (0 - 20cm)	0,24	0,21
SAF (20 - 40cm)	0,25	0,21
Mata (0 - 20cm)	0,28	0,22
Mata (20 - 40cm)	0,28	0,22
Pasto (0 - 20cm)	0,31	0,20
Pasto (20 - 40cm)	0,30	0,20

Umidade em $m^3\ m^{-3}$

Os valores de umidade volumétrica na capacidade de campo determinadas através dos funis de Buchner em amostras indeformadas nas profundidades de 5 a 10 cm e de 25 a 30cm coletadas através dos anéis volumétricos podem ser visualizados na Tabela 09 a seguir:

Tabela 09: Umidade na capacidade de campo nas parcelas

Parcela (profundidade)	CC 10 kPa
SAF (5-10 cm)	0,25
SAF (25-30 cm)	0,24
Mata (5-10 cm)	0,28
Mata (25-30 cm)	0,26
Pasto (5-10 cm)	0,30
Pasto (25-30 cm)	0,28

Umidade em $m^3\ m^{-3}$

A comparação entre as capacidades de campo determinadas nas amostras deformadas (IAC) e as determinadas em amostras indeformadas (LaboPed) com valores muito próximos indicam o grau incipiente de estruturação dos solos com predominância de porosidade de assembléia.

Balanço Hídrico

Com os dados obtidos pelos registradores de temperatura e pelo pluviômetro e com a utilização do programa *"Bhnorm v5.0"* de Rolim, Sentelhas e Barbieri (1998) foi elaborado o Balanço Hídrico Seqüencial, com intervalo quinzenal.

Para o CAD foram determinados os valor de 50 mm e 100mm, o primeiro para contemplar o sistema radicular do tipo de cultura de interesse econômico (olerícolas) presente na região e para as gramíneas presentes no pasto e o segundo para contemplar o componente arbóreo presente no SAF e na Mata, especialmente as espécies presentes no primeiro, composta por cítricos e amoreiras.

Os Gráficos 09 a 12 a seguir representam os resultados obtidos.

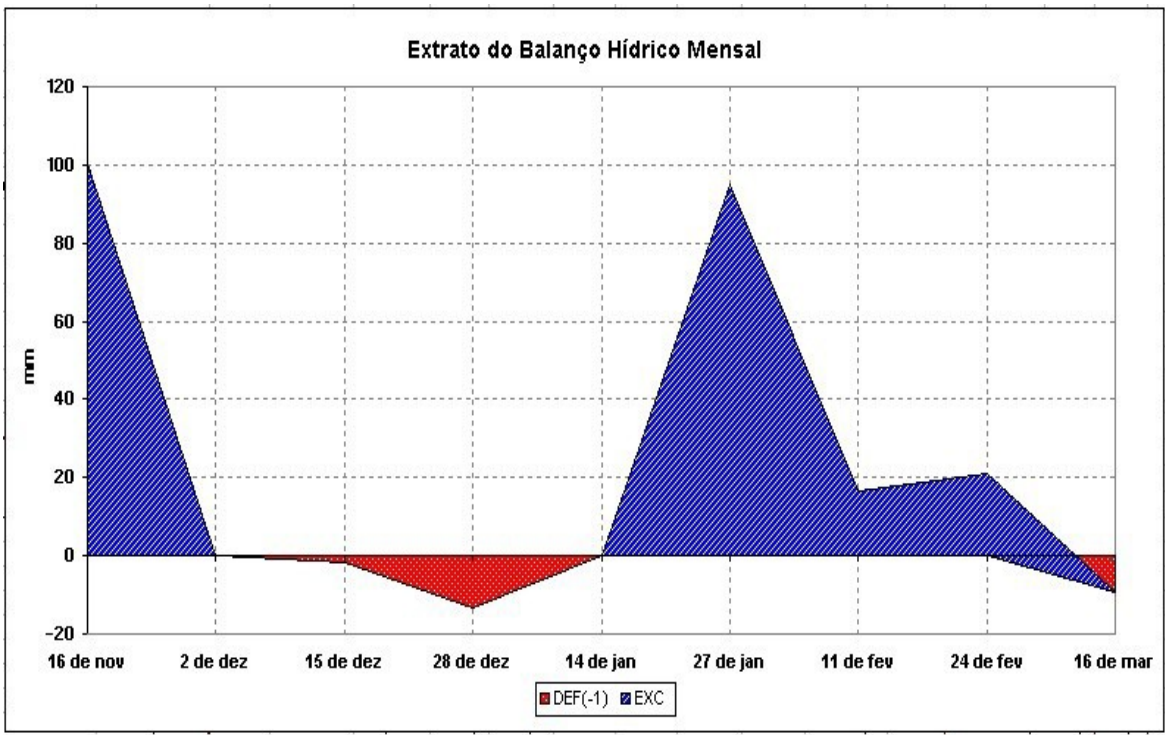


Gráfico 09 – Extrato do Balanço Hídrico do período – CAD 50mm.

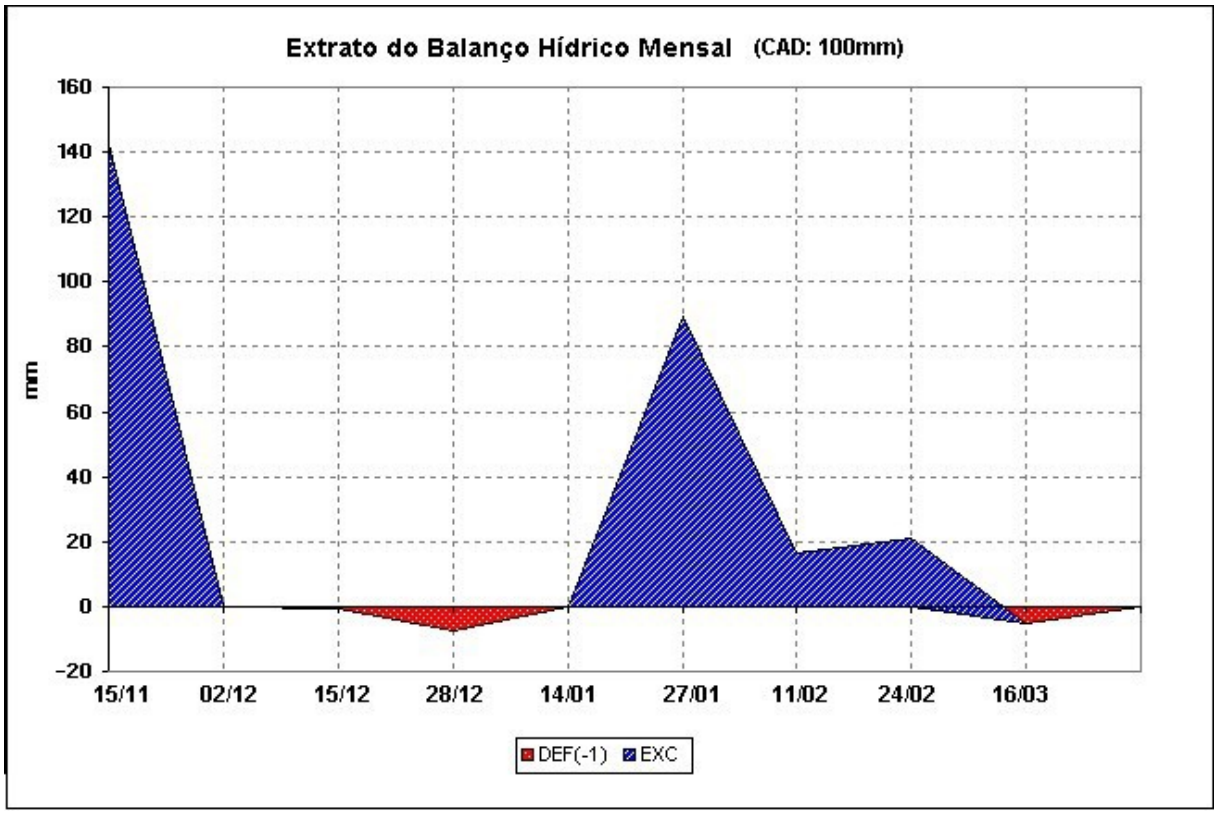


Gráfico 10 – Extrato do Balanço Hídrico do período – CAD 100mm.

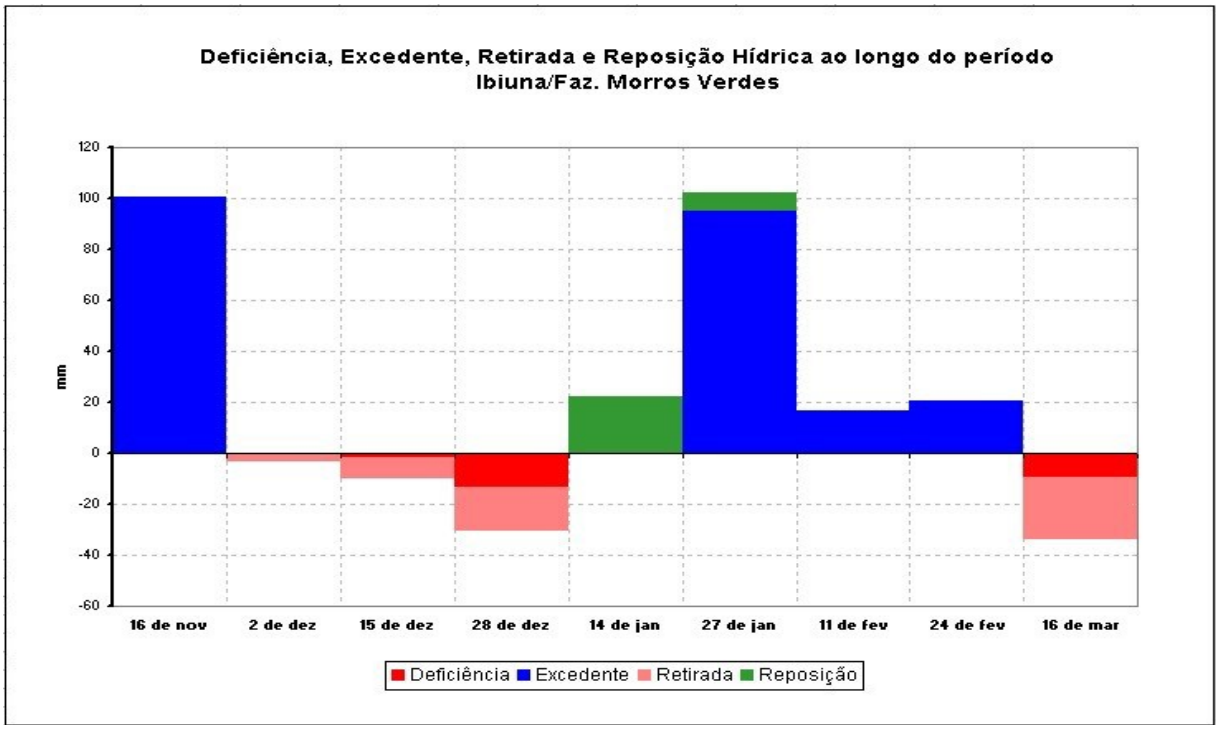


Gráfico 11 – Gráfico de deficiência, excedente, retirada e reposição do período – CAD 50mm.

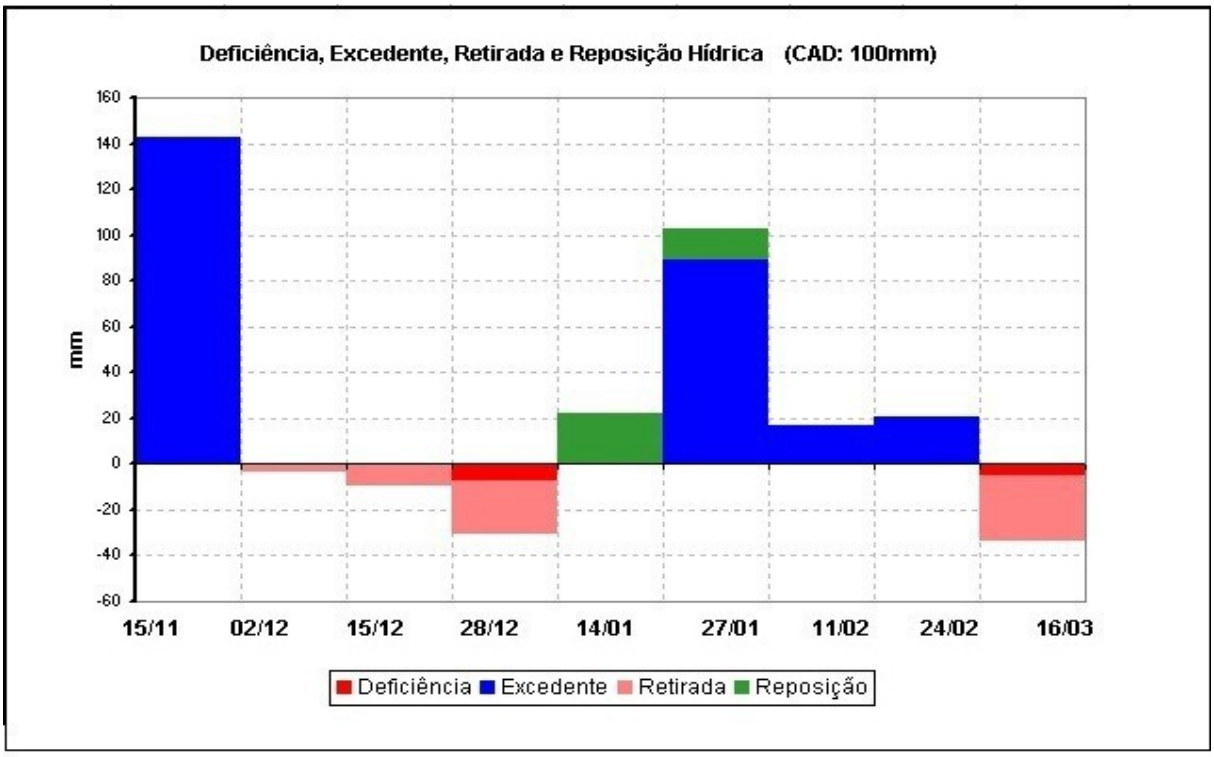


Gráfico 12 – Gráfico de deficiência, excedente, retirada e reposição do período – CAD 100mm.

Conforme se pode constatar pelos resultados obtidos, indentificam-se dois períodos de retirada e deficiência hídrica na Fazenda durante o monitoramento:

- no mês de Dezembro de 2011;
- primeira quinzena de Março de 2012.

No mês de Dezembro de 2011, a precipitação total foi de somente 44 mm, uma diferença de precipitação em relação ao normal para o mês de 130mm de chuva (média histórica 175mm), isso se refletiu no período de balanço hídrico calculado, em especial após a 2ª quinzena de Dezembro.

Com as chuvas de Janeiro de 2012 dentro das normais históricas ocorreu a recuperação do estoque de água no solo, porém o mês de Fevereiro novamente foi atípico em relação ás normais climatológicas com 92 mm medidos frente à média histórica de 180mm, em conseqüência deste novo período de relativa estiagem, o calculo do balanço hídrico voltou a apresentar deficiência a partir do final do mesmo mês e inicio de Março, quando se encerrou o acompanhamento da área.

Como se pode apreciar pelos resultados, a disponibilidade de água em maior profundidade se manteve mais estável no período, com deficiência (DEF) de –7,4 mm para um CAD de 100 mm contra –13,5 mm a 50 mm no período de estiagem de Dezembro de 2011 e de –5,1 mm a 100 mm contra –9,0 mm a 50 mm na primeira quinzena de Março de 2012.

Grau de Saturação

Para sintetizar os resultados da umidade presente no solo das parcelas optamos por utilizar o grau de saturação do solo e os resultados obtidos são apresentados nos Gráficos 13 e 14.

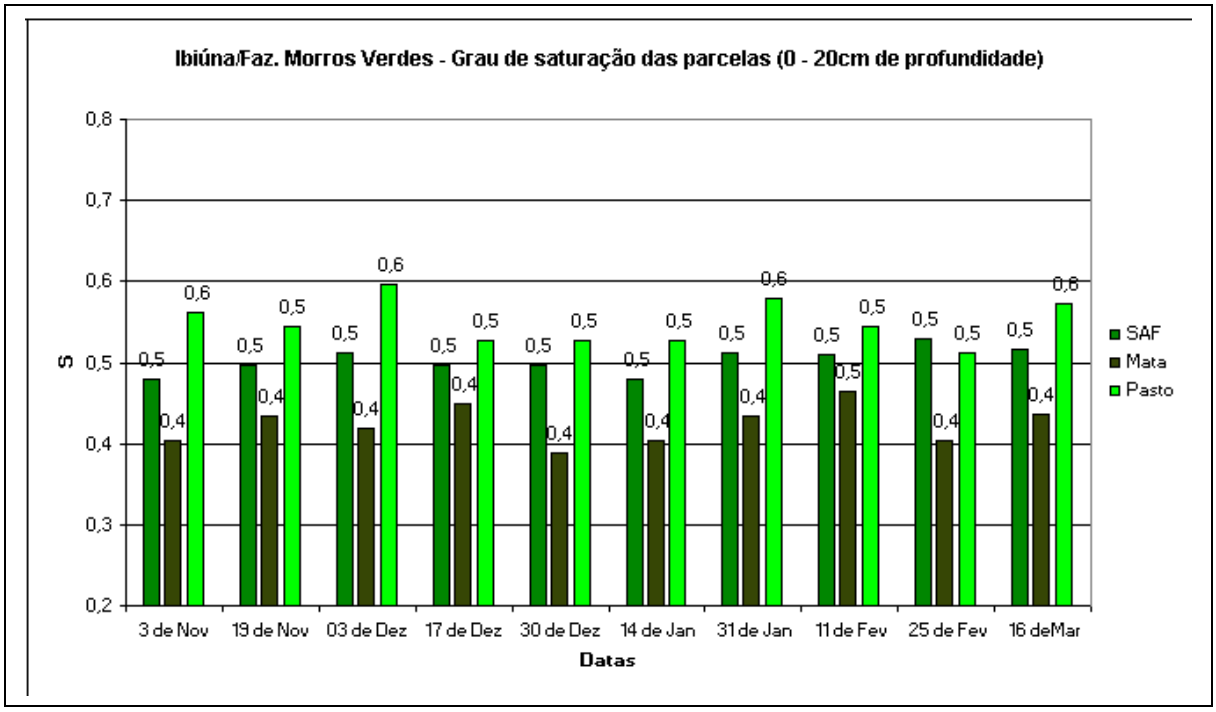


Gráfico 13 : Grau de Saturação de umidade entre 0 a 20 cm de profundidade

Os níveis de saturação em água verificados na camada de 0 a 20 do pasto provavelmente estão associados a processo de circulação lateral de subsuperfície condicionada pela camada adensada observada na camada entre 20 a 27 cm de profundidade que provavelmente também condicionou os valores de saturação mais baixos na camada subjacente.

Apesar disto não foram encontrados indícios de escoamento lateral de subsuperfície associados a presença desta camada adensada.

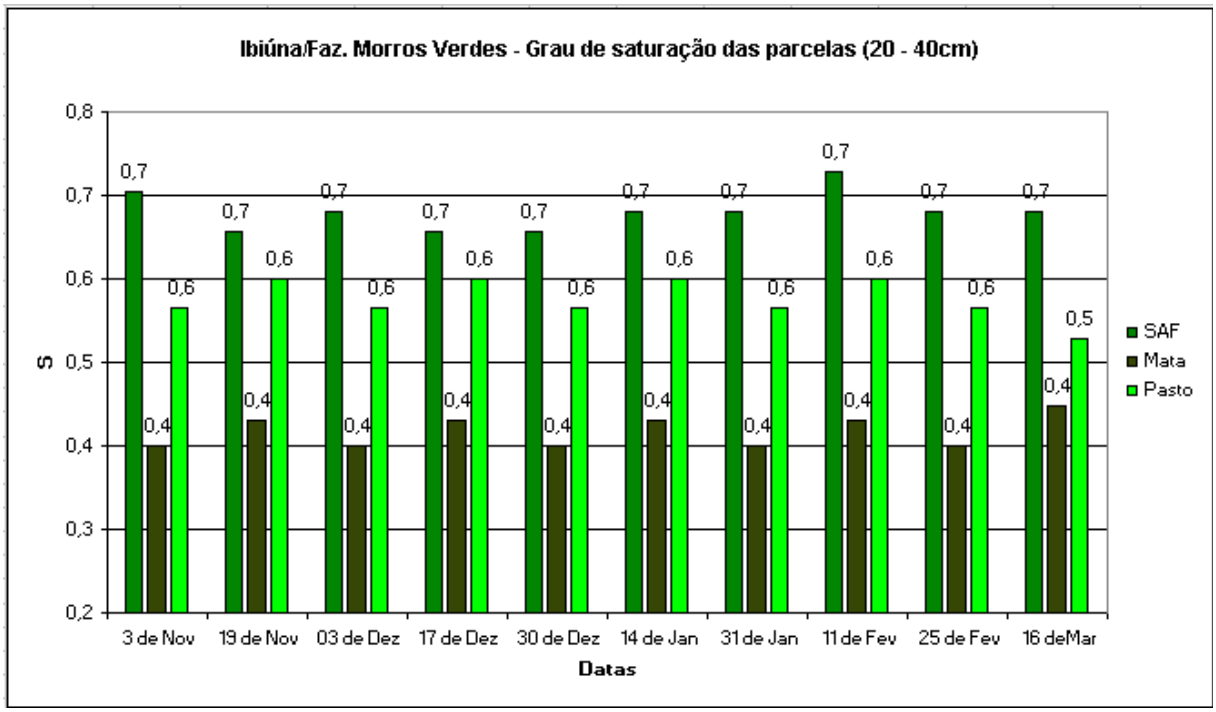


Gráfico 14: Grau de Saturação de umidade entre 20 a 40 cm de profundidade

As características da drenagem derivadas da estrutura incipiente do solo no SAF se refletiram em um comportamento inverso ao verificado no pasto, com menores valores de saturação na primeira camada e maiores na camada de 20 a 40cm, limite da profundidade do solo desta parcela, o que pode ser explicado pela restrição à drenagem mais profunda, conforme constatado nos perfis culturais.

A parcela de mata apresentou os menores índices de saturação no período do estudo, refletindo o maior consumo de água pela vegetação frente ao solo exposto do pasto ou à incipiente cobertura vegetal do SAF.

De um modo geral se pode dizer que os níveis de saturação de umidade verificados em todo o período permaneceram relativamente elevados inclusive no intervalo de dezembro/2011 a janeiro/2012 quando foi constatado déficit hídrico, refletindo as restrições à drenagem decorrentes da estrutura incipiente dos solos.

A geometria dos espaços vazios é que vai definir os caminhos da água através do solo. Mesmo apresentando porosidade elevada, a estrutura incipiente verificada nestes solos, não propõe continuidade poral que facilite a infiltração.

O Gráfico 15 representa a relação entre a capacidade de campo das amostras indeformadas e o grau de saturação médio verificado nas parcelas.

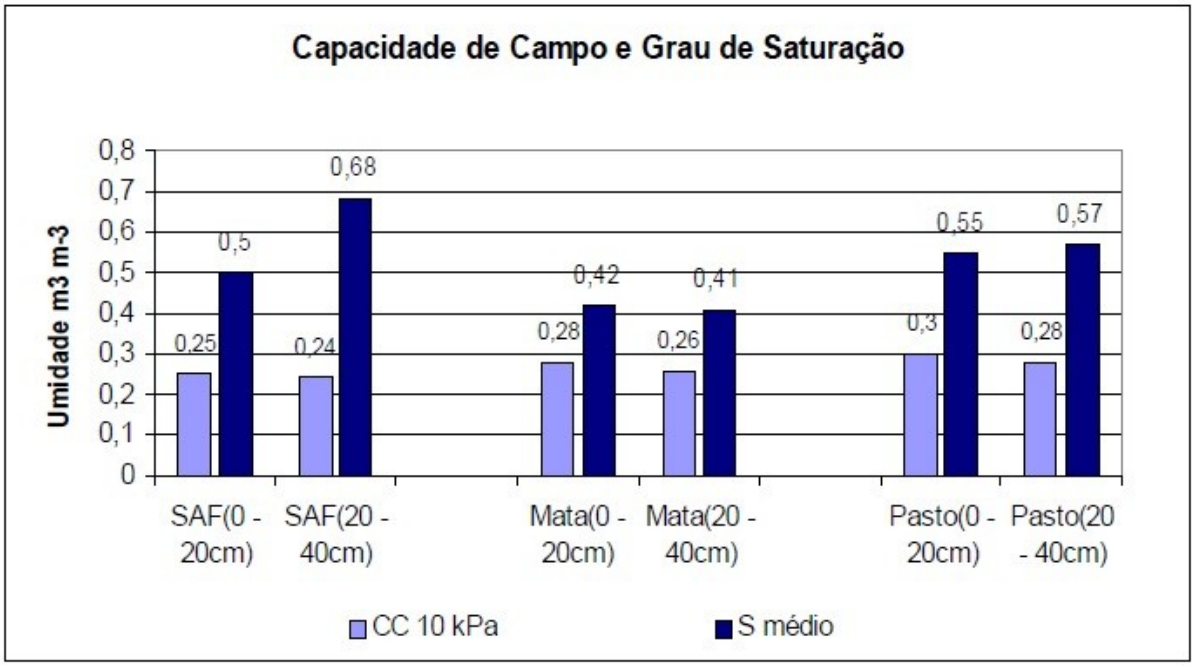


Gráfico 15: Relação entre a capacidade de campo (CC) e o grau de saturação médio (S).

Apesar dos períodos de retirada e de déficit hídrico verificados e considerando o escoamento superficial durante os episódios de chuva o grau de saturação médio se manteve superior à capacidade de campo, o que corrobora as considerações sobre restrições à drenagem nas três parcelas.

Na parcela de SAF o grau de saturação se manteve superior no período o que pode estar relacionado à maior restrição de drenagem deduzida pela morfologia ou melhorias induzidas devido ao padrão vegetativo presente no SAF. O menor nível de umidade presente no solo sob mata pode estar relacionado à maior densidade de vegetação e conseqüente maior consumo de água (taxa de evapotranspiração) em relação às parcelas anteriores.

7. Considerações Finais

Como se pode constatar a partir dos resultados apresentados, decorridos quatro anos desde a implantação do SAF, a estrutura do solo, expressa pela densidade e porosidade, permanece equivalente a verificada no solo sob pastagem. Isto se deve à baixa densidade de plantio, pouca diversidade de espécies, comprometendo o sinergismo entre elas, mas, sobretudo ao restrito potencial edáfico do solo: ácido (pH médio de 3,5), pouco espesso, com estrutura incipiente.

A análise do perfil cultural permitiu constatar mesmo na área de mata, com serapilheira de cerca de 10cm de espessura, a pouca acumulação de matéria orgânica inferida pela cor no horizonte superficial (A moderado), ausência de minhocas e baixa densidade de raízes no horizonte B.

Como não foram detectadas diferenças significativas nos valores de densidade do solo entre o SAF e o Pasto, provavelmente a diferença no armazenamento da água tenha sido determinada pelo padrão vegetativo que intermedia as interações solo-atmosfera: rugosidade que influi na intensidade dos fluxos superficiais e condiciona a infiltração e evapotranspiração.

O solo sob SAF, da mesma forma que o sob Mata Nativa e do Pasto, manteve grau de saturação em umidade superior à Capacidade de Campo mesmo no período de ocorrência de déficit hídrico, o que denota drenagem deficiente nas três áreas. Nessa condição pode-se considerar que o pedoclima da área estudada de acordo com a oitava aproximação - Soil Service Staff (Wambeke, 1991) pode ser classificado como PERIUDIC (solo seco menos de 90 dias/ano e ET<PP em alguns períodos do ano) mesmo com as ocorrências de déficit hídrico verificadas no período de acompanhamento.

A presença de colúvio na baixa vertente da área de pasto verificada através do perfil cultural e de grande proporção de areia lavada nos horizontes superficiais da parcela de mata são indicativos de processo erosivo de natureza laminar que estaria associado ao escoamento dos excedentes hídricos em superfície.

Ou seja, a vegetação nativa não concorre efetivamente para a preservação da cobertura pedológica – não acumula matéria orgânica, não propõe condições para o

desenvolvimento de uma endopedofauna que pudesse efetivamente contribuir para a melhoria do solo e não o protege da erosão.

Não se trata, pois, de promover a restauração da cobertura pedológica através de implantação de um sistema agroflorestal. Trata-se de, através do manejo deste SAF, condicionar o potencial edáfico destes solos, melhorando sua estrutura e constituição.

O aumento na densidade de plantio e na diversidade de espécies deve se pautar em uma composição fito-sociológica que otimize a alelopatia e o sinergismo entre seus componentes, a endopedofauna e os microorganismos do solo.

Há que se considerar que o pH destes solos, de valor médio 3,5, será restritivo, tanto à maioria das espécies vegetais, aos microorganismos a elas associados como micorrizas e rizóbios, ao estabelecimento de minhocas, quanto a atividade dos consórcios de microorganismos responsáveis pela humificação-mineralização da matéria orgânica.

A correção do pH poderia se dar pela adição de compostos orgânicos porém seria necessário um grande volume de matéria com freqüente reposição para compensar a mineralização, além da utilização de espessa camada de cobertura morta, para controlar a temperatura na superfície do solo e reduzir as taxas de mineralização.A acumulação de matéria orgânica humificada, dada suas propriedades anfóteras, poderá a longo prazo induzir a neutralização da acidez.

A produção de todo este material orgânico demandaria uma área significativamente maior do que a que se está tentando melhorar através do SAF ou numa mudança substancial no sistema produtivo da fazenda, de forma a poder contar com dejetos animais e restos vegetais, para compostagem.

A alternativa seria a realização de calagem, condenada por uma parcela dos ambientalistas, por liberar grande quantidade de CO2 para a atmosfera, o que de fato é significativo para monoculturas anuais.

Deve-se considerar entretanto que no caso do SAF a calagem seria feita somente quando da implantação e que a partir de um certo estágio de seu desenvolvimento, o sequestro de carbono propiciado será consideravelmente maior e duradouro.

Por outro lado, os resultados evidenciam as diferenças marcantes entre o regime hídrico atmosférico e o pedoclima. Os dois períodos de déficit hídrico registrados durante o experimento, não se refletiram em reduções sensíveis no armazenamento de água pelo solo.

Pode-se afirmar de acordo com o que foi constatado neste trabalho, que o pedoclima da área é fortemente condicionado pela morfologia do solo e pelo seu relevo.

As interações entre o solo, planta e atmosfera são extremamente complexas e o estudo integrado entre o clima atmosférico, o pedoclima e a morfologia do solo podem fornecer importantes subsídios para a compreensão dos mecanismos envolvidos e ferramentas para as tomadas de decisão no que concerne às formas de manejo.

8. Referências Bibliográficas

AB'SABER, A.N. Províncias geológicas e domínios morfo-climáticos no Brasil. São Paulo: IGEOG/USP. 26p. (Geomorfologia, 20). 1970.

ALBINO, D. Influências da adubação orgânica na estrutura pedológica e produtividade forrageira de Um sistema rotacionado de manejo das pastagens. FFLCH-USP, São Paulo, 2009. 53p. Trabalho de Graduação Individual.

ALTIERI, M. *Agroecologia:* Bases Científicas para uma Agricultura Sustentável. 3ª. ed. rev. ampl. Rio de Janeiro, Expressão Popular, AS-PTA, 2012. 400p.

ANDREOTI, C. E. Comparação microclimática entre dois imóveis nos municípios de São Paulo e São Roque. Trabalho de Graduação Individual apresentado para obtenção do Titulo de Bacharel em Geografia pela Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007. 62 p.

ANGELOCCI, L.R.; *et* al. Balanço hídrico em culturas de cana-de-açúcar na região de Araras, SP. In:III Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 1983, Campinas. Anais do III Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Campinas: SBA, 1983.

BALL, B. C., CAMPBELL, D. J., DOUGLAS, J.T., HENSHALL, J. K., O'SULLIVAN, M. F. Soil structural quality, compaction and land management. European Journal of Soil Science, Dec. 1997. 48, p. 593-601. UK, London.

BIDWELL, O.W.; HOLE, F.D. The Man as a Factor of Soil Formation. Soil Science 99. p 65-72, 1965.

BRASIL. Sistema Nacional de Unidades de Conservação da natureza – SNUC: Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000; Decreto nº 4.340 de 22 de agosto de 2002. 3ª ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente/ Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2003.

BRANDÃO, V. S., CECÍLIO, R.A., PRUSKI, F.F.; SILVA, D.D. – Infiltração da Água no Solo. Editora UFV. Viçosa, 2006. 120p.

BRITO, A. S. Balanço de água em um Latossolo Vermelho cultivado com Cana de Açúcar'. Dissertação de mestrado. ESALQ-USP. Piracicaba, 2006.82p.

BRUNINI, O.: Relações solo-agua-planta em cultura de arroz em condições de sequeiro. 1975. 128p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz ", Universidade de S. Paulo. Piracicaba, 1975.

CAMARA ,G.; SOUZA, R.C.M.; FRITAS, U.M. "SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object- oriented data modelling" - Garrido J Computers & Graphics, 20: p. 395-403, May - Jun 1996.

DE BIASI, Mario.A Carta Clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. Revista do departamento de Geografia da USP,n.6, FFLCH, 1992. p.45-60.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, CNPS – Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Manual de métodos de análise de solos. Rio de Janeiro, 1997. 2ª ed. rev. atual. 212p.

_____ - Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006.

_____ – “Clima e Solo”. Sitio: *http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/climaesolo.htm*. Acesso em 11-03-2010.

_____- Sistemas Agroflorestais Na Mata Atlântica: a experiência da Embrapa Agrobiologia. Circular Técnica no. 21. Seropédica, RJ. Dez. 2007.

_____- “Sistema Plantio Direto”. Sitio: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_2ed/mandireto.htm. Acesso em 30-11-2012.

ENGEL, V. L. Introdução aos Sistemas Agroflorestais. Botucatu: FEPAF, 1999. 70 p.

FASSBENDER,H.W. - Quimica de suelos, com énfasis em suelos de América Latina.Turrialba, Costa Rica, IICA, 1975. 398p..

GALVANI, E : Estudo comparativo dos elementos do Balanço Hídrico Climatológico para duas Cidades do Estado de São Paulo e para Paris. *Confins* [Online], 4. 2008, URL:http://confins.revues.org index4733.html

GALVANI, E.; AZEVEDO, T.R. A Frente Polar Atlântica e as características de tempo associadas: Estudo de caso. Textos do Laboratório de Climatologia e Biogeografia – Departamento de Geografia / FFLCH / USP*,* São Paulo, 2003.

GLIESSMAN, S. R. - Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible. CATIE. Turrialba, Cuesta Rica. 2002. 359p.

GREENLAND,D.J.; WILD,A.; ADAMS,D. - Organic matter dynamics in soil of the Tropics – Fron Myth to complex reality. In: Myths and science of soils of the tropics. SSSA Special Publication, number 29, 1992. 185p..

HÉNIN,S.; GRAS,R. e MONNIER,G. Os solos agrícolas. São Paulo: Edusp, 1976. 334p.

IAMAMOTO, A. – Agroecologia e desenvolvimento rural. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais). Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de S. Paulo. Piracicaba, 2005.

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Mapa geomorfológico do Estado De São Paulo. Escala 1:100.000. São Paulo : IPT, 1981.

_____. Mapa Geológico do Estado de São Paulo. Escala 1:500.000. São Paulo, 1981.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - “Manual Técnico de Pedologia”, número 4, 2ª Edição. Manuais Técnicos em Geociências. Rio de Janeiro, 2007.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Censo Agropecuário 2007. Disponível em: http://www.ibge.gov.br. Acesso em 18/10/2010.

INSTITUTO AGRONÔMICO & INSTITUTO FLORESTAL. Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo – Coordenadoria de Pesquisa Agropecuária. Mapa de Conservação e Uso dos Recursos Naturais dos Municípios de Juquitiba, Piedade, Ibiúna e Itapecerica da Serra. Escala 1:100.000. São Paulo, 1988.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. “Sistema de processamento de Informações Georeferenciadas“. São José dos Campos - SP, 2002. Sitio : http://www.dpi.inpe.br/spring/ portugues /index.html

_____. Tutorial do Spring – Em 10 aulas. São José dos Campos – SP, 2004.

JENNY, H. Factor of soil formation. A system of quantitative pedology. McGraw-Hill, New YorK and London, 1941. 281p.

JUHÁSZ, C. E. P. Relação solo-agua-vegetação em uma topossequência localizada na Estação Ecológica de Assis – SP. Dissertação de mestrado. ESALQ-USP. Piracicaba, 2005. 110p.

LEMOS,R.C.; SANTOS,R.D. Manual de descrição e coleta de solo no campo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Campinas. 3ª Edição. 1996.92p.

LEYTON, K. Elaboração de um modelo de Sistema de Informações Geográficas (SIG) para a Agricultura Familiar do município de Piracicaba. USP, Esalq, Piracicaba, 2005.

MANTOVANI, W. A dinâmica da floresta na encosta atlântica. Anais do II simpósio de ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira: estrutura, função e manejo. ACIESP, São Paulo, v.1:p.304-313. 1990.

MARTINELLI, M. Relevo do Estado de São Paulo, *Confins* [Online], 2009. Posto online em 09 Novembro 2009. Consultado: 15 Fevereiro 2011. URL : http://confins.revues.org/6168

MONTEIRO, C.A.F. A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo – estudo geográfico sob a forma de Atlas, Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, São Paulo,1973.129p.

MONTEIRO, C.A.F. Teoria e clima urbano. Tese de livre-docência apresentada á Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1975.

MUNSELL soil color charts. Rev. ed. New Windson: Kollmorgen Instruments, Macbeth Division, 1994. Não paginado.

OLIVEIRA, A. U. – "Agricultura Brasileira: Transformações Recentes" *in Geografia do Brasil*. ROSS, J.L.S. (org.). EDUSP, São Paulo, 2003. 552p.

OLIVEIRA JUNIOR, J.A.; MALAVOLTA, E.; CABRAL, C.P. - Efeitos do manganês sobre a soja cultivada em solo de cerrado do triângulo mineiro.Pesq. agropec. bras,. Brasilia, v.35, n.8, p. 1629-1636, ago. 2000

PARCHEN, C., PéLLICO NETTO, S., RIZZI, N.. Teste de metodologia alternativa para mensuração de escoamento superficial de água no solo em ambientes florestais. Floresta, América do Norte, 41, set. 2011. Disponível em: http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index. php/floresta/article/view/24056/16087. Acesso em: 20 Nov. 2012.

PEIXOTO, A. L. Vegetação da costa atlântica. In: Monteiro, S. & Kaz, L. (coords.) Floresta Atlântica. Rio de Janeiro, Edições Alumbramento, Livroarte Editora, 1991/92. p. 33-42.

PEREIRA, A. S., ANGELOCCI, L. R., SENTELHAS, P. C.: Agrometeorologia – Fundamentos e Aplicações Práticas – Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.

PEREIRA, L. C., Avaliação da aptidão agrícola das terras: proposta metodológica / Lauro Charlet Pereira, Francisco Lombardi Neto - Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 36 p.- (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 43).

PETRONE, P. Os aldeamentos paulistas e sua função na valorização da região paulistana - Estudo de Geografia Histórica. Tese de Livre-Docência apresentada à cadeira de Geografia Humana , FFLCH/USP. 1964.

PROCTOR,J. – Tropical Forest litter fall : The data set. Tropical rain forest. 1984. P. 83-113. In The Leeds Symp. A.C. Chadwicck and S.L. Sutton (ed.) Leeds Phil and Lit. Soc.,Leeds.

Ramalho Filho, A; Beek, K. J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. 3a. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS. 1995.

REICHARDT, K., TIMM, L.C.: Solo, Planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações. Barueri, SP. Manole, 2004. 478p.

ROLIM, G.S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL para os cálculos de balanços hídricos: normal, seqüencial, de cultura e de produtividade real e potencial. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.6, p.133-137, 1998.

ROMERO, A. R.: Meio Ambiente e Dinâmica de Inovações na Agricultura. Annablume: FAPESP, SP. 1998. 272p.

SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C. & ANJOS, L.H. Manual de descrição e coleta de solos no campo. 5.ed. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 100p.

SENTELHAS, P. C. et al. Balanços Hídricos Climatológicos do Brasil. Esalq/USP. Piracicaba-SP. 1999. CD-ROM. GHF Ambiental. Disponível em: <http://www.bdclima. cnpm.embrapa.br/index.php>. Acesso em: 11 ago. 2011.

SECRETARIA DE ENERGIA, RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO do Estado de São Paulo: *Plano de Bacias Hidrográficas 2004-2007 dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí: Relatório Final: Volume de Texto – Diagnós-ticos e Prognósticos. SHS* - Consultoria e Projetos de Engenharia S/S Ltda. S. Paulo, Dezembro de 2006. 803 p.

SMA/FF - Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo/Fundação Florestal. Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental Itupararanga. Disponível em: <http://www.fflorestal.sp.gov.br/planodemanejoCompletos.php>. 2010c. Acesso em: 2 de Mar. 2012.

SAMORA, P. R. Avaliação de critérios técnicos para a definição de Áreas de Proteção Permanente – APP. Trabalho de Graduação Individual apresentado para obtenção do Titulo de Bacharel em Geografia pela Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009. 58p.

SEABRA, M. "Vargem Grande: Organização e Transformações de um Setor do Cinturão Verde Paulistano". São Paulo, IG/FFLCH/USP, 1971. 227p. Tese de Doutorado.

SHIRAISHI, F.A.; BARBOSA, V.G.; SANTOS, L.V.; RAGASSI, C.F; FAVARIN, J. L. - Distribuição do sistema radicular das gramíneas Panicum maximum cv.Tanzânia,Brachiaria brizantha cv. Marandu e Milho (Zea mays L.) em preparo profundo de solo. Resumo. ESALQ/USP, Piracicaba, SP. 2008. 1p.

SORRE, M.: *Objeto e método em climatologia*, Tradução Prof. Dr. José Bueno Conti, DG/ FFLCH/USP. Revista do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo, São Paulo. n. 18, p. 89-94, 2006.

SPAVOREK, G.; CORRECHEL, V.; BARRETTO, A. G. O. P. – A dimensão dos impactos causados pela falta de conservação de solos em pastagens plantadas no Brasil. Anais do 21º. Simpósio sobre Manejo da pastagem. ESALQ, Piracicaba, 2004.62p.

TARIFA, J.R. "O clima do (no) Campo", *Revista GeoUSP, 4,* Pró-reitoria de cultura e extensão universitária. Universidade de São Paulo, São Paulo. p. 107-114, 1994.

TARIFA, J.R. "O ritmo e a pratica do estudo dos climas de S. Paulo (1997-2000)" in TARIFA, J.R. e AZEVEDO, T. R. *Os climas na cidade de São Paulo - teoria e prática,* GeoUSP, 4, Pró-reitoria de cultura e extensão universitária, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

_____. Alterações climáticas resultantes da ocupação agrícola no Brasil, *Revista do Dep. de Geografia*, Universidade de São Paulo, São Paulo. n. 8, p. 15-27, 1994.

TAVARES FILHO, J.; RALISCH, R.; GUIMARÃES, M.F.; MEDINA C.C.; BALBINO, L.C.; NEVES, C.S.V.J. – Método do Perfil Cultural para avaliação do estado físico de solos em condições tropicais. Revista Bras. Ci. Solo, 23, p.393-399. 1999.

THENG,B.K.G; TATE,K.R. – Interactions of clays with soil organic constituents. Clay Res. P. 8-10. 1989.

THENG, B.K.G. – Soil science in the tropics – the next 75 years. Soil Science, vol.151, nº1, p. 76-90. 1991.

TRIMBLE, S.W.; MENDEL, A.C. - The cow as a geomorphic agent - A critical review. Revista Geomorphology, Elsevier. Los Angeles. n. 13, p. 233-253. 1999.

TUBELIS, A.: A chuva e a produção agrícola – São Paulo: Nobel, 1988.85p.

_____, Nascimento, F.J.L.: Meteorologia descritiva – Fundamentos e aplicações Brasileiras – São Paulo: Nobel, 1980. 374p.

UNESCO. Tropical Forest Ecosystems. A state-of-knowledge report prepared by UNESCO/UNEP/FAO. Natural Resource Res. XIV. UNESCO, Paris, 1978.

VELOSO, C.A.C.; MURAOKA, T.; MALAVOLTA, E.; CARVALHO, de J.G. - Influência do manganês sobre a nutrição mineral e crescimento da pimenta do reino.Sci. agric., Piracicaba, 52(2). 376 - 383 p. mai-jun 1995.

VOISIN, André. Produtividade do pasto**.** São Paulo: Mestre Jou, 1974. 520p.

WAMBEKE, V. W. Soils of the tropics - Properties and Appraisal. Dept. of soil, crop and atmospheric sciences. Cornell University. Ithaca, N. York. McGraw-Hill, Inc. 1991. 343p.

ANEXO A – Relatórios de Campo das Topossequências, Fazenda Morros Verdes

Topossequências realizadas pela turma da disciplina de Graduação em Geografia: Estágio Supervisionado em Análise de Solos, ministrada no primeiro semestre do ano de 2010 pelas Profas. Dras. Sidneide Manfredini e Sonia Maria Dias Furlan, os campos da disciplina foram realizados na Faz. Morros Verdes e as topossequências foram realizadas pelos alunos da disciplina sob as seguintes orientações:

1. Profa. Dra. Sidneide Manfredini, abrange a parcela de Pasto;

Trincheira 1

Foi aberta na área de Mata, sendo atingida a profundidade aproximada de 100 cm, situada no topo da vertente em estudo. Coordenadas: 7367267 / 287090. Altitude: 916m. Declividade:~10 º.

1° Horizonte (0 – 10 cm): possui transição ondulada e difusa em relação à camada de serapilheira (Horizonte 0); cor Bruno-escura; estrutura grumosa, pequenos blocos sub-angulares; grau de desenvolvimento bom; textura argilo-arenosa; presença marcante de raízes.

2° Horizonte (10 – 20 cm): cor Bruno-amarelada; estrutura grumosa, pequenos blocos sub-angulares; textura estimada argilosa; alta porosidade; transição de forma ondulada com presença de características do horizonte superior; presença de canais biológicos preenchidos de material escuro (orgânico) proveniente do horizonte superior; possui boa drenagem sem indícios de eluviação de argila.

3° Horizonte (20 - 75 cm): cor Bruno-amarelada, estrutura pequena e de fraco desenvolvimento e alto índice de granulação; presença de alterita a partir dos 100 cm.

Trincheira 2

Escavada no ponto médio da vertente, na linha aproximada em que está se realizando a coleta de amostras. Coordenadas: 7367264 / 287130. Altitude: 909m. Declividade: 15 º.

1° Horizonte (0 – 15 cm): cor Bruno; estrutura grumosa, pequenos blocos sub-angulares; grau de desenvolvimento fraco; textura argilo-arenosa; transição entre os horizontes se dá de forma gradual, ondulada; porosidade acentuada com presença de areia, observados fragmentos de xisto e quartzito.

2° Horizonte (15 – 40 cm): cor vermelho-amarelada; textura estimada em até 40% de argila; alta porosidade; presença significativa de cascalho e veios de quartzito que evidenciam um baixo índice de desenvolvimento deste solo.

3° Horizonte (+ 40 cm): cor violácea, comumente associada a alterita de rocha; apresenta fragmentos de rocha (micaxisto) e cascalho, denotando um fraco grau de desenvolvimento pedológico.

Trincheira 3

Está situada na base da vertente, próxima a rede de drenagem. Coordenadas: 7367243 / 287170. Altitude: 903m. Declividade: 5 º.

1° Horizonte (0 – 10 cm): cor Bruno; presença de raízes claras e túbulos de atividade biológica; estrutura grumosa constituída de blocos sub-angulares; grau de desenvolvimento médio e macroporosidade; possui uma transição nítida entre o horizonte seguinte; textura estimada areno-argilosa; apresenta indícios de migração de Fe++.

2° Horizonte (10 – 15 cm): cor Bruno-amarelada com presença de pontos avermelhados (concreções de Fé) e pontos pretos (carvão vegetal) e tez acinzentada, indicio de hidromorfia; textura estimada arenosa; transição nítida; estrutura em blocos médios e angulares que indicam um baixo grau de desenvolvimento.

3° Horizonte (15 - 45 cm): cor Bruno-amarelada; textura areno-argilosa; blocos sub-angulares pequenos de baixo grau de desenvolvimento; presença de raízes e grande friabilidade; indícios de hidromorfia. O horizonte observado é incipiente com tendência a se tornar um horizonte eluvial.

4° Horizonte (45 - 85 cm): cor Bruno escuro (turfa); textura argilosa (< 40% de argila); transição difusa em relação aos horizontes superiores; alta porosidade em função de abundantes canais biológicos e espaços entre os grumos; bom grau de desenvolvimento; indícios de hidromorfia.

A partir dessa profundidade foram realizadas tradagens na trincheira, sendo observada hidromorfia a 135 cm, com cor acinzentada clara e aos 145 cm foi encontrada alterita claramente hidromorfizada.

2. Profa. Dra. Sonia Maria Dias Furlan, em áreas próximas.

Trincheira 1:

Localização: Alta Vertente Inclinação: ~ 15º Característica: Vertente voltada para Sul e divisor de águas Situação: Área aberta ao pasto, mas com gramíneas e plantas diversas
Coordenadas: 7367477 287515. Altitude: 978m

Horizonte 1: 0-14cm; cor bruno (7.5 YR 4/4) ; argilo-silto-arenoso; grumosa arredondada; médio; de 0,5-1cm; ligeiramente plástico; levemente pegajoso; transição abrupta; porosidade tubular com presença de muitas raízes. Indícios de hidromorfia e oxidação de ferro e sua precipitação para o estado reduzido. Porosidade tubular indicando atividade biológica.Presença de um sistema radicular bem desenvolvido. Fauna atuante (formigas).

Horizonte 2: 14-37cm; cor bruno (7.5 YR 5/4); argilo-silto-arenoso; blocos angulares; fraco; de 1-2cm; firme; ligeiramente plástico; pegajoso; transição abrupta; presença de raízes; Indícios de compactação facilitando a hidromorfia do horizonte sobrejacente. Presença de silte. Hidromorfia ligada as raízes.

Horizonte 3: 37-49cm; cor bruno-escuro (7.5 YR 5/6); argilo-silto-arenoso; blocos angulares; fraco; de 2-3cm;solto; ligeiramente plástico; ligeiramente pegajoso, transição gradual; Porosidade tubular, alta e com raízes; Presença de micaxisto; Transição gradual; Vários blocos de rocha presentes.

Horizonte 4: 49-86cm; cor bruno-escuro (7.5 YR 5/6); argilo-silto-arenoso; blocos sub-ângulares; médio; de 1-2cm; solto; ligeiramente plástico; ligeiramente pegajoso; tubular fina e fissural pouco desenvolvida; poucas raízes. Microestruturas agregadas e nódulos com periferia vermelha ferruginosa e um centro arenoso.

Tradagem : 87-107cm; cor bruno-avermelhado (2.5 YR 4/3); ligeiramente plástico; ligeiramente pegajoso, a primeira tradagem adentra 20cm, as posteriores apenas 10cm.

Trincheira 2:

Localização: Média Vertente Inclinação: ~ 25º Situação: Área fechada, antigo pasto
Coordenadas: 7367426 287566. Altitude: 916m

Horizonte 1: 0-9cm; 10 YR 4/3; silto-areno-argiloso; sub-ângular que se desfaz em agregados arredondados; médio; blocos de 2-5cm e grumos de 1-3cm; solto; ligeiramente pegajoso; fraco a médio; transição difusa; porosidade biológica devido a grande intensidade de raízes. Hidromorfia pronunciada. Presença de um sistema radicular desenvolvido.

Horizonte 2: 9-32cm; cor bruno-amarelado (10 YR 5/8); argilo-areno-siltoso; sub-ângular; médio; blocos de 2-5cm; solto à firme; ligeiramente pegajoso; fraco; transição difusa; porosidade biológica e fissural, com menor intensidade de raízes. Presença de hidromorfia menos intensa que o horizonte anterior. Solo compactado e traços de carvão. Matriz amarelada com volumes escuros e coesos.

Horizonte 3: 32-63cm; cor bruno-amarelado (10 YR 5/6); argilo-silto-arenoso; blocos angulares; médio; blocos de 2-3cm; solto; ligeiramente pegajoso; fraco; porosidade fissural e biológica com pouca raízes. Transição abrupta com mudança de cor é bem nítida; Diminuição de hidromorfia e linha de carvão. Atividade biologia menos intensa do que nos horizontes superiores.

Tradagem 63-93cm: cor bruno-amarelado (10 YR 5/6); ligeiramente plástico; ligeiramente pegajoso. Indicações de ser um horizonte A enterrado com provável origem na declividade, evidencia de movimentos de massa que soterraram este horizonte A e pedogênese posterior.

Tradagem 93-103cm: cor bruno (10 YR 4/3); ligeiramente plástico; ligeiramente pegajoso. Atividade biológica de formigas e cupins.

Trincheira 3:

Localização: Baixa Vertente Inclinação: ~ 5º Situação: Plantação de milho
Coordenadas: 7367398 287587. Altitude: 847m

Horizonte 1: 0-20cm; Horizonte A de acumulo de matéria orgânica.

Horizonte 2: 20-42cm; cor preto (10 YR 2/1); "argilosa" (matéria orgânica); maciça; blocos angulares com agregados mais achatados; bem desenvolvida; solto; ligeiramente plástico; ligeiramente pegajoso; transição nítida e interdigitada/difusa; contém muitas raízes. Características principais a cor escura, a friabilidade, a baixa densidade e o enxarcamento; preponderantes sedimentos orgânicos (turfas).

Horizonte 3: 42-66cm; cor preto (5 YR 2.5/1); "argilosa" (turfa); maciça; blocos angulares; bem desenvolvida; solta; ligeiramente plástica; ligeiramente pegajoso; micro-poros tubulares não visíveis; poucas raízes; poucas e finas raízes Cor escura predominante no perfil; a porosidade e atividade biológica diminui com a profundidade e aumenta o enxarcamento do mesmo.

Tradagem 1: 66-100cm; cor preto-acinzentado (2.5 YR 3/1); ligeiramente plástico; ligeiramente pegajoso.

3. Téc. Espec. LaboPed Ms. Marcos Roberto Pinheiro, áreas próximas.

Trincheira 1:

Localização: Topo de morro Inclinação: ~ 5º Característica: Vertente voltada para SE
Situação: Área aberta ao pasto, com gramíneas e plantas diversas Coordenadas: 7367346 287969.
Altitude: 948m

Horizonte 1: 0-9cm; cor bruno (7.5 YR 5/3) ; silto-argilosa; grumosa; ligeiramente plástico; levemente pegajoso; porosidade pequena; presença de raízes; transição plana e abrupta.

Horizonte 2: 9-39cm; cor bruno-escuro (7.5 YR 5/6); silto-argiloso com cascalho; blocos angulares; ligeiramente plástico; pegajoso; porosidade pequena; rara presença de raízes; transição gradual.

Horizonte 3: 39-64cm; cor bruno-escuro (7.5 YR 5/8); argilo-siltosa com cascalho; blocos angulares; ligeiramente plástico e pegajoso, transição difusa; porosidade média; raras raízes.

Horizonte 4: 64-75cm; cor bruno-escuro (7.5 YR 4/6); alterita.

Trincheira 2:

Localização: Média Vertente Inclinação: ~ 15º Situação: Área aberta ao pasto, com gramíneas e plantas diversas Coordenadas: 7367375 287924. Altitude: 945m

Horizonte 1: 0-22cm; cor bruno (7.5 YR 4/4); silto-argilosa; areia fina; grumosa; ligeiramente plástica e pegajosa; porosidade média, comuns e com canais biológicos; raízes freqüentes; transição abrupta.

Horizonte 2: 22-46cm; cor bruno-escuro (7.5 YR 5/6); silto-argiloso; blocos angulares; ligeiramente plástico e pegajoso; porosidade média e pouco frequente; raízes raras e transição ondulada.

Horizonte 3: 46-68cm; cor bruno-escuro (7.5 YR 5/6); argilo-siltosa com presença de areia; blocos; grau de desenvolvimento pequeno, fraco; pegajoso; poros comuns; raízes freqüentes e finas; transição plana e abrupta.

Horizonte 4: 68-86cm; cor bruno-escuro (7.5 YR 4/6); alterita.

Trincheira 3:

Localização: Base da Vertente Inclinação: ~ 5º Situação: Área aberta ao pasto, com gramíneas e plantas diversas Coordenadas: 7367414 287859. Altitude: 930m

Horizonte O: 0-5cm; presença de serapilheira e atividade biológica (minhocas).

Horizonte 1: 0-10cm; cor bruno (7.5 YR 4/4); argilo-siltosa com areia fina; grumosa; bem desenvolvida; ligeiramente plástica; ligeiramente pegajosa; poros médios, muitos; raízes médias e grandes, abundantes; transição plana e abrupta.

Horizonte 2: 10-54; cor bruno-escuro (7.5 YR 4/6); alterita.

Topossequências realizadas pela Profa. Dra. Sidneide Manfredini e o Geogr. Cláudio Eduardo Andreoti na Faz. Morros Verdes como parte dos trabalhos realizados para a dissertação, primeiro semestre de 2011.

Parcela SAF

Trincheira 1

Ponto inferior da vertente, em paralelo com a linha da mesma, coordenadas 0287581, 7366998, altitude 920m. Possui uma cobertura de herbáceas com altura média de 15 cm. Inclinação: ~15º
Na definição dos horizontes apesar da transição ser bastante nítida visualmente foi utilizada também a técnica da auscultação, com a qual se definiram os 3 horizontes descritos abaixo, a Fotografia 2 e o Croqui 1 a seguir foi feita na ocasião da abertura e descrição da trincheira.

1° Horizonte (0 – 30 cm): cor bruno-avermelhada (7,5 YR 4/4); estrutura grumosa, pequenos/médios blocos sub-angulares; bom grau de desenvolvimento; textura argilo-siltosa; transição entre os horizontes se dá de forma nítida; presença de atividade biológica na forma de minhocas.

2° Horizonte (30 – 40 cm): cor vermelho-amarelada (7,5 YR 5/6); estrutura com fraco desenvolvimento em blocos pequenos que se desfazem em grânulos; textura argilosa com presença de silte.

3° Horizonte (+ 40 cm): Veio de quartzito, apresenta seixos irregulares, facetados de 5 a 20 cm. Presença de atividade biológica (formigas pretas) nos interstícios.

Tradagem: Foi realizada uma tradagem sendo encontrado material argiloso de cor vermelho-amarelada (7,5 YR 5/6) e presença de mica.

Trincheira 2

Ponto médio da vertente, em paralelo com a linha da mesma, coordenadas 0287592, 7366979, altitude 928m. Possui uma cobertura de herbáceas com altura média de 25 cm. Inclinação: ~15º

Os horizontes apresentavam transição menos nítida que a Trincheira 1, na sua definição foi utilizada principalmente a técnica da auscultação, com a qual se definiram 3 horizontes descritos abaixo, a Fotografia 3 e Croqui 2 a seguir foi feita na ocasião da abertura e descrição da trincheira.

1° Horizonte (0 – 20 cm): cor bruno-avermelhada (7,5 YR 4/4); estrutura grumosa, pequenos/médios blocos sub-angulares; bom grau de desenvolvimento; textura argilo-siltosa; transição entre os horizontes se dá de forma nítida; presença de atividade biológica na forma de minhocas; foram encontradas raízes vertendo água, indicio de escorrimento lateral de água na vertente.

2° Horizonte (20 – 35 cm): cor vermelho-amarelada (7,5 YR 4/6); estrutura com fraco desenvolvimento em blocos pequenos que se desfazem em grânulos; textura argilosa com presença de silte; presença de fragmentos centimétricos de xisto.

Tradagem 1 (35 - 70cm): cor (7,5 YR 5/6); Presença de xisto fragmentado em graus variados de intemperismo.

Tradagem 2 (70 - 90cm): cor (7,5 YR 4/6); Xisto intemperizado e alterita a partir dos 70 cm de profundidade.

Trincheira 3

Ponto superior, em paralelo com a linha, coordenadas 0287615, 7366973, altitude 935m. Possui uma cobertura de herbáceas com altura média de 17 cm. Inclinação: ~15º
Os horizontes apresentavam transição irregular e difusa e na sua definição também foi utilizada a técnica da auscultação, também se definiram 3 horizontes, descritos abaixo e mostrados na Fotografia 4 e Croqui 3 a seguir.

1° Horizonte (0 – 23 cm): cor bruno-avermelhada clara porém variegada (7,5 YR 5/4); estrutura grumosa, pequenos/médios blocos sub-angulares; bom grau de desenvolvimento porém menos coeso em relação às anteriores; textura argilo-siltosa; transição entre os horizontes se dá de forma nítida; presença de atividade biológica na forma de minhocas.

2° Horizonte (24 – 40 cm): cor vermelho-amarelada (7,5 YR 4/6); estrutura com fraco desenvolvimento em blocos pequenos que se desfazem em grânulos e presença de canais biológicos; textura argilo-siltosa; presença de fragmentos centimétricos de xisto.

3° Horizonte (40 - 60 cm): cor vermelho-amarela (7,5 YR 5/6); estrutura em blocos pequenos e grumos pequenos com presença de canais biológicos, textura argilo-siltosa; presença de cascalhos.

Tradagem: Alterita a partir dos 75 cm de profundidade.

Parcela do Pasto

Trincheira 1

Topo da vertente, coordenadas 287103 / 7367254, altitude de 915m. Possui uma cobertura de herbáceas com altura média de 20 cm. Inclinação: ~15º.
Os horizontes apresentavam transição difusa, na sua definição foi utilizada principalmente a técnica da auscultação, secundariamente se utilizou a técnica da cor, se definiram os três horizontes descritos.

1° horizonte (0-20 cm): cor bruno (7.5 YR 4/4);); estrutura com médio desenvolvimento em blocos pequenos e médios que se desfazem em grânulos; textura argilo-siltosa com presença de silte; transição entre os horizontes se dá de forma difusa; sem evidencia de atividade biológica e acumulo de água.

2° horizonte (20-40 cm): cor bruno-escuro (7.5 YR 4/6); desenvolvimento em blocos médios e pequenos que se desfazem em grânulos; textura argilosa; presença de seixo menores que 5 cm; pequena presença de raízes; sem evidencia de atividade biológica e acumulo de água.
.

3° horizonte (40-80 cm): cor bruno-avermelhado (5 YR 4/4) desenvolvimento em blocos médios e pequenos que se desfazem em grânulos; textura argilosa; presença de seixo de 5 a 10 cm; praticamente sem presença de raízes; sem evidencia de atividade biológica e acumulo de água.

Tradagem 1 (80-110cm): alterita.

TRINCHEIRA 2

Ponto médio da vertente, coordenadas 287125 / 7367238, altitude de 898m. Possui uma cobertura de herbáceas com altura média de 25 cm. Inclinação: ~15º.
Os horizontes apresentavam transição mais nítida que a da Trincheira 1, e na sua definição foi utilizada principalmente a técnica da cor, sendo bem evidentes a variação, secundariamente se utilizou a técnica de auscultação, com a qual se definiram os três horizontes descritos.

1° horizonte (0-20 cm): cor bruno-amarelada (5 YR 4/4);); estrutura com fraco desenvolvimento em blocos pequenos que se desfazem em grânulos; textura argilo-siltosa com presença de silte; transição entre os horizontes se dá de forma nítida; sem evidencia de atividade biológica e acumulo de água.

2° horizonte (20-27 cm): cor preta (5 YR 2.5/1); desenvolvimento em blocos médios e pequenos que se desfazem em grânulos; indícios de carvão; sem evidencia de atividade biológica e acumulo de água.

3° horizonte (27-80 cm): cor amarelo-clara (10 YR 5/6) estrutura maciça e adensada; pegajosidade; textura argilosa; pequena presença de raízes; sem evidencia de atividade biológica e acumulo de água.

Tradagem 1 (110-130cm): cor amarelo-clara (10 YR 5/6); estrutura maciça e adensada; pegajosa, mais consistente que a anterior; textura argilosa; fácil penetração do trado.

TRINCHEIRA 3

Base da vertente, coordenadas 23K 0287144, 7367220, altitude de 895m. Possui uma cobertura de herbáceas com altura média de 20 cm. Inclinação: ~5º
Os horizontes apresentavam transição difusa, na sua definição foi utilizada principalmente a técnica da auscultação, secundariamente se utilizou a técnica da cor onde se definiram os três horizontes descritos. Pouca quantidade de raízes para uma cobertura de gramíneas, sistema radicular concentrado nos primeiros 20 cm, aparente resistência ao seu desenvolvimento.

1° horizonte (0-20 cm): cor bruno(10 YR 3/3);); estrutura maciça, adensada desenvolvimento em blocos pequenos que se desfazem em grânulos; textura argilo-siltosa com presença de silte; transição entre os horizontes se dá de forma difusa; grande presença de raízes; sem evidencia de atividade biológica e acumulo de água.

2° horizonte (20-50 cm): cor bruno-amarelado escuro(10 YR 3/4); estrutura coluvial, desenvolvimento em blocos laminares; textura argilosa; transição entre os horizontes se dá de forma difusa; pouca presença de raízes; sem evidencia de atividade biológica e acumulo de água.

3° horizonte (50-80 cm): cor bruno-escuro (10 YR 2/2), turfa, bem estruturada, grumosa, desenvolvimento em blocos médios que se desfazem em grânulos; pequena presença de raízes; sem evidencia de atividade biológica e acumulo de água.

Tradagem 1 (80-100cm): alterita com indícios de hidromorfia.

Parcela da Mata

Trincheira 1

Topo da vertente, coordenadas 23K 0287418 /7366962, altitude de 935m. Possui uma cobertura de mata

secundaria, serapilheira média 8 cm. Inclinação: ~10º.
Os horizontes apresentavam transição difusa, ondulada e na sua definição foi utilizada a técnica da auscultação, secundariamente se utilizou a técnica da cor, onde se definiram dois horizontes. Presença de linhas de quartzito sub horizontais que provavelmente dificultam o desenvolvimento do solo em profundidade.

1° horizonte (0-35 cm): cor bruno-amarelada (7.5 YR 4/4); estrutura grumosa de blocos pequenos e fracos que se desfazem em grânulos e grãos de areia lavada; textura média aparentemente arenosa; transição entre os horizontes se dá de forma difusa, ondulada e irregular; matéria orgânica em superfície sobre o horizonte na forma de serapilheira com 8 cm em média; presença de raízes; sem evidencia de atividade biológica e acumulo de água.

2° horizonte (35-50 cm): cor bruno-amarelada clara (7.5 YR 4/6); estrutura grumosa semelhante ao anterior porém de blocos pequenos a médios, subangulares formados por coalescencia; textura média aparentemente arenosa; menor presença de raízes que o anterior; sem evidencia de atividade biológica e acumulo de água.

Tradagem 1 (50-80 cm): cor bruno-amarelada (5 YR 4/4); horizonte BC, presença de seixos de quartzito.

Tradagem 2 (80-90cm): cor variegada, roxa amarelada, com maior presença de cascalho do que na tradagem anterior.

Tradagem 3 (90-100cm): cor variegada, roxa amarelada, presença de cascalho, sem evidencia de acumulo de água, sem presença de raízes evidenciando possível impedimento químico.

TRINCHEIRA 2

Topo da vertente, coordenadas 23K 0287428 /7367011, altitude de 945m. Possui uma cobertura de mata secundaria, serapilheira média 20 cm. Inclinação: ~10º.
Os horizontes apresentavam transição difusa, ondulada e na sua definição foi utilizada a técnica da auscultação, secundariamente se utilizou a técnica da cor, onde se definiram dois horizontes. Acumulo de raízes de diâmetro de 1 a 2 cm na área de contato entre a serapilheira e o horizonte A e no contato entre os horizontes A e B.

1° horizonte (0-20 cm): cor bruno-amarelada (7.5 YR 4/4); estrutura grumosa de blocos pequenos e fracos que se desfazem em grânulos; textura média aparentemente mais arenosa que a trincheira 1; transição entre os horizontes se dá de forma difusa, ondulada e irregular; matéria orgânica em superfície sobre o horizonte na forma de serapilheira com 20 cm em média; presença de raízes maior que na trincheira anterior; sem evidencia de atividade biológica e acumulo de água.

2° horizonte (20-50 cm): cor bruno-amarelada clara (7.5 YR 4/6); estrutura grumosa mais desenvolvida que o anterior, blocos pequenos a médios, subangulares formados por coalescencia; textura média, aparentemente arenosa; menor presença de raízes que o anterior; sem evidencia de atividade biológica e acumulo de água.

Tradagem 1 (50-70 cm): cor bruno-amarelada (5 YR 4/4); horizonte BC, alterita com material pedogenizado.

Tradagem 2 (70-90cm): cor variegada, mica e xisto alternados e sem evidencias de acumulo de água.

TRINCHEIRA 3

Topo da vertente, coordenadas 23K 0287445 /7367035, altitude de 949m. Possui uma cobertura de mata secundaria, serapilheira média 20 cm. Inclinação: ~10º.
Os horizontes apresentavam transição difusa porém mais nítida que os anteriores, ondulada e na sua definição foi utilizada a técnica da auscultação, secundariamente se utilizou a técnica da cor, onde se definiram dois horizontes. Acumulo de raízes na área de contato entre a serapilheira e o horizonte A.

1° horizonte (0-20 cm): cor bruno-acinzentado (7.5 YR 4/4); estrutura grumosa de blocos pequenos e médios, subangulares que se desfazem em grumos; textura média aparentemente mais arenosa que a trincheira 1; transição entre os horizontes se dá de forma difusa, ondulada e irregular; matéria orgânica em superfície sobre o horizonte na forma de serapilheira com 12 cm em média; presença de raízes maior que na trincheira anterior; sem evidencia de atividade biológica e acumulo de água.

2° horizonte (20-50 cm): cor bruno-amarelo (7.5 YR 4/6); estrutura grumosa mais fraca que o anterior, blocos médios, subangulares fracos; textura média; presença de seixos de xisto alteradova partir dos 30 cm; menor presença de raízes que o anterior; sem evidencia de atividade biológica e acumulo de água.

Tradagem 1 (50-70 cm): alterita com material pedogenizado.

Imagem da área

Nesta imagem estão delimitadas as parcelas e os pontos da abertura das trincheiras nas topossequências realizadas.

- Os Pontos identificados como Tr1 Sid, Tr2 e Tr3 identificam a topossequência realizada pela profa. Sidneide Manfredini com a turma de Análise de Solos, os pontos Tr1 Sonia, Tr2S e Tr3S da mesma turma sob supervisão da profa. Sonia Furlan e os pontos Tr1 Marcos, Tr2M e Tr3M foram realizados sob orientação do Téc. Esp. Marcos Pinheiro.

- Todos os pontos M, S e P representam as topossequências realizadas pelo autor em conjunto com a profa. Sidneide Manfredini.

– O ponto P EMA representa o local onde foram instalados os registradores de temperatura e o pluviômetro.

ANEXO B - Granulometria das parcelas.

Todos os valores são em gramas de peso, o peso total de cada amostra analisada foi de 50g.

a. SAF

		Granulometria 1			Granulometria Repetição		
		Areia	Silte	Argila	Areia	Silte	Argila
Trinch. 1	H1	27,91	9,01	9,73	29,79	9,34	10,19
	H2	26,61	7,45	12,88	27,07	7,38	13,66
	Td40-60	34,06	7,38	5,98	34,58	7,88	5,97
	Td60-70	34,45	7,10	4,54	36,95	6,72	4,45
Trinch. 2	T2H1	28,30	10,06	8,36	29,49	10,08	8,72
	T2H2	27,13	8,39	13,99	28,14	8,00	13,45
	Td -70	33,23	6,43	8,36	33,78	6,16	8,15
Trinch. 3	T3H1	29,81	9,77	8,89	29,33	9,96	9,01
	T3H2	27,80	8,77	12,26	26,63	8,63	12,77
	T3H3	24,66	7,53	16,36	24,35	7,32	16,80
	Td60-80	24,23	7,33	17,07	24,57	7,70	16,95
	Td80-100	26,75	7,74	14,45	26,93	7,92	14,76

Profundidades: H1 – 0 a 20 cm, H2 de 20 a 40 cm, Td - tradagens

TRINCHEIRA 1: Ponto inferior da vertente. Coordenadas 0287581, 7366998, altitude 920m.
TRINCHEIRA 2: Ponto médio da vertente. Coordenadas 0287592, 7366979, altitude 923m.
TRINCHEIRA 3: Ponto superior da vertente. Coordenadas 0287615, 7366973, altitude 931m.

b. Mata

		Granulometria 1			Granulometria Repetição		
		Areia	Silte	Argila	Areia	Silte	Argila
Trinch. 1	MT1H1	34,33	6,19	6,56	34,82	6,38	6,91
	MT1H2	29,45	7,54	11,84	29,31	7,48	11,47
Trinch. 2	MT2h1	32,86	7,79	7,36	29,75	7,72	7,11
	MT2h2	28,37	7,95	12,82	27,18	8,16	13,14
Trinch. 3	MT3H1	34,44	6,35	7,58	32,71	6,91	7,45
	MT3H2	27,81	7,41	13,87	27,65	7,81	13,81

Profundidades: H1 – 0 a 20 cm, H2 de 20 a 40 cm

Profundidades: H1 – 0 a 20 cm, H2 de 20 a 40 cm

Trincheira 1: Topo da vertente. Coordenadas 0287418 /7366962, altitude de 935m.
Trincheira 2: Topo da vertente. Coordenadas 0287428 /7367011, altitude de 945m.
Trincheira 3: Topo da vertente. Coordenadas 0287445 /7367035, altitude de 949m.

c. Pasto

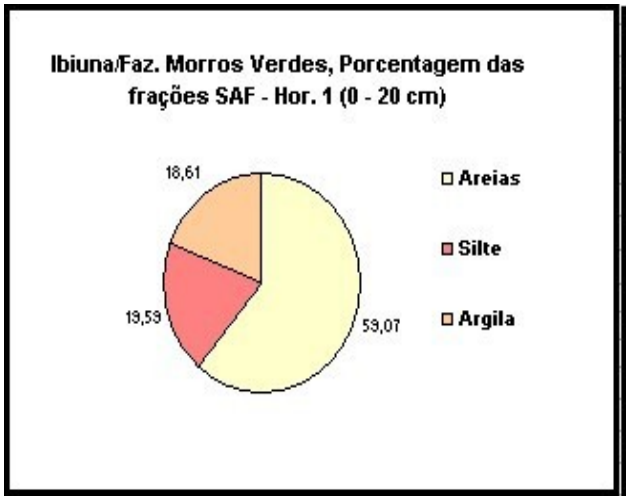
		Granulometria 1			Granulometria Repetição		
		Areia	Silte	Argila	Areia	Silte	Argila
Trinch. 1	PT1H1	35,77	7,29	4,91	32,88	7,33	7,75
	PT1H2	27,31	7,46	13,45	26,26	7,80	14,31
	PT1H3	24,34	7,43	16,28	24,39	6,99	16,84
Trinch. 2	PT2H1	32,28	7,57	7,66	32,58	7,49	8,01
	PT2H2	32,85	7,25	7,16	29,11	7,90	7,69
	PT2H3	28,75	5,87	14,26	28,53	5,99	14,32
Trinch. 3	PT3H1	30,71	6,54	10,92	30,28	6,86	11,73
	PT3H2	26,93	7,49	14,38	26,83	6,92	15,16
	PT3H3	26,45	6,91	12,65	27,44	6,95	13,55

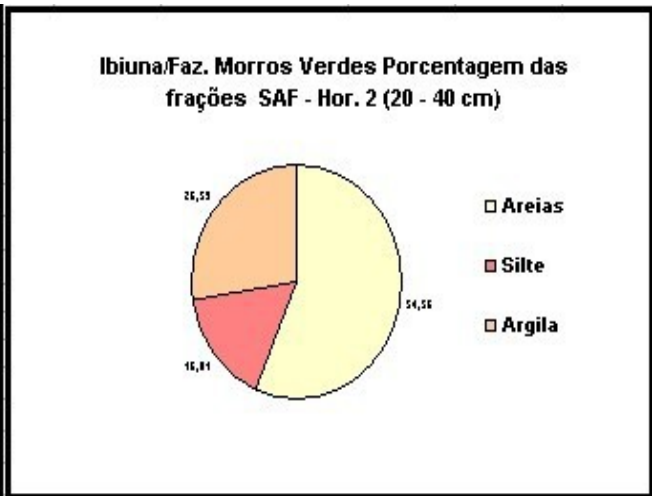
Profundidades: H1 – 0 a 20 cm, H2 de 20 a 40 cm, H3 – 40 a 80 cm

Trincheira 1: Ponto inf. da vertente. Coordenadas 0287195, 7367277, altitude de 895m.
Trincheira 2:: Ponto méd. da vertente. Coordenadas 23.79195 S / 47.08925 W, altit. 898m.
Trincheira 3: Topo da vertente. Coordenadas 23.79185 S / 47.08935 W, altitude de 920m.

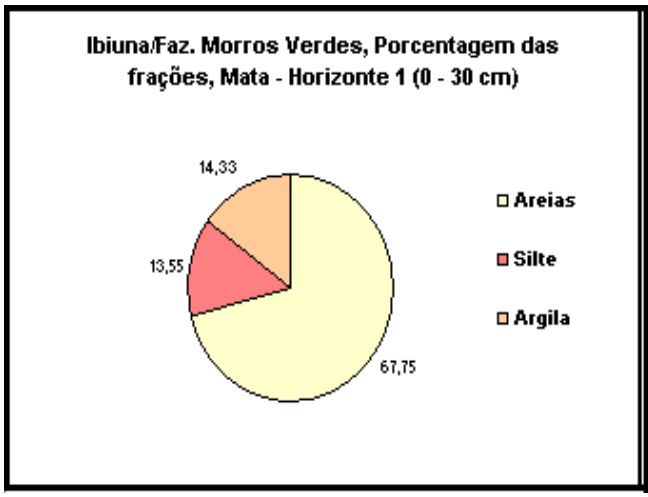
d. Gráficos: granulométria média das parcelas.

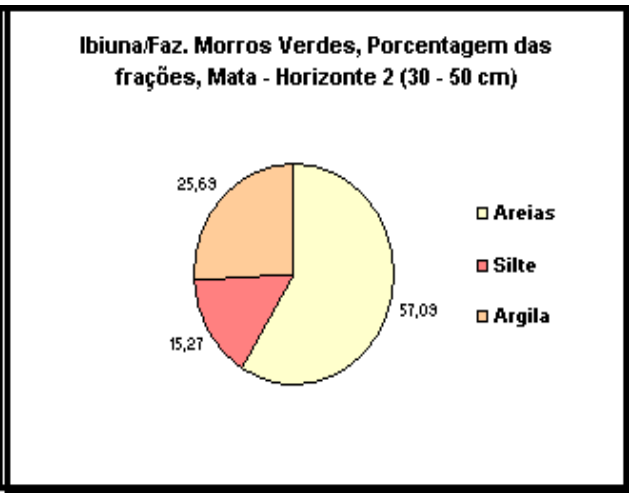
SAF



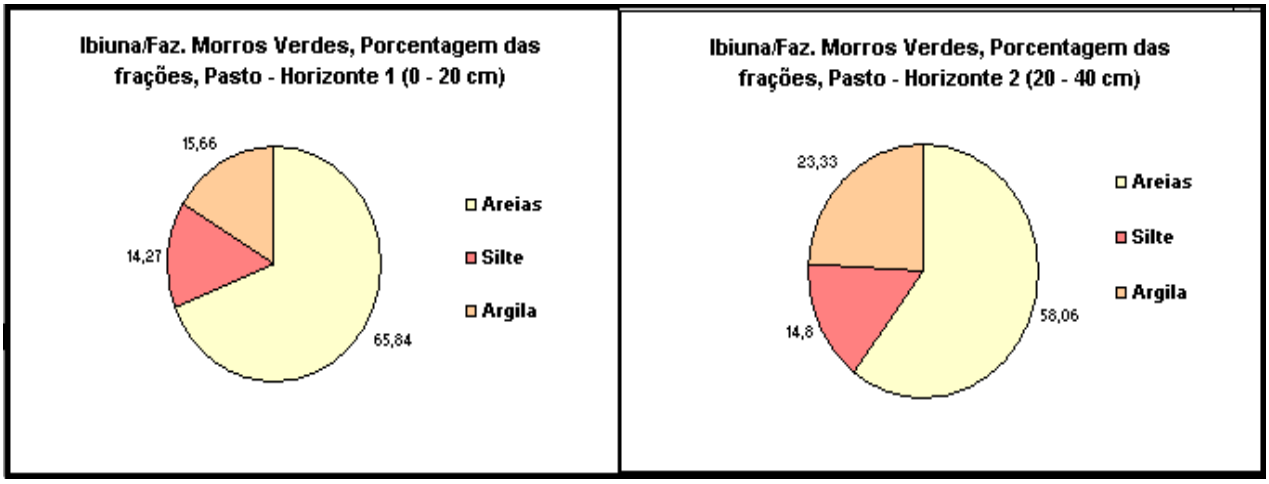


Mata





Pasto


Ibiuna/Faz. Morros Verdes, Porcentagem das frações, Pasto - Horizonte 1 (0 - 20 cm)
15,66
14,27
65,84
Areias
Silte
Argila
Ibiuna/Faz. Morros Verdes, Porcentagem das frações, Pasto - Horizonte 2 (20 - 40 cm)
23,33
14,8
58,06
Areias
Silte
Argila

ANEXO C - Resumos dos boletins Infoclima, CPTEC/INPE[24]

Ano 18, 22 de novembro de 2011, Número 11

PREVISÃO DE CHUVAS ACIMA DA NORMAL PARA O NORTE DO BRASIL

A previsão de consenso para o verão 2011/2012 foi baseada principalmente na evolução do fenômeno La Niña na região do Pacífico Equatorial, embora os sinais das condições oceânicas e atmosféricas estejam menos intensos quando comparados à situação observada durante o episódio de La Niña que ocorreu entre o final de 2010 e o início de 2011. Para o setor central do Brasil, onde se iniciou a temporada de chuvas, a previsão indica comportamento típico de verão.

Sumário

O período chuvoso teve início durante a segunda quinzena de outubro na maior parte do setor central do País, com a configuração de regiões de convergência de umidade entre o sul da Região Norte e as áreas oceânicas adjacentes ao sudeste do Brasil. As chuvas excederam as normais climatológicas especialmente no norte do Mato Grosso e sul do Pará, no leste e sul de Goiás e na fronteira entre o sul de São Paulo e o Paraná. Os totais mensais de precipitação também excederam a climatologia em grande parte das Regiões Nordeste e Sul do Brasil. A exceção ocorreu na maior parte do Amazonas, no Acre e em Rondônia, onde os acumulados mensais de precipitação ficaram abaixo dos valores médios históricos. No final de outubro, a incursão de uma intensa massa de ar frio declinou as temperaturas no centro-sul do Brasil.

As anomalias da temperatura das águas superficiais do Pacífico Equatorial tornaram-se mais negativas no decorrer de outubro, indicando resfriamento e manutenção da condição de La Niña, porém os ventos próximos à superfície, a oeste e em torno da Linha Internacional de Data, estiveram menos intensos quando comparados a setembro passado. Esta mudança no padrão das anomalias dos ventos de leste, por sua vez, sobre a região equatorial do Pacífico, pode ter contribuído para a acentuada diminuição da atividade convectiva na região da Indonésia, o que descaracteriza o padrão canônico associado à condição de La Niña. No Oceano Atlântico Tropical, persistiram anomalias positivas da temperatura da superfície do mar próximo à costa norte da América do Sul.

A previsão climática de consenso para o trimestre que inicia em dezembro de 2011 e termina em fevereiro de 2012 (DJF/2012) indica maior probabilidade (45%) das chuvas ocorrerem na categoria acima da normal climatológica nos setores central e norte da Região Norte e no norte do Maranhão. No norte do Nordeste, a previsão de consenso indica probabilidade de 40% das chuvas ocorrerem na categoria normal e probabilidade de 35% de ocorrerem na categoria acima da faixa normal. Para o sul da Região Sul, persiste a maior probabilidade (75%) das chuvas situarem-se entre as categorias normal e abaixo da normal climatológica. Na grande área central do Brasil, que inclui as Regiões Sudeste e Centro-Oeste e parte da Região Nordeste, a previsão aponta para o padrão climatológico, ou seja, igual probabilidade de chuvas para as três categorias (abaixo, normal e acima da normal climatológica). Nestas regiões, podem ocorrer condições de excesso de chuva em áreas isoladas, em função da atuação de sistemas convectivos locais e possível influência da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). As temperaturas continuam sendo previstas dentro da normalidade durante o próximo trimestre em todo o País.

24 Fonte: , acesso em 27 de Março de 2012.

Ano 18, 16 dezembro de 2011, Número 12

FENÔMENO LA NIÑA CONTINUA FAVORÁVEL ÀS CHUVAS NO NORTE DO BRASIL

As anomalias da temperatura das águas superficiais do Pacífico Equatorial tornaram-se mais negativas no decorrer de outubro, indicando resfriamento e manutenção da condição de La Niña, porém os ventos próximos à superfície, a oeste e em torno da Linha Internacional de Data, estiveram menos intensos. Segundo a maioria dos modelos de previsão climática, condições de La Niña devem persistir na faixa equatorial do Pacífico até o início de 2012.

Sumário

A atuação de episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e a formação de vórtices ciclônicos nos altos níveis da atmosfera contribuíram para um padrão de chuvas acima da normal climatológica nos setores central e norte do Brasil. Por outro lado, persistiram condições de chuvas abaixo do esperado no Amazonas, Acre e Rondônia. Estas chuvas abaixo da normalidade também se estenderam sobre grande parte das Regiões Centro-Oeste e Sudeste e em praticamente toda a Região Sul do Brasil. Contudo, a atividade frontal, que foi maior no início e meados de novembro, contribuiu para a ocorrência de temporais seguidos por queda de granizo e ventos fortes em cidades da Região Sul e no interior de São Paulo. As massas de ar frio que atuaram na retaguarda destes sistemas também causaram declínio das temperaturas na maior parte do Brasil.

No Pacífico Equatorial, persistem anomalias negativas de Temperatura da Superfície do Mar (TSM), indicativas da manifestação do fenômeno La Niña. Características típicas deste fenômeno climático também foram observadas nos campos de vento em baixos e altos níveis da atmosfera e de radiação de onda longa emergente no topo da atmosfera sobre o setor oeste do Pacífico. No Oceano Atlântico, destacou-se o aumento de uma área com anomalias negativas de TSM ao longo da costa das Regiões Sul e Sudeste do Brasil.

A previsão climática para o trimestre janeiro a março de 2012 (JFM/2012) continua apontando maior probabilidade de ocorrência de chuva na categoria acima da normal climatológica no norte da Região Norte. Para o norte da Região Nordeste, a maior probabilidade é de chuvas entre as categorias normal e acima da normal climatológica (75% de probabilidade). Apenas no centro-sul do Rio Grande do Sul, as chuvas devem se situar entre as faixas normal (40% de probabilidade) e abaixo da normal (35% de probabilidade). Nas demais áreas do País, a previsão indica comportamento climatológico, com igual probabilidade de chuvas para as três categorias (abaixo, normal e acima da normal climatológica). Contudo, não se descartam condições de excesso de chuva em áreas das Regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste sob influência do sistema conhecido como Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e associadas a sistemas convectivos locais. As temperaturas continuam sendo previstas dentro da normalidade no decorrer deste trimestre na maior parte do Brasil, com possibilidade de valores ligeiramente abaixo da normal nas áreas onde a previsão de consenso indica possibilidade de chuvas acima da normal.

Ano 19, 23 de janeiro de 2012, Número 1

PREVISÃO DE CHUVAS ABAIXO DA NORMAL NO NORDESTE E ACIMA DA NORMAL NO NORTE DO BRASIL

A maioria dos modelos aponta para uma condição de chuva abaixo da normal climatológica no Nordeste, em parte explicada pela situação desfavorável das anomalias da temperatura da superfície do mar nas regiões do Atlântico Norte e Sul. Por outro lado, a atual condição de La Niña, assim como a influência de oscilações intrassazonais, poderá predominar em relação a esta situação desfavorável no decorrer do próximo trimestre, especialmente para o norte da Região Norte do Brasil, onde a previsão indica condições de chuva acima da normal climatológica.

Sumário

A atuação de vários episódios da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) foi o principal mecanismo responsável pela ocorrência de chuva acima da normal climatológica em grande parte de Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo. Estes sistemas atuaram em conjunto com os vórtices ciclônicos na alta troposfera, que, por sua vez, ora favoreceram ora inibiram as chuvas na maior parte da Região Nordeste. A ocorrência de condições de bloqueio no escoamento atmosférico extratropical, que favoreceu o posicionamento dos eventos de ZCAS sobre o setor central do Brasil, também explicou a escassez de chuva na maior parte da Região Sul, onde persistiu a situação de estiagem observada desde novembro de 2011. No Rio Grande do Sul, vários municípios decretaram situação de emergência devido à falta de chuva.

O fenômeno La Niña atingiu sua fase madura na região equatorial do Pacífico, onde persistem anomalias negativas de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) inferiores a -2ºC. O Índice de Oscilação Sul (IOS), obtido a partir da diferença de pressão entre duas regiões do Pacífico, Darwin e Thaiti, também atingiu seu maior valor positivo desde o verão passado, quando a La Niña de 2011 estava em sua fase mais ativa. No Oceano Atlântico, destacou-se o surgimento da área com anomalias negativas de TSM ao longo da faixa equatorial e a persistência de águas anomalamente aquecidas próximo à costa norte da América do Sul. Este padrão costuma ser desfavorável à ocorrência de chuvas acima da normal no norte da Região Nordeste do Brasil.

A previsão climática para o trimestre fevereiro a abril de 2012 (FMA/2012) indica maior probabilidade de chuva entre as categorias normal e abaixo da normal climatológica (75% de probabilidade) para o norte da Região Nordeste. Para o centro-norte da Região Norte, persiste a maior probabilidade (40%) de ocorrência de chuva na categoria acima da normal climatológica. Para o centro-oeste do Rio Grande do Sul e para o oeste de Santa Catarina, a previsão indica maior probabilidade de chuva na categoria abaixo da normal (40% de probabilidade). Na faixa leste da Região Sul, a previsão de consenso aponta para chuva variando entre as categorias normal a ligeiramente acima da normal climatológica. Nas demais áreas, a previsão é de chuva dentro da normalidade, com igual probabilidade para as três categorias (acima, normal e abaixo da normal climatológica). Excessos de precipitação podem ocorrer na primeira metade do trimestre sobre as Regiões Centro-Oeste, Sudeste e sul da Região Nordeste em função da manifestação de eventos convectivos locais e episódios da Zona de Convergência do Atlântico Sul. As temperaturas continuam sendo previstas dentro da normalidade no decorrer deste trimestre na maior parte do Brasil, ressaltando-se o declínio climatológico da temperatura no centro-sul do Brasil e a possibilidade de incursões de massas de ar frio na Região Sul e no leste da Região Sudeste, em alguns períodos, no final deste trimestre.

Ano 19, 23 de fevereiro de 2012, Número 2

DECLÍNIO DO FENÔMENO LA NIÑA OCORRERÁ DURANTE O OUTONO DE 2012

Os modelos de previsão climática sinalizam a transição do atual fenômeno La Niña para condições de neutralidade na bacia do Pacífico Equatorial em meados de 2012. Na região do Atlântico Tropical Sul, as águas superficiais mais frias que o normal podem comprometer a migração para sul da ZCIT, principal mecanismo responsável pela qualidade do período chuvoso no norte da Região Nordeste.

Sumário

A configuração de regiões de convergência de umidade no início de janeiro de 2012 e a influência de oscilações intrassazonais contribuíram para o excesso de chuvas e grandes transtornos à população de Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo. As chuvas também ocorreram acima do esperado em grande parte da Região Norte, elevando o nível de alguns dos principais rios e causando inundações. No noroeste do Amazonas e o no extremo norte do Amapá, os totais mensais de chuva excederam a média histórica em até 300 mm. Por outro lado, continuou chovendo abaixo da média na maior parte da Região Nordeste, com exceção de

algumas áreas no setor leste, onde a atuação de vórtices em altos níveis da atmosfera favoreceu o aumento das chuvas.

As atuais condições do oceano e da atmosfera na região equatorial do Pacífico Leste indicaram temperaturas superficiais em torno da normalidade, embora as águas nas camadas mais profundas deste setor do Pacífico ainda estejam com valores de temperatura mais que 3°C abaixo da climatologia. Na região do Pacífico Oeste, os alísios continuam mais intensos que o normal, porém a magnitude das anomalias diminuiu comparativamente ao mês anterior. Já no Atlântico Tropical Sul, as águas superficiais mais frias que o normal podem contribuir para que a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) atue ao norte de sua posição climatológica durante o período mais chuvoso para o setor norte do Nordeste, que corresponde ao meses de março a maio.

previsão climática para o trimestre março a maio de 2012 (MAM/2012) continua apontando para uma maior probabilidade (40%) das chuvas ocorrerem na categoria acima da normal climatológica nos setores central e norte da Região Norte. Esta previsão foi baseada principalmente no gradual enfraquecimento do fenômeno La Niña no decorrer deste trimestre. Também foi mantida a previsão de consenso que indica maior probabilidade (75%) das chuvas ocorrerem entre as categorias normal e abaixo da normal climatológica no norte da Região Nordeste. Para as demais áreas do Nordeste e na grande área central do Brasil, que inclui as Regiões Sudeste e Centro-Oeste, a previsão indica o padrão climatológico, ou seja, igual probabilidade de chuvas para as três categorias. Nestas regiões, ainda podem ocorrer condições de excesso de chuva no início deste trimestre, em função da atuação de sistemas convectivos locais, da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e de uma possível influência de sinais de oscilações intrassazonais favoráveis ao aumento das chuvas. No oeste da Região Sul, ainda persiste maior probabilidade das chuvas ocorrerem nas categorias normal e abaixo da normal climatológica no decorrer deste trimestre. As temperaturas continuam sendo previstas dentro da normalidade para MAM/2012 em todo o País, ressaltando-se as incursões de massas de ar frio esperadas para o final deste trimestre.

Ano 19, 22 março de 2012, Número 3

VERÃO TERMINA COM OCORRÊNCIA DE CHUVAS ABAIXO DA NORMAL NA MAIOR PARTE DO BRASIL

As chuvas abaixo da normal climatológica na maior parte do Brasil, especialmente na primeira quinzena de fevereiro e no início de março, marcaram o término do verão 2011/2012. A exceção ocorreu nos setores norte e oeste da Região Norte, onde choveu acima da normal climatológica. Outro destaque foi o surgimento de águas superficiais mais quentes que o normal no setor leste do Pacífico Equatorial, como resultado do enfraquecimento gradual do fenômeno La Niña.

Sumário

A predominância da situação de estiagem na grande área central do Brasil, especialmente no decorrer da primeira quinzena de fevereiro, foi associada ao deslocamento para oeste dos vórtices ciclônicos nos altos níveis da atmosfera (efeito local) e a condições de bloqueio no escoamento atmosférico nos oceanos Pacífico e Atlântico Sul (efeito remoto). A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) atuou ao norte de sua posição climatológica no início de fevereiro, explicando parte do déficit pluviométrico observado no setor norte das Região Nordeste, que se encontra no seu período climatológico para a ocorrência de chuvas.

Anomalias positivas da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) no setor leste do Pacífico Equatorial confirmam o enfraquecimento do fenômeno La Niña, cujo término está previsto para meados de 2012. Estas anomalias também estiveram associadas ao enfraquecimento dos ventos alísios próximos á costa oeste da América do Sul. É importante mencionar que o sinal desfavorável da Oscilação Madden-Julian (OMJ), notado entre final de fevereiro e início de março, também contribuiu para a escassez de chuva na maior parte das Regiões Nordeste e Sudeste do Brasil.

O resultado da maioria dos modelos de previsão climática continuou mostrando chuvas na categoria abaixo da normal na maior parte do Nordeste do Brasil. Contudo, a grande variabilidade temporal nas condições oceânicas da região do Atlântico Tropical aumentou o grau de incerteza dos prognósticos de chuva para o trimestre que inicia em abril e termina em junho de 2012 (AMJ/2012). Por esta razão, a previsão climática de consenso para o trimestre abril a junho de 2012 (AMJ/2012) indicou maior probabilidade de chuvas na categoria normal a abaixo da normal climatológica (75%) tanto para o norte do Nordeste como para o oeste da Região Sul do Brasil e variando de normal a ligeiramente acima da faixa normal (75%) para o extremo norte da Região Norte do Brasil. No leste da Região Nordeste, onde o principal período chuvoso iniciará no próximo mês de abril, a previsão aponta para uma maior probabilidade (45%) de ocorrência de chuvas na categoria normal. Na grande área central, que inclui parte as Regiões Norte e Nordeste, o Sudeste e o Centro-Oeste do Brasil, fica mantido o padrão climatológico, ou seja, igual probabilidade de chuva para as três categorias (abaixo, normal e acima da normal climatológica). Durante o trimestre AMJ/2012, as temperaturas estão sendo previstas entre as categorias normal a ligeiramente abaixo da faixa normal no centro-sul do País, onde as incursões de massas de ar frio podem causar acentuado declínio das temperaturas em alguns períodos. Nos setores norte e nordeste do Brasil, são previstas temperaturas dentro da faixa normal.

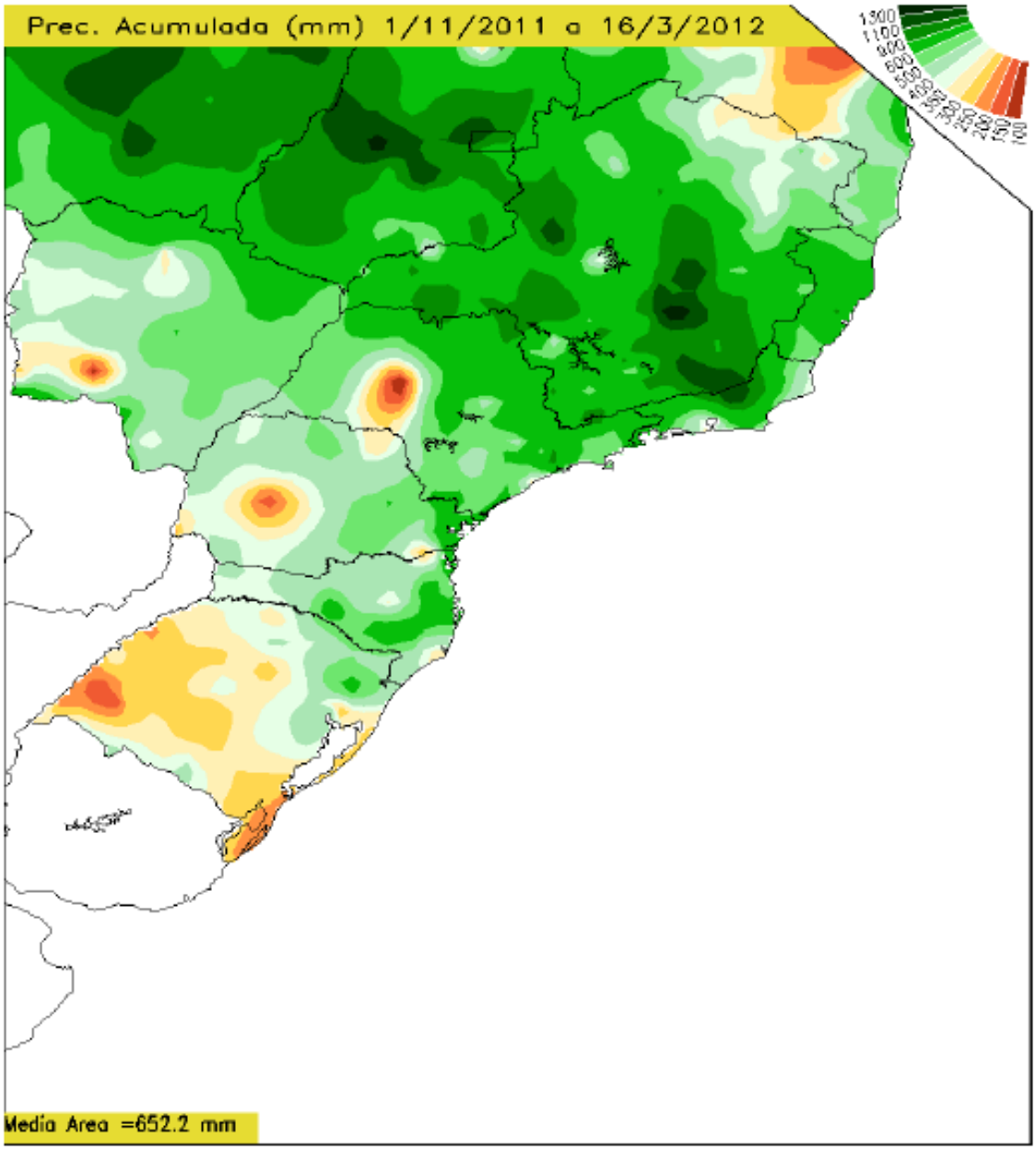


Figura 1 - Precipitação acumulada entre 01/11/2011 e 16/03/2012[25]

25 Mapa elaborado em: , acesso em 27 de Março de 2012