

Aspectos Geoambientais da Eucaliptocultura no Vale do Paraíba Paulista



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Meio Ambiente
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

DOCUMENTOS 118

Aspectos Geoambientais da Eucaliptocultura
no Vale do Paraíba Paulista

*Marco Antonio Ferreira Gomes
Lauro Charlet Pereira
Anderson Soares Pereira
Ricardo Antonio Almeida Pazianotto*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Meio Ambiente
Rodovia SP-340, Km 127,5, Tanquinho Velho
Caixa Postal 69, CEP: 13918-110, Jaguariúna, SP
Fone: +55 (19) 3311-2610
Fax: +55 (19) 3311-2640
www.embrapa.br/meio-ambiente/
SAC: www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Meio Ambiente

Presidente
Ana Paula Contador Packer

Secretário-Executivo
Cristina Tiemi Shoyama

Membros
*Rodrigo Mendes, Ricardo A. A. Pazianotto, Maria
Cristina Tordin, Daniel Terao, Victor Paulo Marques
Simão, Joel Leandro de Queiroga, Vera Lucia
Ferracini, Marco Antonio Gomes*

Revisão de texto
Nilce Chaves Gattaz

Normalização bibliográfica
Maria de Cléofas Faggion Alencar, CRB-8/1658

Tratamento das ilustrações
Silvana Cristina Teixeira

Projeto gráfico
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Silvana Cristina Teixeira

Foto da capa
Lauro Charlet Pereira

1ª edição eletrônica (2019)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Meio Ambiente

Gomes, Marco Antonio Ferreira

Aspectos geoambientais da eucaliptocultura no Vale do Paraíba Paulista /
Marco Antonio Ferreira Gomes, Lauro Charlet Pereira, Anderson Soares Pereira,
Ricardo Antonio Almeida Pazianotto. – Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente,
2019.

28 p. il. – (Documentos / Embrapa Meio Ambiente, ISSN 1516-4961; 118).

1. Eucalipto 2. Eucaliptocultura 3. Aspectos geoambientais I. Pereira, Lauro
Charlet. II. Pereira, Anderson Soares. III. Pazianotto, Ricardo Antonio Almeida.

CDD (21.ed.) 634.97342

© Embrapa, 2019

Autores

Marco Antonio Ferreira Gomes

Geólogo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP.

Lauro Charlet Pereira

Engenheiro-agrônomo, doutor em Planejamento e Desenvolvimento Rural Sustentável, pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP.

Anderson Soares Pereira

Engenheiro-agrônomo, doutor em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP.

Ricardo Antonio Almeida Pazianotto

Matemático, mestre em Biofísica Molecular, analista da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP.

Apresentação

A cultura do eucalipto faz parte da economia da região do Vale do Paraíba, no estado de São Paulo, desde a década de 60. O presente trabalho faz um relato dos aspectos físico-morfológicos e climáticos, denominados nesta publicação de geoambientais, contextualizando-os no cenário da região.

A observação e a análise da presença do eucalipto no Vale do Paraíba são apresentadas em duas escalas (macro e micro). Na primeira escala, de caráter mais abrangente, são descritas as relações da cultura do eucalipto com o meio físico (paisagem), bem como sua grande importância no desenvolvimento regional. Na escala micro, ou local, é dada ênfase à relação do eucalipto com os componentes ambientais, cuja avaliação experimental em uma microbacia, envolvendo os compartimentos solo e água, evidenciou baixo impacto no ambiente, quando comparado às coberturas de mata nativa e de pastagem, em relação à degradação do solo. Tal resultado foi comprovado pelo baixo transporte de sedimentos e pelo baixo volume de água escoada a partir dos solos cultivados com eucalipto, condição que evidencia taxas de erosão bastante reduzidas em toda a área da microbacia.

Assim, a eucaliptocultura, apesar de muitas controvérsias quanto ao seu impacto no ambiente, não pode ser rotulada como causadora de grandes desequilíbrios ambientais, especialmente na perda de solo por processos erosivos. O exemplo clássico é o Vale do Paraíba Paulista, com seis décadas de cultivo do eucalipto, sem que se tenha evidenciado, tecnicamente, desequilíbrios decorrentes de sua presença, seja regionalmente ou localmente.

No entanto, uma avaliação contínua, acompanhada por um monitoramento de médio e longo prazos dos principais compartimentos ambientais é essencial para a geração de uma base de informações com registros mais longos, o que auxiliará em avaliações mais precisas dos impactos e benefícios da cultura.

Marcelo Boechat Morandi
Chefe-geral da Embrapa Meio Ambiente

Sumário

Introdução.....	7
Aspectos Geoambientais.....	8
Geologia	8
Solos.....	10
Argissolo Vermelho-Amarelo Aluminico (PVAa) e Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico – (PVAd).....	10
Cambissolo Háptico (CX) e Cambissolo Húmico Alumínico (CH)	11
Gleissolos Melânicos Eutróficos (GMe).....	11
Latossolo Amarelo Eutrófico (LAE).....	11
Latossolo Vermelho-Amarelo Eutrófico (LVAe) Latossolo Vermelho-Amarelo Álico - (LVAa) e Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (LVd)	11
Cobertura Vegetal.....	14
Geomorfologia	15
Clima	17
Uso do Solo	20
Eucalipto e sua influência nas perdas de água e de sedimentos em uma Microbacia - estudo de caso na Fazenda Santa Marta	21
Instalação e condução do esquema de coleta de água e de sedimentos.....	22
Avaliação das perdas de água e de sedimentos sob as coberturas de eucalipto, mata nativa e de pastagem.....	23
Considerações Finais	26
Referências	27

Introdução

O eucalipto é uma espécie arbórea da família das mirtáceas, originário da Austrália e de outras ilhas da Oceania, e foi introduzido no Brasil em 1824 no Jardim Botânico do Rio de Janeiro (Castro et al., 2016). O Frei Leandro do Sacramento, que era o diretor do Jardim Botânico à época, plantou dois exemplares de *Eucalyptus gigantea*, de acordo com José Barbosa Rodrigues, em seu *Hortus Fluminensis*, publicado em 1894 (Viana, 2004; Bertola, 2013). A propagação do eucalipto por meio de sementes pelo país começou, de fato, a partir da década de 1830 (Hasse, 2006; Marchiori, 2014). Porém, o início dos estudos sobre seu desenvolvimento e adaptação no país ocorreu somente a partir de 1904, pelo agrônomo Edmundo Navarro, para atender a demanda de dormentes e madeira para as locomotivas da Companhia Paulista de Estradas de Ferro. O avanço expressivo da eucaliptocultura no Brasil só se deu a partir de 1965, com a lei de incentivos fiscais ao reflorestamento, quando então a área de plantio de eucaliptos passou de 500 mil para 3 milhões de hectares (Carlos et al., 2017).

O eucalipto tem grande importância comercial na economia brasileira. Em 2013, por exemplo, o país tinha 5,43 milhões de hectares plantados, passando a 5,56 milhões em 2014, de acordo com a Indústria Brasileira de Árvores, com uma produtividade média de 39 m³/ha/ano, superior a muitos países (Figueiredo, 2016). Já em 2017, a área plantada passou para 7,4 milhões de hectares, e ocupou 75,2% de toda área com a silvicultura, mostrando assim o imenso potencial de desenvolvimento da eucaliptocultura no país (IBGE, 2017).

Na região do Vale do Paraíba Paulista a atividade da eucaliptocultura remonta à década de 60, exatamente no período dos incentivos fiscais, quando então a empresa Suzano Papel e Celulose adquiriu as primeiras terras em São Luiz do Paraitinga em 1968 (Freitas Júnior et al., 2012).

As condições essenciais para a inserção e desenvolvimento do eucalipto no Vale do Paraíba Paulista foram: a) infraestrutura viária e industrial instalada adequada à produção e comercialização da matéria prima e dos derivados de eucalipto; b) amplo espaço territorial, com formações abertas como pastagem, permitindo a substituição por eucalipto; c) extensas áreas rurais, pouco povoadas, subutilizadas e desvalorizadas; d) condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento do eucalipto; e) municípios estagnados economicamente, com amplo espaço para a expansão da eucaliptocultura; f) política e incentivos fiscais; g) proximidade com os grandes centros econômicos, permitindo rápida ligação entre as áreas de cultivo e os locais de consumo; h) proximidade entre as áreas de cultivo e as plantas industriais (Freitas Junior, 2011).

Por se tratar de uma região com predomínio de relevo acidentado, tipicamente ondulado a forte ondulado e solos relativamente rasos, a exemplos dos Cambissolos, a região do Vale do Paraíba Paulista necessita de atenção especial para evitar perdas que possam comprometer a sustentabilidade do sistema da eucaliptocultura (Gomes et al., 2017).

A região de estudo, em escala mais pontual, está localizada em área de Mata Atlântica no município de Igaratá, junto a uma das diversas nascentes/cursos d'água que contribuem para a manutenção do reservatório do rio Jaguari, estratégico para o abastecimento de várias localidades em seu entorno. Acrescenta-se a esse cenário a declividade predominante, que é relativamente elevada, com encostas de inclinação média de 15% e amplitude até 100 m (Pereira et al., 2017). Tais motivos, endossados pela existência de extensas áreas de preservação permanente (APP) ao longo do referido reservatório (Faria, 2018), justificam uma atenção especial quanto ao seu uso e ocupação,

e aos impactos negativos porventura gerados. Insere-se na região fisiográfica do Vale do Rio Paraíba e situa-se entre os dois maiores centros urbanos do país, São Paulo e Rio de Janeiro, onde várias cidades de médio porte estão localizadas, entre elas: São José dos Campos, Taubaté e Jacareí, Pindamonhangaba, Guaratinguetá, Lorena e Cruzeiro, compreendendo uma população de quase 2,5 milhões de habitantes (IBGE, 2016) com um grande parque industrial.

Na microbacia da Fazenda Santa Marta, que ocupa uma área de cerca de 150 hectares, com abordagem pedogeomorfológica já realizada por Pereira et al. (2017) e de perdas de água e de sedimentos por escoamento superficial, realizadas por Gomes et al. (2017), observa-se, localmente, grandes plantações de eucalipto em substituição ao bioma original, intercalados por porções de mata nativa e pastagem em regeneração. Conforme informações da empresa FIBRIA (2018), na área de estudo, o eucalipto (efetivo plantio) ocupa cerca de 55,7%; a cobertura de pastagem em regeneração (Pasto, Pasto Sujo Denso e Pasto Sujo Ralo) abrange cerca de 24,2%; a área de mata (plantio florestal em preservação/estágios inicial e médio) em torno de 13,4%; outras ocupações (rede elétrica, estrada principal, estrada secundária, acero externo, construção, erosão, lago artificial, bambu, campo úmido) em torno de 6,7%. Juntas, a área de pastagem em regeneração e a área de mata representam 37,6% da área total e correspondem às áreas de preservação permanente associadas às áreas de conservação.

A partir do exposto, propõe-se aqui uma abordagem em duas escalas, sendo uma regional a partir de uma revisão de literatura para contextualizar o Vale do Rio Paraíba no estado de São Paulo e outra em escala local (microbacia), também a partir de revisão de trabalhos realizados pelos dois primeiros autores deste trabalho. Em escala local, os resultados obtidos possuem um caráter preliminar, inclusive do ponto de vista experimental, em função do prazo de condução de 12 meses, período relativamente curto para conclusões mais consistentes. Nas duas escalas citadas, foram considerados aspectos geoambientais, também interpretados como compartimentos, tais como geologia, solos, cobertura vegetal, geomorfologia e clima. Em escala local foram avaliadas perdas de solo e de água, considerando dois tipos de solos e três tipos de cobertura vegetal, entre elas o eucalipto (GOMES et al., 2017).

Assim, com esse complemento em escala regional integrado aos estudos pontuais de Pereira et al. (2017) e Gomes et al. (2017), espera-se dar uma contribuição aos trabalhos futuros, uma vez que ainda é necessária uma avaliação de perdas de sedimentos e de água em escalas temporal e espacial mais amplas.

Aspectos Geoambientais

Geologia

A geologia regional é constituída, principalmente, por rochas do Pré-Cambriano, especificamente do Proterozoico Superior, de caráter metamórfico sob diferentes graus, com grandes estruturas alinhadas a falhas do tipo transcorrentes (deslizamento ou de movimentação horizontal). Os tipos de rochas mais comuns contemplam os granitos, migmatitos, quartzitos, filitos, xistos, calcários

dolomíticos, metacalcários e metassiltitos. Encaixada no Vale do Rio Paraíba e sobreposta a todo esse material de natureza metamórfica, está a Bacia Sedimentar de Taubaté, representada por um espesso pacote de rochas e materiais sedimentares, de natureza alúvio-flúvio-lacustre, de acordo com a ilustração da Figura 1. (Sátiro, et al., 2013; AGEVAP, 2014).

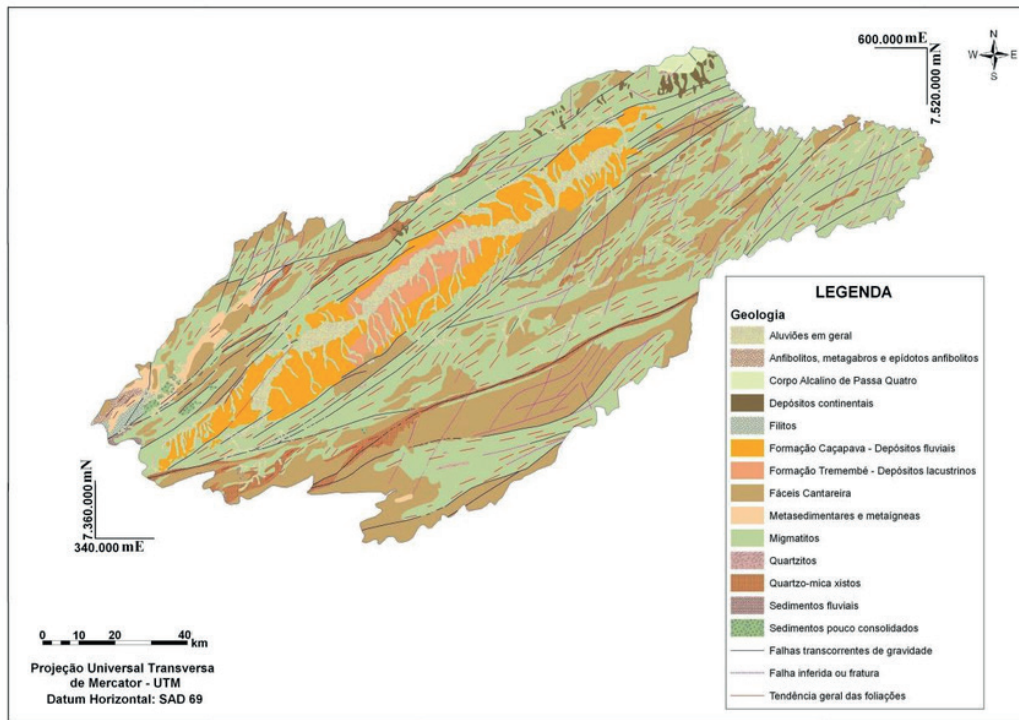


Figura 1. Geologia regional do Vale do Rio Paraíba.

Fonte: SÁTIRO, et al (2013).

A geologia local é constituída principalmente por quartzitos associados a rochas graníticas pertencentes ao Fácies Cantareira. É comum a presença de grandes cristais de feldspato de potássio, de caráter porfiroide (Rizzo, 2008).

Todavia, devido ao espesso manto de cobertura representado por material saprolítico, os autores do presente trabalho identificaram, em nível de afloramento, somente rochas quartzíticas muito alteradas, de acordo com a Figura 2, a seguir.



Foto: Marco Antonio Ferreira Gomes

Figura 2. Quartzitos finos e bastante alterados, próximos ao curso d'água da Fazenda Santa Marta.

Solos

No contexto regional, os solos são representados principalmente por Argissolos, Cambissolos, Gleissolos e Latossolos Amarelo e Vermelho-Amarelo, de acordo com a descrição a seguir:

Argissolo Vermelho-Amarelo Alumínico (PVAa) e Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico – (PVAd)

São solos com grau evolutivo mediano na escala pedológica, de ocorrência comum em áreas de relevo tipicamente ondulado, de caráter mineral, com horizonte B textural, relativamente profundos, com sequência definida dos horizontes A, B e C, moderadamente drenados. O horizonte A varia de moderado a proeminente. A textura é predominante arenosa, com mudança textural abrupta do horizonte A para o B. O horizonte B apresenta, comumente, coloração vermelho-amarelado, influenciada pelos baixos teores de Fe_2O_3 (Crisóstomo Neto, 2003; Sátiro et al., 2013).

Cambissolo Háplico (CX) e Cambissolo Húmico Alumínico (CH)

São solos jovens, com pouco grau de evolução pedológica, tipicamente minerais, de ocorrência dominante em áreas de relevo forte ondulado a ondulado, com a presença de fragmentos de minerais primários facilmente intemperizáveis, a exemplo dos feldspatos e micas. Normalmente, apresentam baixo teor de Fe_2O_3 , como também baixas quantidades de matéria orgânica e argilas, necessárias à identificação de um horizonte B textural. O horizonte A moderado é predominante. A textura mais comum é a média, podendo variar para argilosa. Sob o aspecto da drenagem, variam de moderados a bem drenados, sob ocorrência da vegetação de floresta ombrófila (Crisóstomo Neto, 2003; Sátiro et al., 2013).

Gleissolos Melânicos Eutróficos (GMe)

São solos rasos, muito ricos em matéria orgânica, tipicamente hidromórficos, provenientes da decomposição de restos orgânicos e presentes em áreas com deficiência de drenagem. Seus horizontes são predominantemente de coloração cinza médio a cinza escuro até a cor negra. Diferentemente dos solos minerais, o horizonte A é espesso, com cor que alterna entre o cinza escuro e o negro. Os horizontes sub-superficiais exibem gleização intensa, com textura argilosa e estrutura maciça. São solos típicos de várzeas, em associação com solos aluviais (Crisóstomo Neto, 2003; Sátiro et al., 2013).

Latossolo Amarelo Eutrófico – (LAe)

São solos minerais geralmente ácidos e álicos, profundos a muito profundos, bem acentuadamente drenados, com predominância de argila 1:1 do grupo da caulinita. Apresentam sequência de horizontes A, B e C, sendo o horizonte A moderado ou proeminente, sobrejacente a um horizonte B latossólico de cores amareladas e textura argilosa. Ocorrem com grande expressão nos tabuleiros, na depressão do médio Vale Paraíba do Sul, normalmente com relevo plano e suave ondulado. A baixa fertilidade natural torna-se um fator limitante ao seu uso, embora apresentem condições físicas para o desenvolvimento de plantas e relevo favorável à mecanização (Crisóstomo Neto, 2003; Sátiro et al., 2013).

Latosolo Vermelho-Amarelo Eutrófico (LVAe) Latossolo Vermelho-Amarelo Álico – (LVAa) e Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico – (LVd)

São solos profundos a muito profundos, bastante intemperizados, com horizonte B latossólico e sequência de horizontes A, B e C, quase sempre difusas e graduais entre os sub-horizontes componentes. Nesses solos predomina o horizonte A moderado, que evidencia a presença relativamente baixa de matéria orgânica. Os minerais de argila são predominantemente constituídos por hematita, gohetita e gibbsita, esta última em menor quantidade, além de minerais do tipo 1:1. Essa condição mineralógica de alguma forma interfere na reserva nutricional (elementos químicos disponíveis para as plantas), conferindo o caráter distrófico (saturação por bases <50%) e eutrófico (saturação por bases > 50%), comuns nesses solos, e comumente exibem teores de óxidos de ferro entre 7 e 11%. Na paisagem, ocupam as porções de relevo suave a suave ondulado, onde a remoção de material por transporte superficial é mais lenta (Crisóstomo Neto, 2003; Sátiro, et al., 2013).

Em ocorrências mais restritas aparecem os Espodosolos e Organossolos, e não estão presentes, portanto, no mapa da Figura 3.

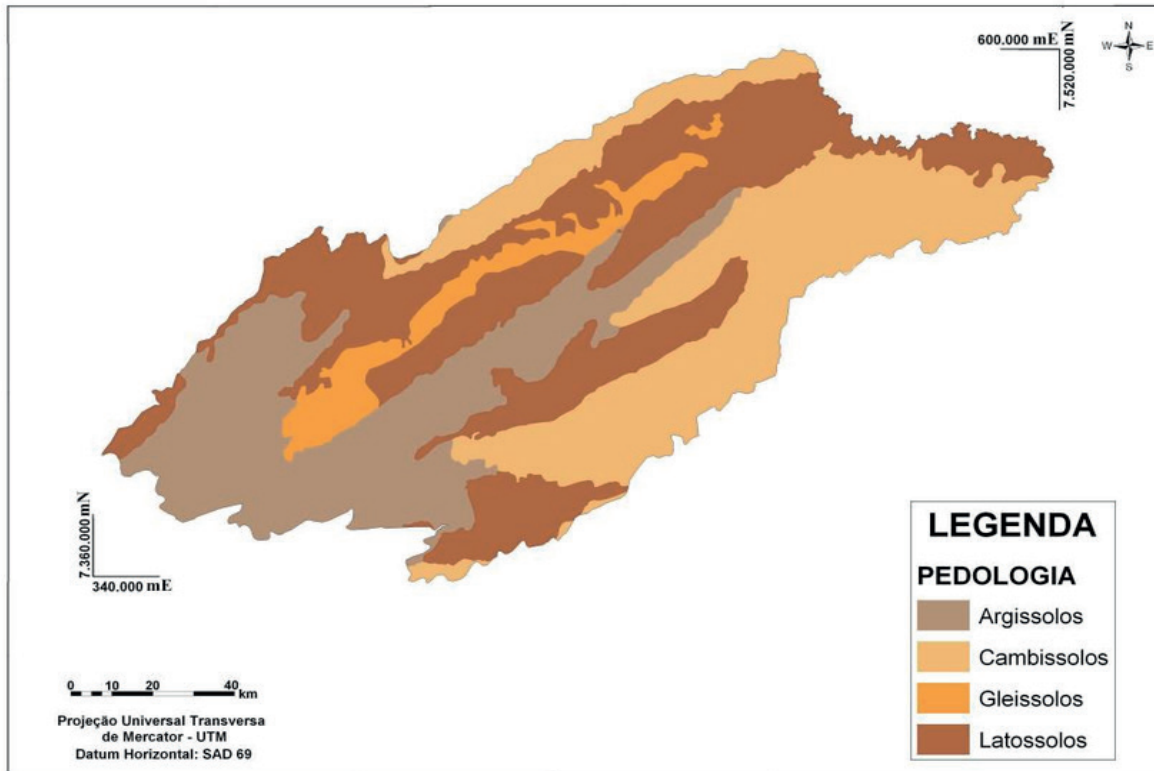


Figura 3. Solos do Vale do Rio Paraíba do Sul.

Fonte: SÁTIRO, et al (2013).

Na área objeto de estudo, em escala local, predominam os Cambissolos (Rizzo et al., 2011). Esses solos são tipicamente de natureza mineral, rasos a muito rasos, com horizonte diagnóstico superficial A moderado a chernozêmico e subsuperficial B incipiente. No entanto, existe localmente uma variação com a presença de um Cambissolo Latossólico de caráter úmbrico (A úmbrico), muito rico em matéria orgânica (Pereira et al., 2017), com a descrição a seguir: Cambissolo Háplico Tb Distrófico Latossólico úmbrico (CX1) e Cambissolo Háplico Tb Distrófico latossólico A moderado (CX2), exemplificados pelos perfis contidos nas figuras 4 e 5, respectivamente.

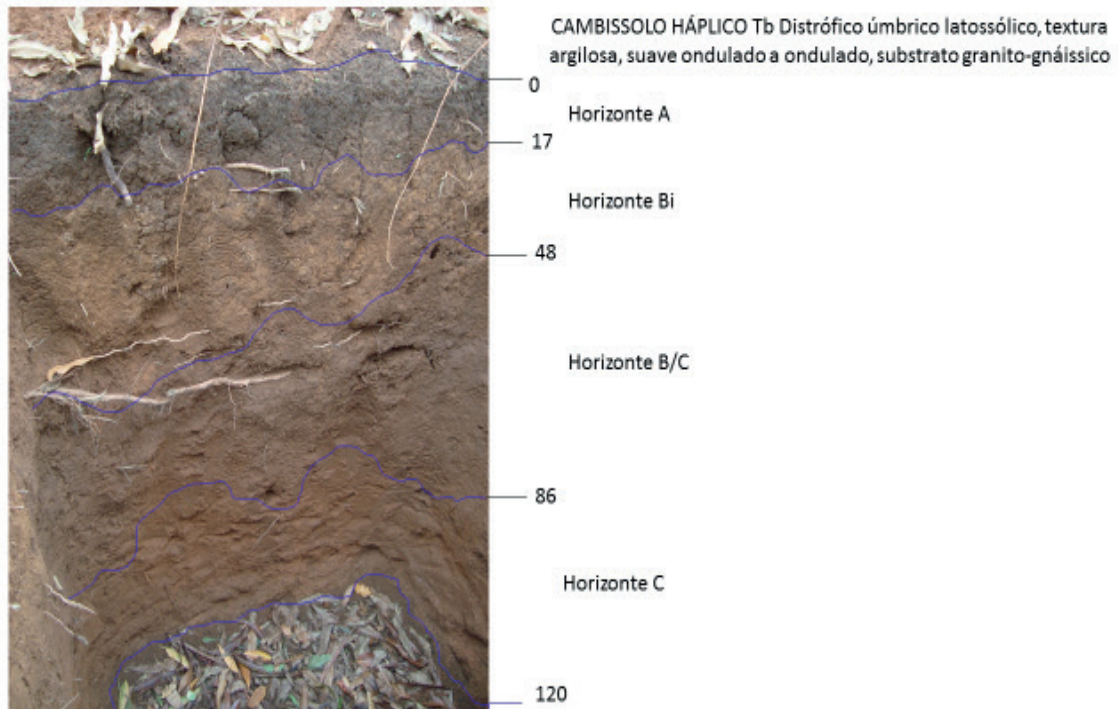


Figura 4. Perfil, com os horizontes do Cambissolo (CX1) sob cobertura de eucalipto.

Fonte: Reproduzido com permissão de Pereira, et al. (2017).

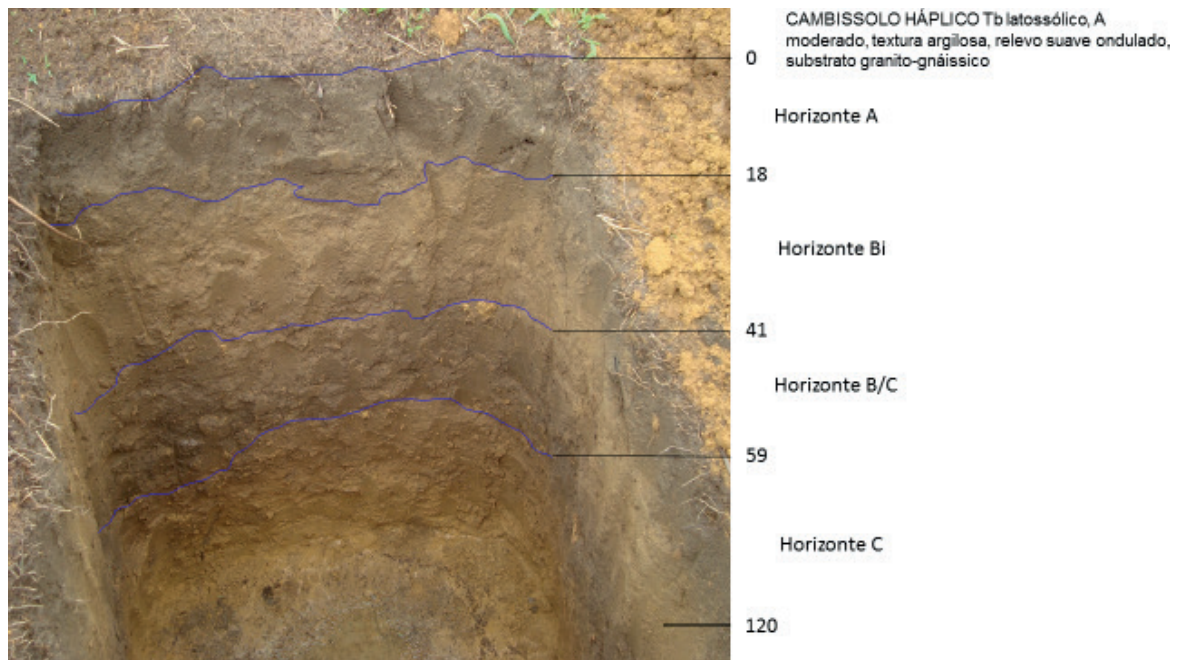


Figura 5. Perfil, com os horizontes do Cambissolo (CX2) sob cobertura de pastagem.

Fonte: Reproduzido com permissão de Pereira, et al. (2017).

Cobertura vegetal

Originalmente, o Vale do Rio Paraíba possuía uma cobertura vegetal exuberante, com florestas ombrófilas densas ocupando grandes extensões, seguidas de florestas estacionais semidecíduas e savana arbórea aberta (Cerrado). As demais coberturas, tais como floresta ombrófila mista, Refúgio Ecológico Alto-montano e áreas de formação de pioneiras, ocupavam o restante da área (Figura 6).

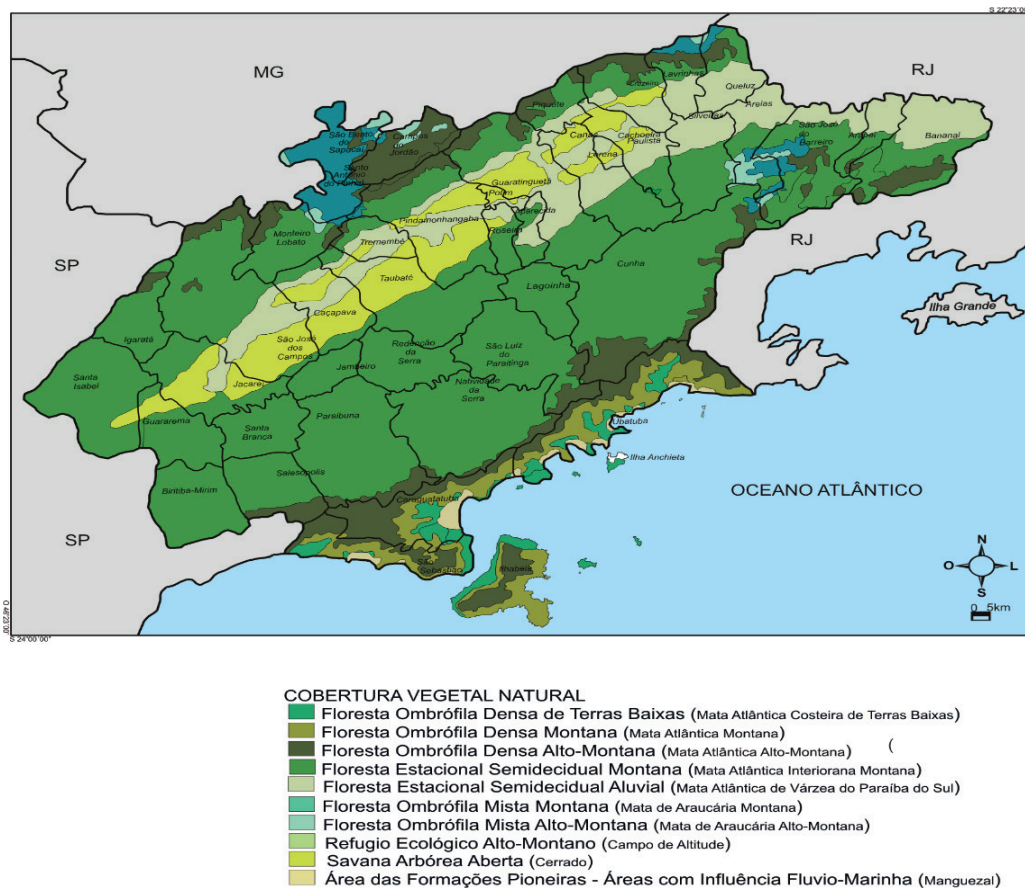


Figura 6. Cobertura vegetal original do Vale do Rio Paraíba do Sul.

Fonte: Morelli (2002).

A cobertura vegetal atual mais preservada está restrita às florestas ombrófila densa alto montana (Mata Atlântica Alto Montana) e densa montana (Mata Atlântica Montana), tanto na faixa norte quanto na faixa sul de todo o Vale. As porções originais ocupadas pela floresta estacional semidecidual montana em grandes extensões foi suprimida e deu lugar às pastagens, como também a floresta estacional semidecidual aluvial, juntamente com as de Savana Arbórea Aberta (Cerrado), que foram substituídas em quase sua totalidade pelos aglomerados urbanos (Figura 7).

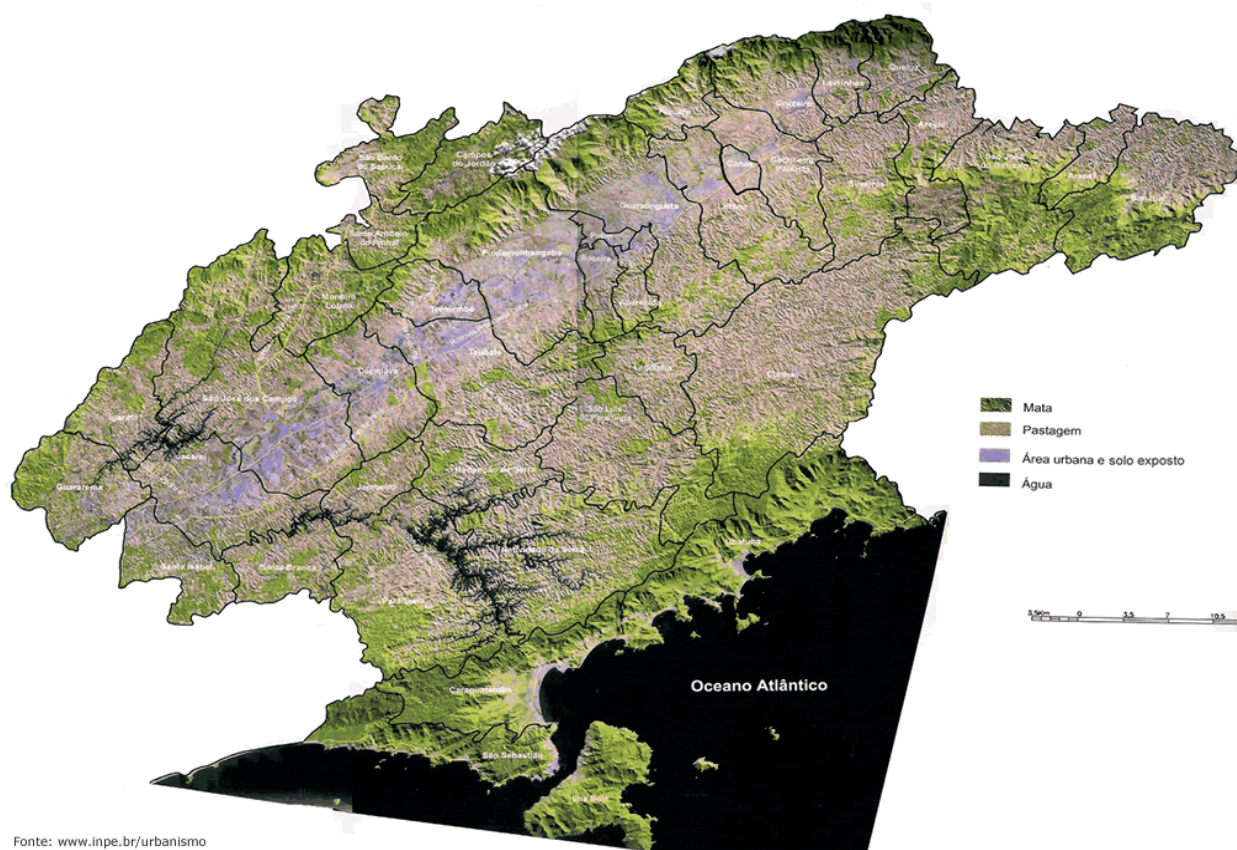


Figura 7. Cobertura vegetal atual do Vale do Rio Paraíba do Sul.

Fonte: www.inpe.br/urbanismo.

Geomorfologia

Do ponto de vista geomorfológico o Vale do Rio Paraíba do Sul, no estado de São Paulo, está inserido em duas províncias denominadas de Planalto Atlântico e Província Costeira. A primeira é representada pelo Planalto do Paraitinga, Planalto da Bocaina, Médio Vale do Rio Paraíba, Serra da Mantiqueira e Planaltos de Campos de Jordão, onde ocorrem as escarpas, morros e morrotes, e colinas, principalmente. A segunda província tem o lado voltado para o mar, sendo também conhecida como Relevos de Serra (Almeida, 1964; Camarinha et al., 2011), de acordo com a Figura 8.

Geomorfologia do Vale do Rio Paraíba

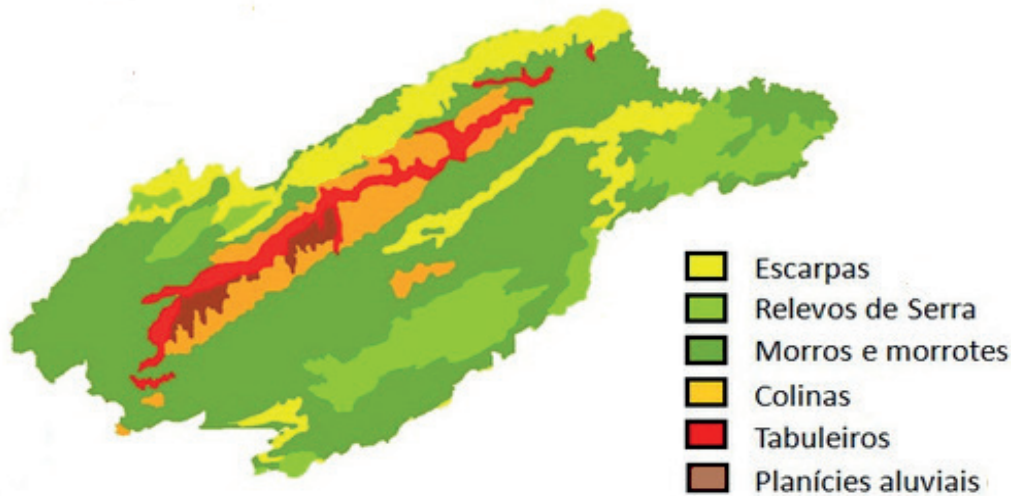


Figura 8. Geomorfologia do Vale do Rio Paraíba.

Fonte: Adaptado de Camarinha, et al (2011).

Nesse contexto, a geomorfologia, aliada a fatores climáticos, exerce forte influência sobre a topografia, que no Vale do Rio Paraíba do Sul é constituída por um conjunto de encostas arredondadas, tipo “meia laranja”, também denominada de “mares de morros” em contraste com as áreas de depressão representadas pelos tabuleiros e planícies aluviais por onde o rio segue seu curso. Existem outras formas presentes, tais como concha de tartaruga, nádegas, costas de elefante, colinas, morros redondos e mamelões (Ab’Saber, 2000). Nas porções constituídas por tabuleiros e planícies aluviais, existe uma riqueza de feições morfológicas representadas principalmente por meandros, diques e depósitos aluvionares. Ao longo do Médio Vale do Paraíba existem as linhas de pedras enterradas sob depósitos coluvionares, responsáveis por manter certa estabilidade frente aos processos erosivos e antrópicos existentes (Devide, 2000).

Na microbacia estudada, por sua vez, o relevo é representado por morros e morrotes associados a pequenas colinas e tabuleiros, sendo as encostas com inclinações variadas (Figura 9) com valores médios em torno de 15% e altura até 100 metros, tendo referência o fundo dos vales (Pereira et al., 2017).



Figura 9. Visão geral com exibição de aspectos geomorfológicos da área.

Fonte: Reproduzido com permissão de Pereira, et al. (2017).

Clima

A Figura 10 apresenta o gráfico das precipitações pluviométricas acumuladas no período avaliado, compreendido entre 28/10/15 a 27/10/16, na microbacia da Fazenda Santa Marta em Igaratá/SP e na estação meteorológica do CIIAGRO em Nazaré Paulista/SP (CIIAGRO, 2018). Observa-se que seguiram a mesma tendência de variação ao longo do tempo (formatos similares das curvas), com pequena variação nos totais acumulados ao final do período: 1.373,65 mm na microbacia da Fazenda Santa Marta em Igaratá (item 3) e 1.438,1 mm na estação meteorológica do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas - CIIAGRO (www.ciiagro.sp.gov.br) do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), indicando consistência dos valores de precipitação coletados em Igaratá, sendo que a pequena diferença entre os valores medidos em Nazaré Paulista deve-se a eventos de precipitação pluviométrica localizada, como chuvas torrenciais, muito comuns na região.

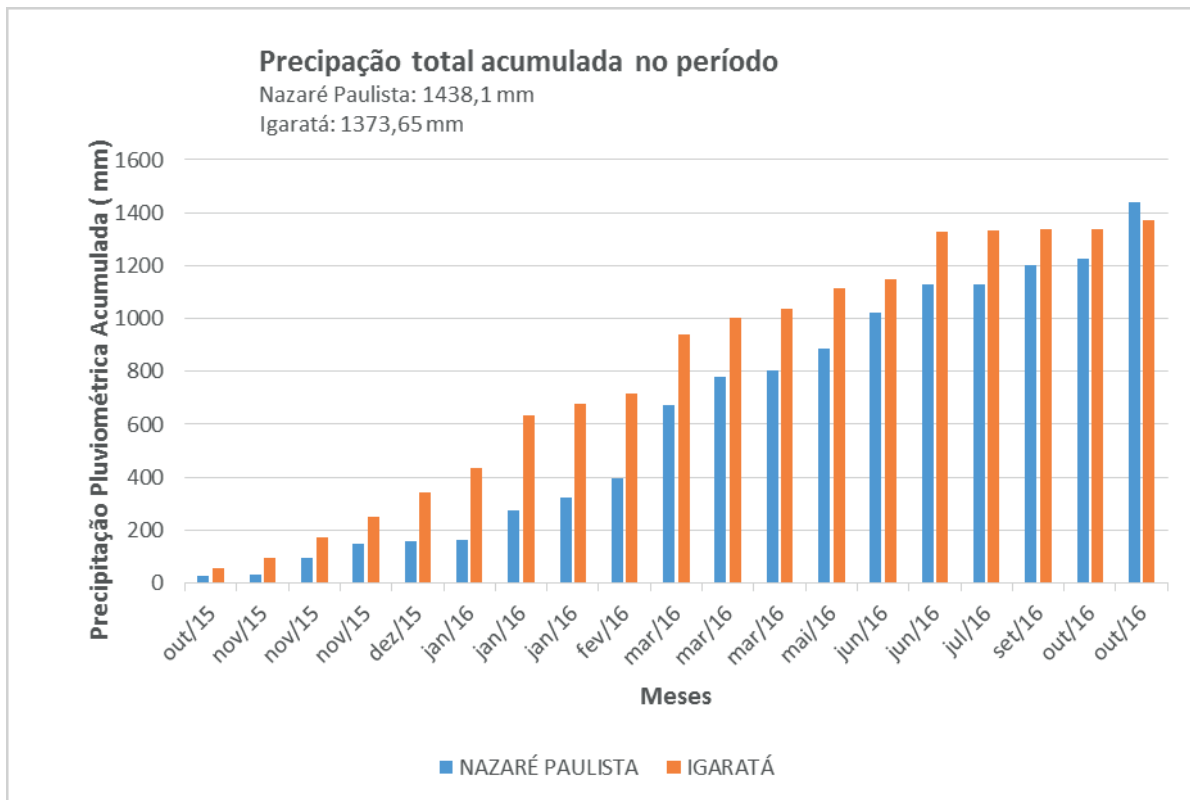


Figura 10. Precipitação pluviométrica acumulada, medida no período de outubro de 2015 a outubro de 2016, em Igaratá/SP (microbacia da Fazenda Santa Marta) e em Nazaré Paulista/SP (estação meteorológica do CIIAGRO/IAC).

Fonte: CIIAGRO (2018).

As temperaturas médias têm variado muito no Vale do Rio Paraíba ao longo dos últimos anos. Um estudo realizado pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) no período de 1974 a 2013 na região de Guaratinguetá, por exemplo, mostrou aumento progressivo ao longo desse período.

No período entre 1974 e 1989, por exemplo, a temperatura média anual era de 21,6°C em Guaratinguetá. Já na região de estudo (Nazaré Paulista – Igaratá), uma avaliação no período entre 1974 e 2000 mostrou um valor médio anual de aproximadamente 22,8°C, seguido de aumento mais expressivo no período entre 2000 e 2012, quando a temperatura média anual da região alcançou 24,3°C.

Certamente, variação semelhante ocorreu em Guaratinguetá, cujo município é representativo do Vale do Rio Paraíba do Sul, por se situar em sua porção central (Silva et al., 2016).

Para o ano de 2019, a previsão do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE) é de que a primavera no Vale do Rio Paraíba seria de calor e com temperaturas acima da média histórica, que normalmente tem ficado em torno de 28°C.

Na microbacia da Fazenda Santa Marta em Igaratá/SP, área de estudo, não foi possível obter os registros de temperatura do ar, motivo pelo qual foram utilizados os valores coletados na estação meteorológica oficial mais próxima, em Nazaré Paulista/SP, apresentados na forma de séries temporais das temperaturas mínimas, máximas e médias mensais de outubro/2015 a novembro de 2016 (Figura 11).

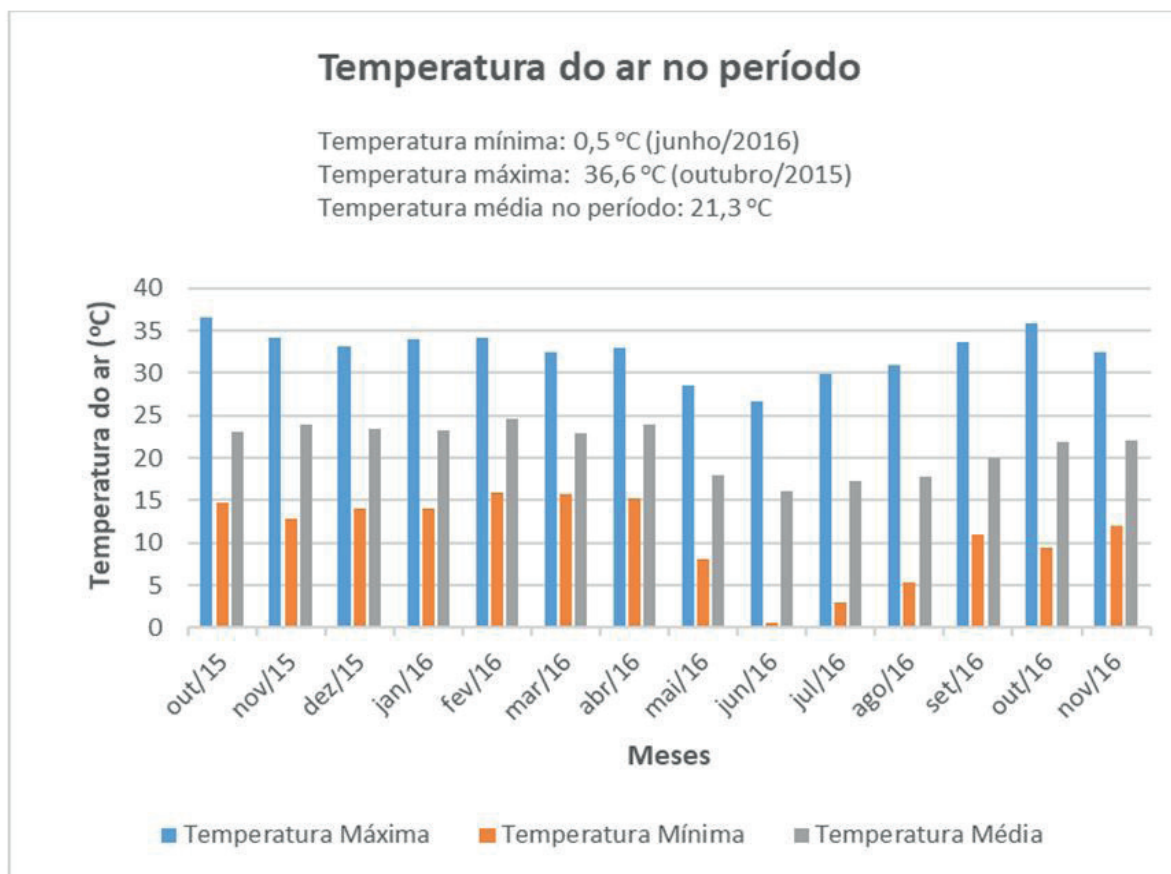


Figura 11. Temperaturas mínimas, máximas e médias mensais medidas no período de outubro de 2015 a novembro 2016 em Nazaré Paulista/SP (estação meteorológica do CIAGRO/IAC).

Fonte: CIAGRO (2018).

Observa-se que o período mais quente foi de outubro/2015 a abril/2016 (estações de primavera, verão e meados de outono), com o maior valor de temperatura máxima (36,6°C) registrado em outubro/2016. Na sequência, houve período frio de maio a agosto/2016 (estações de outono e inverno), com registro da menor temperatura mínima (0,5°C) em junho/2016. As temperaturas voltaram a subir durante os meses de setembro, outubro e novembro/2016 (período de primavera). A temperatura média do ar no período considerado foi de 21,3°C.

No entanto, face ao período de tempo de um ano de realização deste trabalho, as medidas de clima (temperatura e precipitação) devem continuar por um prazo médio de 4 a 5 anos, mantendo-se o cronograma de coleta de água e de sedimentos nas calhas sob cada tipo de cobertura vegetal proposto neste trabalho, a fim de se obter um conjunto de informações que represente bem os processos/fenômenos sazonais de alteração do ambiente.

Uso do Solo

O uso do solo no Vale do Rio Paraíba começou com o avanço da população para o interior do país, principalmente no fim do século XVIII. A necessidade de expandir as terras agricultáveis fez com que o Vale do Paraíba, muito fértil à época, fosse ocupado de forma intensiva com o cultivo de cana-de-açúcar e de café. As dificuldades de transposição da Serra do Mar à época, no entanto, retardaram essa ocupação que acabou ocorrendo um pouco mais tarde, mas de forma desordenada, com a destruição sem controle de grandes extensões de Mata Atlântica.

Tanto a cultura da cana quanto a do café foram desenvolvidas à custa do trabalho escravo, em latifúndios (Devide, 2013). Houve uma prosperidade em curto espaço de tempo, porém com as áreas de relevo acidentado dominantes, aliadas à falta de técnicas adequadas de plantio do café, as perdas de solo e de nutrientes foram expressivas, levando a cafeicultura à decadência em menos de um século de exploração, cujo apogeu ocorreu por volta de 1880 (Koshiba, 1979). A abolição dos escravos em 1888 determinou de vez a erradicação do café e da cana-de-açúcar, que passou a dar lugar à pecuária e ao cultivo do arroz que se desenvolveu bem até meados do século XX, quando o país entrou na era industrial. A partir daí a região sofreu grande transformação com a economia e população, tipicamente rural, passando radicalmente para uma condição industrial e urbana.

A partir dos anos 60 a eucaliptocultura entrou intensivamente no Vale do Paraíba, com a presença de empresas de grande porte na produção de papel e celulose. Hoje, essa é a principal atividade, sob o aspecto econômico, e tem contribuído de forma expressiva para o desenvolvimento do Vale do Rio Paraíba, com destaque para a porção paulista (Freitas Júnior et al., 2012).

Os plantios de eucalipto estão presentes, por exemplo, em quase todos os municípios, do Vale, com destaque para aqueles das áreas serranas como Natividade da Serra, Silveiras, São Luiz do Paraitinga, Lagoinha, Taubaté, Pindamonhangaba, Paraibuna, São José dos Campos, Jacareí e Igaratá. Ocupa atualmente mais de 114 mil hectares e representa mais 8,1% do total do Vale (Freitas Júnior, 2011).

No entanto, as pastagens, com atividade pecuária direcionada para a produção de carne e de leite, ainda ocupam a maior área no Vale do Rio Paraíba, com 651 mil hectares. Todavia, essas áreas têm diminuído em torno de 32% nos últimos 30 anos, dando lugar à vegetação nativa. As principais causas estão relacionadas à baixa rentabilidade da produção, diminuindo a competitividade com outras regiões mais aptas e também às leis ambientais em vigor que impõem restrições em função da alta declividade dominante nessas áreas. Assim, o abandono de tais áreas acaba sendo inevitável, e favorece o retorno da vegetação nativa. Atualmente, muitas áreas de pastagens encontram-se em estágios diferenciados de regeneração da vegetação nativa, compondo o fragmento chamado “pasto sujo”, que não é mais manejado, que favorece, assim, a formação de novas florestas (Ronquim et al., 2016).

Eucalipto e sua influência nas perdas de água e de sedimentos em uma Microbacia - estudo de caso na Fazenda Santa Marta

Na microbacia da Fazenda Santa Marta foi realizado um estudo de caso sobre perdas de água e de sedimentos, pelo período de 12 meses, dentro do contexto de uso e ocupação do Vale do Rio Paraíba, com a seleção de três locais representativos das três coberturas existentes na área (eucalipto com idade de 5 anos, mata nativa e pastagem em regeneração (Gomes, et al., 2017). O solo é representado pelo Cambissolo Háplico classificado em Tb Distrófico latossólico úmbrico (CX1) e Tb Distrófico latossólico A moderado (CX2), com valores de declividade não muito distintas, ou seja, 12%; 6% e 8% respectivamente, de acordo com a Figura 12. As coordenadas geográficas foram obtidas em graus (Pereira et al., 2017; Gomes et al., 2017).



Figura 12. Localização georreferenciada dos pontos de coleta/amostragem de água e de sedimento.

Fonte: Reproduzido com a permissão de Pereira, et al (2017).

A altitude média da microbacia é de 745 m e pertence ao município de Igaratá, localizada à sudeste do estado de SP, microrregião de São José dos Campos. O clima, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, com verão quente e inverno seco, podendo ser classificado também como clima tropical de altitude, com média anual de 18,5°C. A precipitação média anual é em torno de 1.367 mm (<https://pt.climate-data.org>). De acordo com a classificação de domínios morfoclimáticos proposta por Ab'Saber (2003), a área de estudo se encaixa no Domínio dos Mares de Morros, no Planalto Atlântico, com altitudes que variam entre 300 e 100 metros. O solo da propriedade é do tipo Cambissolo Háplico Tb distrófico, latossólico, com textura argilosa (Rizzo, 2008; Tonello, 2010).

Instalação e condução do esquema de coleta de água e de sedimentos

A coleta adotada no trabalho foi por meio de parcelas de 1 m², com uso de calhas tipo Gerlach, adaptado de Pinese Júnior et al. (2008), em três repetições (P1, P2 e P3) para cada uma das diferentes coberturas vegetais (eucalipto - *Eucalyptus grandis*, mata nativa (vegetação Mata Atlântica) e pastagem - *Brachiaria brizantha*, totalizando 9 parcelas de observação para coleta de água e de sedimentos. A Figura 13 mostra as unidades de coleta utilizadas na área sob cobertura de eucalipto.

A avaliação temporal foi realizada no período de 12 meses, sendo que nos meses de julho, agosto e setembro de 2016 as chuvas foram próximas de 0 mm. O monitoramento das chuvas foi realizado por meio de estação pluviométrica computadorizada, modelo Ag Solve, com capacidade para avaliação de 12 parâmetros meteorológicos, instalada junto à margem do curso d'água, cerca de 30 metros de distância do ponto georreferenciado da cobertura de mata (Gomes et al., 2017).

As coletas, tanto de água quanto de sedimentos, foram realizadas em função da precipitação, com amostragem/coleta imediatamente após cada evento de chuva com valor igual ou superior a 5 mm, ou quando o período ultrapassava 15 dias com pouca chuva. Com o volume de água coletado, quantificado em ml, o sedimento quantificado em gramas e o volume de chuva precipitado convertido em m³/ha, foi calculada a estimativa de perda, com avaliação do total escoado e armazenado em bombonas (recipientes plásticos) com capacidade para 50 litros (Gomes et al., 2017).

A consistência dos dados de precipitação pluviométrica coletados teve seus valores comparados àqueles obtidos pela estação meteorológica, com dados oficiais, mais próxima da Fazenda Santa Marta, localizada no município de Nazaré Paulista/SP. Essa estação é mantida pelo CIAGRO e os dados coletados obedecem a intervalos de medição de três a quatro dias.



Figura 13. Calhas com 1m² de área com os respectivos coletores (bombonas de 50 litros) de água e de sedimentos sob cobertura de eucalipto. Foto: Marco Antonio Ferreira Gomes.

Avaliação das perdas de água e de sedimentos sob as coberturas de eucalipto, mata nativa e de pastagem

As avaliações de perdas de água (enxurrada) e de sedimentos (sólidos em suspensão) obtidas ao longo de 1 ano, com as respectivas quantidades ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ e $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) estão expressas nas Tabelas 1, 2 e 3. Os resultados destas tabelas estão sintetizados na Tabela 4, com as perdas sob as coberturas de eucalipto, mata nativa e pastagem. Nesta mesma tabela há projeção para toda a microbacia, considerando 150 hectares e a proporção de cada cobertura em área ocupada (Gomes et al., 2017).

Perdas de água e de sedimentos sob a cobertura de eucalipto

Tabela 1. Perdas de água (enxurrada) e sedimentos (sólidos) sob cobertura de eucalipto.

Período coleta*	Eucalipto								Perdas médias no período		Chuva		
	Volume coletado (ml)				Massa de sólidos (g)				Enxurrada ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$)	Sólidos ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)	Dias acumulados	mm	
	P1	P2	P3	Média	P1	P2	P3	Média					(%)
05/11/2015	1600	1200	1850	1550	0,37	0,21	0,43	0,34	15,50	2,87	3,37	8	53,92
19/11/2015	1400	1120	1250	1257	0,31	0,31	0,30	0,31	12,57	3,02	3,07	6	41,56
30/11/2015	2100	2280	2150	2177	0,08	0,16	0,17	0,14	21,77	2,80	1,37	5	77,66
11/12/2015	2350	2100	2000	2150	0,14	0,10	0,15	0,13	21,50	2,74	1,30	7	78,39
21/12/2015	2400	2300	2450	2383	0,18	0,09	0,36	0,21	23,83	2,67	2,10	8	89,41
04/01/2016	2900	2500	2050	2483	0,21	0,14	0,15	0,17	24,83	2,71	1,67	11	91,76
15/01/2016	12400	15200	13950	13850	0,47	0,30	0,17	0,31	138,50	6,89	3,13	14	201,05
26/01/2016	1050	1400	1350	1267	0,34	0,08	0,17	0,20	12,67	2,95	1,97	8	42,93
11/02/2016	980	1500	1200	1227	0,09	0,08	0,26	0,14	12,27	3,00	1,43	10	40,89
05/03/2016	10300	10650	11900	10950	0,28	0,33	0,45	0,35	109,50	4,94	3,53	15	221,85
14/03/2016	3000	2800	3050	2950	0,21	0,14	0,31	0,22	29,50	4,50	2,20	9	65,55
29/03/2016	800	700	600	700	0,09	0,10	0,15	0,11	7,00	2,37	1,13	13	29,51
25/05/2016	1050	1000	1200	1083	0,04	0,05	0,07	0,05	10,83	1,32	0,53	22	82,14
03/06/2016	400	550	680	543	0,28	0,13	0,26	0,22	5,43	1,62	2,23	3	33,57
10/06/2016	15760	16530	13100	15130	0,19	0,30	0,33	0,27	151,30	8,50	2,73	6	178,06
12/07/2016	90	85	95	90	0,01	0,01	0,01	0,01	0,90	1,50	0,10	4	6,00
05/09/2016	45	30	35	37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37	1,22	0,00	3	3,00
30/09/2016	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2	1,00
27/10/2016	450	500	550	500	0,21	0,25	0,19	0,22	5,00	1,41	2,17	6	35,40
Totais	59075	62445	59460	60326,67	3,50	2,78	3,93	3,40	603,27		34,03	160	1373,65

* Corresponde à coleta de água e sedimento, cujo acúmulo iniciou-se a partir de 28/10/2015.

Perdas de água e de sedimentos sob a cobertura de mata nativa

Tabela 2. Perdas de água (enxurrada) e sedimentos (sólidos) sob cobertura de mata nativa.

Período coleta*	Mata nativa								Chuva					
	Volume coletado (ml)				Massa de sólidos (g)				Perdas médias no período			Dias acumulados	mm	
	P1	P2	P3	Média	P1	P2	P3	Média	Enxurrada (m ³ .ha ⁻¹)	(%)	Sólidos (kg.ha ⁻¹)			
05/11/2015	1250	1200	1600	1350,00	0,15	0,11	0,26	0,17	13,50	2,50	1,73	8	53,92	
19/11/2015	1050	1100	1000	1050,00	0,07	0,06	0,90	0,34	10,50	2,53	3,43	6	41,56	
30/11/2015	2100	2600	2470	2390,00	0,05	0,02	1,02	0,36	23,90	3,08	3,63	5	77,66	
11/12/2015	2200	2000	2050	2083,30	0,06	0,11	1,01	0,39	20,83	2,66	3,93	7	78,39	
21/12/2015	2800	2850	2650	2766,70	0,07	0,06	0,91	0,35	27,67	3,09	3,47	8	89,41	
04/01/2016	2700	2500	2900	2700,00	0,13	0,12	0,33	0,19	27,00	2,94	1,93	11	91,76	
15/01/2016	11600	12250	12450	12100,00	0,19	0,10	0,18	0,16	121,00	6,02	1,57	14	201,05	
26/01/2016	1000	950	1200	1050,00	0,09	0,09	0,10	0,09	10,50	2,45	0,93	8	42,93	
11/02/2016	850	800	900	850,00	0,20	0,29	0,20	0,23	8,50	2,08	2,30	10	40,89	
05/03/2016	10350	10800	12500	11216,70	0,33	0,30	0,29	0,31	112,17	5,06	3,07	15	221,85	
14/03/2016	2980	2300	2400	2560,00	0,06	0,08	0,02	0,05	25,60	3,91	0,53	9	65,55	
29/03/2016	550	600	700	616,70	0,14	0,19	0,23	0,19	6,17	2,09	1,87	13	29,51	
25/05/2016	900	750	800	816,70	0,06	0,04	0,05	0,05	8,17	0,99	0,50	22	82,14	
03/06/2016	500	600	650	583,30	0,31	0,19	0,15	0,22	5,83	1,74	2,17	3	33,57	
10/06/2016	14700	13350	12600	13550,00	0,27	0,16	0,32	0,25	135,50	7,61	2,50	6	178,06	
12/07/2016	110	140	125	125,00	0,01	0,02	0,01	0,01	1,25	2,08	0,13	4	6,00	
05/09/2016	40	35	45	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	1,33	0,00	3	3,00	
03/09/2016	0	1	0	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00	2	1,00	
27/10/2016	350	400	300	350,00	0,09	0,07	0,10	0,09	3,50	0,99	0,87	6	35,40	
Totais	56030	55226	57340	56198,67	2,28	2,01	6,08	3,46	561,99		34,57	160	1373,65	

* Corresponde à coleta de água e sedimento, cujo acúmulo iniciou-se a partir de 28/10/2015.

Perdas de água e de sedimentos sob a cobertura de Pastagem

Tabela 3. Perdas de água (enxurrada) e sedimentos (sólidos) sob cobertura de pastagem.

Período coleta*	Pastagem											Chuva	
	Volume coletado (ml)				Massa de sólidos (g)				Perdas no período			Dias acumulados	mm
	P1	P2	P3	Média	P1	P2	P3	Média	Enxurrada (m ³ .ha ⁻¹)	(%)	Sólidos (kg.ha ⁻¹)		
05/11/2015	3000	2900	4800	3566,70	0,58	0,50	0,46	0,51	35,67	6,61	5,13	8	53,92
19/11/2015	2400	1680	2250	2110,00	0,29	0,38	0,36	0,34	21,10	5,08	3,43	6	41,56
30/11/2015	2150	3600	3850	3200,00	0,60	0,61	0,43	0,55	32,00	4,12	5,47	5	77,66
11/12/2015	2050	2900	3250	2733,30	0,39	0,47	0,27	0,38	27,33	3,49	3,77	7	78,39
21/12/2015	3810	2100	3000	2970,00	0,38	0,3	0,41	0,36	29,70	3,32	3,63	8	89,41
04/01/2016	4650	5100	5500	5083,30	0,28	0,26	0,37	0,30	50,83	5,54	3,03	11	91,76
15/01/2016	20300	13050	9100	14150,00	0,85	0,72	0,82	0,80	141,50	7,04	7,97	14	201,05
26/01/2016	1700	2000	1900	1866,70	0,25	0,22	0,30	0,26	18,67	4,35	2,57	8	42,93
11/02/2016	1650	1750	1800	1733,30	0,08	0,21	0,48	0,26	17,33	4,24	2,57	10	40,89
05/03/2016	19100	15000	16050	16716,70	0,47	0,43	0,35	0,42	167,17	7,54	4,17	15	221,85
14/03/2016	2480	1800	1750	2010,00	0,07	0,14	0,15	0,12	20,10	3,07	1,20	9	65,55
29/03/2016	1100	850	900	950,00	0,12	0,10	0,16	0,13	9,50	3,22	1,27	13	29,51
25/05/2016	4600	3900	4200	4233,30	0,43	0,24	0,20	0,29	42,33	5,15	2,90	22	82,14
03/06/2016	1900	1000	1250	1383,30	0,12	0,20	0,16	0,16	13,83	4,12	1,60	3	33,57
10/06/2016	20116	23512	24080	22569,30	0,53	0,41	0,58	0,51	225,69	12,68	5,07	6	178,06
12/07/2016	170	155	180	168,30	0,03	0,04	0,03	0,03	1,68	2,81	0,33	4	6,00
05/09/2016	45	50	30	41,70	0,02	0,01	0,01	0,01	0,42	1,39	0,13	3	3,00
30/09/2016	0	0	1	0,30	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	2	1,00
27/10/2016	1050	1000	900	983,30	0,25	0,19	0,26	0,23	9,83	2,78	2,33	6	35,40
Totais	92271	82347	84791	86469,67	5,75	5,43	5,80	5,66	864,70		56,60	160	1373,65

* Corresponde à coleta de água e sedimento, cujo acúmulo iniciou-se a partir de 28/10/2015.

Tabela 4. Valor acumulado médio e desvio padrão das perdas de água (via enxurrada/escoamento superficial) e dos solos (sólidos em suspensão) por hectare, no período compreendido entre 28/10/15 e 27/10/2016, considerando a precipitação de 1.373,65 mm na microbacia da Fazenda Santa Marta, município de Igaratá/SP.

Solo	Cobertura vegetal	Declividade (%)	Água (m ³ .ha ⁻¹)	Sólidos (kg.ha ⁻¹)	Projeção de perdas na microbacia (150 ha)		
					Área (ha)	Enxurrada (m ³ ano ⁻¹)	Sólidos (kg.ano ⁻¹)
CX1	Eucalipto	12	603,27±18,45	34,03±5,81	83,55	50.403,21	2843,21
CX2	Mata nativa	6	561,99±10,67	34,57±22,76	36,30	20.400,24	1254,89
CX2	Pastagem	8	864,7±51,71	56,6±2,01	20,10	17.380,47	1137,66

De acordo com a Tabela 4, uma comparação entre as perdas de água sob as três coberturas vegetais mostra que o valor mais elevado ocorreu na pastagem sobre o Cambissolo – CX2, com declividade em torno de 8%. Em comparação com a cobertura de mata nativa, o valor de acréscimo foi em torno de 302,71 m³.ha⁻¹, o que corresponde a um aumento de 53,86%. Já uma comparação da pastagem com a cobertura de eucalipto, mostra um acréscimo de perda de 261,43 m³.ha⁻¹, que corresponde a um aumento de 43,34%. Situação semelhante ocorre com as perdas de solos (sólidos em suspensão), sendo os valores mais elevados na cobertura de pastagem, seguidos pelas coberturas de mata nativa e de eucalipto.

O Cambissolo (CX1) sob cultivo de eucalipto, com 12% de declividade, apresentou perdas tanto de água quanto de solos por escoamento superficial bem próximas àquelas sob cobertura de mata nativa, cuja declividade é de 6%. Essa condição favorável ao eucalipto, mesmo com o dobro do percentual de declividade, se deve provavelmente ao caráter úmbrico do horizonte superficial aliado à espessa manta de cobertura morta (folhas secas de eucalipto), com cerca de 50 cm. Tais fatores têm sido decisivos para a ocorrência de menores perdas, tanto de água quanto de solos, via escoamento superficial nas áreas cultivadas com eucalipto (Pereira et al., 2017).

Sem levar em consideração à variabilidade espacial da declividade e do solo, a projeção de perdas na microbacia da Fazenda Santa Marta, considerando-se a área de cada cobertura da Tabela 4, é de aproximadamente 88 mil m³ ano⁻¹ e 5 mil kg ano⁻¹ para água e sedimento, respectivamente.

Considerações Finais

A caracterização pedogeomorfológica, aliada a uma avaliação dos componentes geoambientais (geologia, solo, geomorfologia, clima e uso e ocupação) possibilita uma visão integrada do ambiente. No caso do Vale do Rio Paraíba na sua porção paulista, denominado “Vale do Paraíba Paulista” a abordagem realizada neste trabalho, tanto em escala macro (regional) quanto em escala micro (local), permitiu as seguintes considerações e recomendações:

- A partir do estudo preliminar de perdas de água e de sedimentos sob três tipos de coberturas vegetais, na microbacia da Fazenda Santa Marta, foi verificado que os solos, de forma geral, impõem fortes restrições ao uso agrícola mais intensivo.

- O solo (CX1) apresenta menor risco de erosão quando comparado ao solo (CX2). Esse fato se deve, provavelmente, a dois fatores: um externo, relacionado à existência de espessa manta da cobertura morta, com valores até 50 cm em vários pontos, que absorve o impacto da água das chuvas, e um interno, relacionado ao alto teor de matéria orgânica do horizonte A (A úmbrico), que confere boa estabilidade aos agregados do solo. Embora os dois solos sejam classificados como Cambissolos, o que os diferencia é, exatamente, esse alto teor de matéria orgânica no horizonte A (CX1).
- O cultivo do eucalipto, dado aos resultados obtidos, mostrou-se como uma prática que pode oferecer condições de sustentabilidade ao sistema. Isto não significa um incentivo à substituição da mata nativa pela cultura do eucalipto, mas uma orientação de que os dois tipos de cobertura podem estar presentes na mesma área, consorciados ou não, observando as condições pedogeomorfológicas e a legislação do Código Florestal vigente, esta especificamente para as porções de mata ciliar e de nascentes.
- Considerando que o estudo foi realizado, fundamentalmente, no âmbito de uma microbacia em espaço de tempo relativamente curto, recomenda-se não só a continuidade do trabalho na mesma microbacia, como também em outras microbacias com características similares, visando melhor correlação espacial, bem como maior consistência aos resultados obtidos futuramente.

Referências

- AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 159p.
- AB'SABER, A. N. The natural organization of Brazilian inter- and subtropical landscapes. **Revista do Instituto Geológico**, v. 21, n. 1/2, p. 57-70, 2000.
- AGEVAP. **Plano integrado de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul e planos de ação de recursos hídricos de bacias afluentes**. Rio de Janeiro, 2014. 367 p.
- ALMEIDA, F. F. M. Fundamentos geológicos do relevo paulista. **Boletim do Instituto Geográfico e Geológico**, n. 41, p. 167-263, 1964.
- BERTOLA, A. **Eucalipto: 100 anos de Brasil: "Falem mal, mas continuem falando de mim!"**. Curvelo – MG: Setor de Inventário Florestal; V&M Florestal Ltda, 2013. 91p. Disponível em: <http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/Eucalipto_100%20anos%20de%20Brasil_Alexandre_Bertola.pdf>. Acesso em: 19 out. 2018.
- CAMARINHA, P. I. M.; FERREIRA, C. C.; FERREIRA, M. C.; SOARES, P. V.; SIMÕES, S. J. C.; TRANNIN, I. C. B. Proposta metodológica para a definição de corredor ecológico com base em modelagem cartográfica: a bacia do rio Paraíba do Sul, porção paulista. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15. (SBSR). 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011. p. 1989-1996. Disponível em: <<http://urlib.net/3ERPFQRTRW/3A54R3E>>. Acesso em: 14 ago. 2017.
- CARLOS, E.; MACHADO, J. P.; MOURA, N. V.; DIAS, V.; MORAES, M. R. S. Monitoramento do Eucalipto Clone I-144. **Integrada Revista Científica**, v. 4, p. 182-198, 2017.
- CASTRO, C. A. de OLIVEIRA; RESENDE, R. T.; BHERING, L. L.; CRUZ, C. D. Brief history of Eucalyptus breeding in Brazil under perspective of biometric advances. **Ciência Rural**, v. 46, n 9, p.1585-1593, set. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-8478201600090158>. Acesso em: 20 out. 2018.
- CIAGRO. Disponível em: <www.ciagro.sp.gov.br>. Acesso em: 15 mai. 2018.
- CRISÓSTOMO NETO, A. P. Mapeamento geoambiental com imagem de satélite do Vale do Paraíba. Rio Claro: [s.n.], 2003 67 f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente - IGCE) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- DEVIDE, A. C. P. **História ambiental do Vale do Paraíba: [revisão de literatura]**. 2013. 23p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

FARIA, L. dos S. **Resolução CONAMA 302/02 e as construções no entorno da Represa do Jaguari, em Igaratá- SP**. Disponível em: <https://www.jurisway.org.br/v2/dhall.asp?id_dh=1626>. Acesso em: 22 out. 2018.

FREITAS JÚNIOR, G. **O eucalipto no Vale do Paraíba: aspectos geográficos e históricos**. 2011. 105 p. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, USP, São Paulo.

FREITAS JÚNIOR, G.; MARSON, A. A.; SOLERA, D. A. G. Os eucaliptos no Vale do Paraíba paulista: aspectos geográficos e históricos. **Revista GEONORTE**, v. 1, n. 4, p. 221-237, 2012. Edição especial.

FIBRIA. **Relatório de sustentabilidade, 2012**. 64 p. Disponível em: <<http://www.fibria.com.br/rs2012/fibria-relatorio-de-sustentabilidade-2012.pdf>>. Acesso em: 19 out. 2018.

FIGUEIREDO, R. R. O. **Avaliação de um investimento florestal usando a teoria de opções reais**. 2016. 103p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial - Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/28397/28397.PDF>>. Acesso em: 18 out. 2018.

GOMES, M. A. F.; PEREIRA, L. C.; SOUZA, M. D. de; PEREIRA, A. S.; RONQUIM, C. C.; TÔSTO, S. G.; CAMPINHOS, E. N.; RODY, Y. P. **Perdas de água e de sedimentos sob três tipos de cobertura vegetal na microbacia da fazenda Santa Marta, município de Igaratá, SP**. Campinas: Embrapa Territorial, 2017. 15 p. (Embrapa Territorial. Circular Técnica, 33).

HASSE, G. Eucalipto: histórias de um imigrante vegetal. Porto Alegre: JÁ Editores, 2006. 127 p. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/balduinia/article/viewFile/14002/8736>>. Acesso em: 23 out. 2018.

IBGE. Produção da silvicultura e da extração vegetal PEVS. **Produção da Extração Vegetal e Silvicultura**, v. 32, p. 1-8, 2017. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/15f538e9095614fc3204f828b22fa714.pdf>. Acesso em 18 out. 2018.

IBGE. **Cidades**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/panorama>>. Acesso em: 5 set. 2016.

KOSHIBA, L. P.; FRAYSE, D. M. **História do Brasil**. São Paulo: Atual Editora, 1979. 312 p.

MARCHIORI, J. N. C. Primórdios da silvicultura no Rio Grande do Sul: 1- nota sobre a introdução do gênero *Eucalyptus l'her.i. Balduina*, n. 44, p. 21-31, 30 mar. 2014. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/balduinia/article/viewFile/14002/8736>>. Acesso em: 23 out. de 2018.

MORELLI, A. F. **Identificação e transformação das unidades da paisagem no município de São José dos Campos (SP) de 1500 a 2000**. 2002. 404p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro.

PEREIRA, L. C.; GOMES, M. A. F.; SOUZA, M. D. de **Caracterização pedogeomorfológica de microbacia do Município de Igaratá-SP**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2017. 7 p. (Embrapa Meio Ambiente. Comunicado Técnico, 55).

PINESE JÚNIOR, F. J.; CRUZ, L. M.; RODRIGUES, S. C. Monitoramento de erosão laminar em diferentes usos da terra. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 20, n. 2, p. 157-175, dez. 2008.

RIZZO, L.T. B. **Mapa pedológico detalhado: VCP - Igaratá: Fazenda Santa Marta – Igaratá, SP**. Cotia: LRM Projetos e Consultoria Agroambiental, 2008. 1 mapa, Escala 1:5.000.

RIZZO, L. T. B.; PIRES NETO, A. G.; SZTUTMAN, P. Solos nas áreas de produção de eucalipto e suas relações com o relevo e o substrato rochoso no vale do Paraíba do Sul/SP. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE SILVICULTURA, 2., 2011., Campinas. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 2011.

RONQUIM, C. C.; SILVA, R. B. F.; FIGUEIREDO, E. B.; BORDONALD, R. O.; TEIXEIRA, A. H. C.; COCHASRKI, T. C. D.; LEIVASA, J. F. Carbon sequestration associated to the land-use and land-cover changes in the forestry sector in southern Brazil. In: REMOTE SENSING FOR AGRICULTURE, ECOSYSTEMS, AND HYDROLOGY, 18. **Proc. of SPIE**, v. 9998, 99981T.

SÁTIRO, T. P. O.; SIMÕES, S. J. C.; AUTOMARE, G. B.; BERNARDES, G. P.; SOARES, P. V.; TRANINI, I. C. B.; DIAS, J. F. Metodologia para a elaboração de mapa de potencialidade para a silvicultura com base em álgebra de mapas: a porção paulista da Bacia do Rio Paraíba do Sul, Brasil. **Geociências**, v. 32, n. 4, p. 746-759, 2013.

SILVA, J. U. L.; MARQUES, M. C.; PHILIPPINI, R. A. S.; JOSLIN, E. B. Evolução da temperatura na região de Guaratinguetá, Vale do Paraíba, São Paulo, Brasil. **Revista Intraciência**, v. 12, p.1-9. 2016.

TONELLO, K. C. Comportamento ecofisiológico de clones de *Eucalyptus*. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Campinas, 2010. 161 p.

VIANA, M. B. **O eucalipto e os efeitos ambientais do seu plantio em escala**. Brasília, DF: Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados, 2004. 30 p. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/15f538e9095614fc3204f828b22fa714.pdf>. Acesso em: 19 out. 2018.

Embrapa

Meio Ambiente

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

CGPE 15175