

**UFRRJ  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
CIÊNCIA DO SOLO**

**DISSERTAÇÃO**

**Características Socioeconômicas, Edáficas e  
Produtivas das Áreas Cultivadas com Cana-de-  
açúcar (*Saccharum* sp.) em Paraty**

**Giovane Leal de Souza Silva**

**2013**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
CIÊNCIA DO SOLO**

**CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÔMICAS, EDÁFICAS E  
PRODUTIVAS DAS ÁREAS CULTIVADAS COM CANA-DE-AÇÚCAR  
(*SACCHARUM SP.*) EM PARATY**

**GIOVANE LEAL DE SOUZA SILVA**

*Sob a Orientação do Professor*

**Eduardo Lima**

*e Co-orientação da Professora*

**Michele Menezes Duarte**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Ciência do Solo.

Seropédica, RJ  
Abril de 2013

633.61  
S586c  
T

Silva, Giovane Leal de Souza, 1985-  
Características socioeconômicas, edáficas e  
produtivas das áreas cultivadas com cana-de-açúcar  
(*Saccharum Sp.*) em Paraty / Giovane Leal de Souza  
Silva – 2013.

119 f. : il., grafs, tab.

Orientador: Eduardo Lima.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal  
Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação  
em Agronomia – Ciência do Solo.

Bibliografia: f. 83-90.

1. Cana-de-açúcar – Cultivo – Paraty (RJ) - Teses.
2. Cana-de-açúcar – Cultivo – Aspectos sociais –  
Paraty (RJ) – Teses.
3. Cana-de-açúcar – Cultivo –  
Aspectos econômicos – Paraty (RJ) – Teses.
4. Cachaça – Paraty (RJ) – Teses. I. Lima, Eduardo,  
1955-. II. Universidade Federal Rural do Rio de  
Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Agronomia –  
Ciência do Solo. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA - CIÊNCIA DO SOLO**

**GIOVANE LEAL DE SOUZA SILVA**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**,  
no Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de Concentração em Ciência do Solo.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 22/04/2012.

---

Michele Duarte Menezes. Dra. UFRRJ  
(Co-orientador)

---

Lucia Helena Cunha dos Anjos. Ph.D. UFRRJ

---

Heroldo Weber. Dr. UFPR



## **AGRADECIMENTOS**

A DEUS que me deu a graça de chegar a esta realização.

À minha esposa, Selma Cristina de Oliveira Batista Leal, a grande benção que caminha ao meu lado todo dia. Que muito me ajudou na realização deste trabalho.

À minha mãe, Oneida Leal de Souza Silva, ao meu irmão Daniel, meus avós, tios, primos, padrinhos, sogros, cunhados, sobrinhos, enfim toda minha família, base forte de onde vem minha sustentação.

Aos meus orientadores Eduardo Lima, Michele Menezes e Lucia Helena Cunha dos Anjos, Obrigado pela esperança, pelo crédito, pelos princípios, pela ajuda no campo e no escritório. Obrigado pela confiança.

Ao João Flávio que muito se empenhou e me ajudou a realizar as coletas, as descrições, os mapas, análises entre outras atividades.

Ao Dr. Jair Felipe Ramalho e ao Dr. Frederico Veiga e aos técnicos José Geraldo e Carmino por todo apoio no desenvolvimento dos ensaios de competição de variedades.

À EMATER-RIO, pela oportunidade de aprimorar meus conhecimentos e contribuir para o desenvolvimento da agricultura fluminense com uma ATER cada vez mais qualificada, em especial ao meu chefe, colega e amigo Raphael.

À Prefeitura Municipal de Paraty – Secretaria de Pesca e Agricultura, parceira que acreditou e apoiou o trabalho, em favor do desenvolvimento da agricultura do município.

À Associação de Produtores e Amigos da Cachaça Artesanal de Paraty – APACAP e os produtores de cachaça Lucio, Norival, Dudu, Eduardinho, Angela, Maria Izabel, Claudio, Luiz, Osmar, Paulo e Casé, pelo crédito e apoio em prol da Cachaça e da cana-de-açúcar.

Aos produtores rurais de Paraty, Juarez, Wilson, Edis, Luciano, Eraldo, José, Maria Luiza, que abriram as portas de suas propriedades e me acolheu como somente os produtores rurais sabem acolher.

Aos parceiros em prol da cachaça de Paraty, a Maria Auxiliadora e o Ricardo Zarattini do SEBRAE; e o Celso Merola e o Gilberto Mascarenhas do MAPA.

Ao professor Marcio Francelino e seus estagiários pela ajuda na utilização dos programas de geoprocessamento.

Ao professor Marcos Bacis Ceddia pelo uso do GPS e do Laboratório de Física do Solo II na realização das análises físicas.

À FAPUR e ao Centro de Analises do Campus Campos dos Goytacazes-UFRRJ pelo suporte financeiro e as análises laboratoriais.

À Beth por toda perturbação que lhe causei, obrigado pela paciência, pela ajuda e descontração.

Ao Moraes agradeço a presteza, a ajuda no campo, a descontração e amizade.

Ao curso de Pós Graduação em Agronomia – Ciência do Solo, todos os professores e funcionários pela oportunidade e paciência.

Aos meus amigos que não citei, mas que muito colaboraram. Incluo aqui os “amigos do acaso”, que muito me ajudaram com sua carona.

## RESUMO GERAL

Giovane Leal de Souza Silva. **Características socioeconômicas, edáficas e produtivas das áreas cultivadas com cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.) em Paraty**. 119f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Ciência do Solo) Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2013.

A atividade canavieira e de derivados abrange diversos aspectos quanto ao potencial agrícola das terras, sócio-econômicos e culturais, e deve-se considerá-los para o seu pleno desenvolvimento. Informações sobre os indivíduos que atuam nessa atividade, as terras e a própria cultura de cana-de-açúcar são necessárias quando se busca o desenvolvimento sustentável. No município de Paraty, a lavoura canavieira tem como principal mercado a produção de cachaça artesanal, tendo o município recebido certificado de Indicação de Procedência. Desta forma, este estudo teve o objetivo de gerar informações de caráter edáfico e técnico para subsidiar as unidades produtoras de cana-de-açúcar em Paraty, considerando as técnicas de manejo e condições socioeconômicas dos produtores. Foi realizado levantamento de informações socioeconômicas através de entrevistas pré-estruturadas aplicadas aos agricultores produtores de cana-de-açúcar (APCs), para sua caracterização, assim como de suas unidades de produção de cana-de-açúcar (UPCs). Em áreas selecionadas, foi feito levantamento pedológico, com descrição e coleta de perfis completos, além de amostras extras para análises da fertilidade do solo. Para o mapeamento e caracterização da paisagem foram gerados Modelos Digitais de Elevação (MDEs), a partir de fontes gratuitas, os quais foram avaliados quanto à qualidade e escolhidos o melhor MDE para geração dos atributos do terreno de Paraty. Também foi avaliada a aptidão agrícola das UPCs segundo critérios do Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (SAAAT - original) e com propostas de adaptação para as condições locais (modificado). Foi traçado a partir das entrevistas o perfil do nível tecnológico dos agricultores, sendo qualificados nos níveis de manejo primitivo (A) e pouco desenvolvidos (B), com a definição de práticas de manejo destes agricultores. As classes de solos observadas nas UPCs foram os Argissolos, Cambissolos e Latossolos, que apresentaram a baixa fertilidade como característica comum. O MDE-Topodata apresentou a melhor qualidade, portanto foi usado para gerar os atributos do terreno, mostrando o predomínio de elevada declividade e o perfil convexo e divergente. O contraste entre o uso atual e a aptidão pelo SAAAT (original) mostrou que 82% das terras apresentaram uso mais intensivo que o da classe de aptidão, ou seja, uso inadequado. Já aplicando o sistema de aptidão modificado, 16% das terras mostraram uso inadequado, assim esse sistema é recomendado para a aplicação, com ajustes em cada caso. A partir da avaliação conjunta de todos os aspectos da produção levantados neste trabalho, conclui-se que o cultivo da cana-de-açúcar em áreas de Indicação de Procedência, como as de Paraty, possui características diferenciadas e que demandam manejo específico das terras e para identificação de novas áreas de produção.

**Palavras-chave:** Atividade canavieira. Modelo digital de elevação. Aptidão das terras para cana-de-açúcar. Indicação de procedência.

## GENERAL ABSTRACT

Giovane de Souza Silva Leal. **Socioeconomic, edaphic and productive characteristics of areas cultivated with sugarcane (*Saccharum* sp.) in Paraty**. 119p. Dissertation (Master Science in Agronomy, Soil Science). Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2013.

The sugarcane industry and its derivatives cover several aspects as agricultural potential of lands, socio-economic and cultural, and they should be considered for their full development. Information about persons that act in this activity, the lands and the sugar cane crop itself are necessary when seeking for sustainable development. In Paraty municipality, the main market of sugarcane production is for the artisanal *cachaça*, and Paraty received the certificate for Indication of Origin. Thus, this study aimed to generate edaphical and technical information for subsidizing producing units of cane sugar in Paraty, considering management techniques and socioeconomic conditions of the farmers. The socioeconomic information survey was taken place through pre-structured interviews applied to sugarcane producers (APCs), for the characterization of the farmers as well as of their producing units (UPCs). In selected areas, the soil was also surveyed, with the description and sampling of soil profiles, in addition to extra samples for soil fertility analysis. For the soil mapping and landscape characterization, a Digital Elevation Models (MDEs) was produced from free sources, which were evaluated according to their quality and the best MDE were chosen for generating the terrain attributes of Paraty. In addition, it was evaluated the land agricultural suitability of the UPCs according to the System of Agricultural Evaluation and Land Suitability (SAAAT- original), and a proposal adapted to the local conditions (modified). The technological level and the profile of farmers were defined from interviews, which qualified them as primitive (A) and underdeveloped (B) land management levels, with the definition of the management practices used by these farmers. The soil classes observed in UPCs were: Argisols, Cambisols and Latosols (Brazilian System of Soil Classification), and the soils low fertility were a common characteristic. The MDE-Topodata showed the better quality and therefore, it was used to generate the terrain attributes, pointing out to predominance of steep slopes and convex and divergent profile. The contrast between the present land usage and the agricultural suitability from SAAAT (original) showed that 82 % of lands had more intensive usage than their suitability class, in other words, an unsuitable usage. Applying the modified suitability system, 16 % of land showed unsuitable usage, thus its application is recommended with adjustments in each case. From the joint evaluation of all aspects of production evaluated, it is concluded that the cultivation of sugar cane in the areas with Indication of Origin, such as in Paraty, has distinctive characteristics and requiring specific land management and to identify new areas of production, according to information obtained in this work. From the evaluation of all aspects of production raised, it is possible to conclude that the sugarcane cultivation in Indication of Origin areas, such as in Paraty, has differentiated characteristics that demand specific soil management and to identify new production areas.

**Keywords:** Sugarcane production. Digital elevation model. Land suitability for sugarcane, Indication of Origin.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> População residente e sua distribuição por gênero e área urbana e rural do município de Paraty, ano de 2010. ....	8
<b>Tabela 2.</b> Número de integrantes familiares. ....	21
<b>Tabela 3.</b> Número de colmos por metro linear das variedades estudadas nas colheitas de cana-planta (570 dap) no sítio Pedra Branca e na cana-planta (380 dap) na microbacia do rio Barra Grande, em Paraty. ....	29
<b>Tabela 4.</b> Peso de colmo em quilograma das variedades estudadas nas colheitas de cana-planta (570 dap) no sítio Pedra Branca e na cana-planta (380 dap) na microbacia do rio Barra Grande, em Paraty. ....	30
<b>Tabela 5.</b> Índice de maturação das variedades estudadas nas colheitas de cana-planta (570 dap) no sítio Pedra Branca e na cana-planta (380 dap) na microbacia do rio Barra Grande, em Paraty. ....	30
<b>Tabela 6.</b> Produtividade, em megagrama por hectare, das variedades estudadas nas colheitas de cana-planta (570 dap) no sítio Pedra Branca e na cana-planta (380 dap) na microbacia do rio Barra Grande, em Paraty. ....	31
<b>Tabela 7.</b> Diferenciação de Mapas/Cartas e tipos de levantamentos de solos (continua). ....	39
<b>Tabela 8.</b> Critérios <sup>1</sup> para definição do grau de limitação por Deficiência de Fertilidade ( $\Delta F$ ) para a cultura da cana-de-açúcar em Paraty. ....	49
<b>Tabela 9.</b> Critérios para definição do grau de limitação por Deficiência de Água ( $\Delta A$ ) para a cultura da cana-de-açúcar em Paraty. ....	50
<b>Tabela 10.</b> Critérios para definição do grau de limitação por Deficiência de Oxigênio ( $\Delta O$ ) para a cultura da cana-de-açúcar em Paraty. ....	50
<b>Tabela 11.</b> Critérios para definição do grau de limitação por suscetibilidade à erosão ( $\Delta E$ ) para a cultura da cana-de-açúcar em Paraty. ....	51
<b>Tabela 12.</b> Critérios para definição do grau de limitação por impedimento ao manejo ( $\Delta M$ ) para a cultura da cana-de-açúcar em Paraty. ....	51
<b>Tabela 13.</b> Quadro Guia da proposta de adaptação do Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras para avaliação de terras para cultivo da cana-de-açúcar em Paraty-RJ. ....	53
<b>Tabela 14.</b> Resultados da análise estatística e valores de altitude para os MDEs. ....	55
<b>Tabela 15.</b> Áreas totais, dos canaviais e os atributos primários das UPCs. ....	64
<b>Tabela 16.</b> Atributos secundários das UPCs. ....	64
<b>Tabela 17.</b> Relação de perfis de solo e sua classificação até quarto nível categórico segundo o SiBCS (EMBRAPA, 2006). ....	65
<b>Tabela 18.</b> Características morfológicas dos perfis de ARGISSOLOS na área da IG de Paraty-RJ. ....	67
<b>Tabela 19.</b> Características físicas dos perfis de ARGISSOLOS da área da IG de Paraty-RJ. ....	68
<b>Tabela 20.</b> Características químicas dos perfis de ARGISSOLOS da área da IG de Paraty-RJ. ....	68
<b>Tabela 21.</b> Características morfológicas dos perfis de Cambissolos da área da IG de Paraty-RJ. ....	69
<b>Tabela 22.</b> Características físicas dos perfis de Cambissolos da área da IG de Paraty. ....	70
<b>Tabela 23.</b> Características químicas dos perfis de Cambissolo da área da IG de Paraty-RJ. ....	70
<b>Tabela 24.</b> Características morfológicas dos perfis de Latossolo da área da IG de Paraty-RJ. ....	71
<b>Tabela 25.</b> Características físicas dos perfis de Latossolo da área da IG de Paraty-RJ. ....	72
<b>Tabela 26.</b> Características químicas dos perfis de Latossolo da área da IG de Paraty-RJ. ....	72

<b>Tabela 27.</b> Atributos químicos das UPCs obtidos de amostras de fertilidade coletadas onde foram descritos os perfis da área da IG de Paraty. ....	75
<b>Tabela 28.</b> Unidades de mapeamento – UMs e suas legendas, com as respectivas UPC e suas expressões geográficas. ....	76
<b>Tabela 29.</b> Perfis modais/UPCs, estimativa dos graus de limitação para deficiência de fertilidade ( $\Delta F$ ), deficiência de água ( $\Delta A$ ), deficiência de oxigênio ( $\Delta O$ ), suscetibilidade à erosão ( $\Delta E$ ), e impedimentos ao manejo ( $\Delta M$ ), e aptidão agrícola segundo SAAAT (RAMALHO FILHO & BEEK, 1995) e situação do uso atual para as UPCs de cana-de-açúcar em Paraty. ....	78
<b>Tabela 30.</b> Unidades produtoras de cana-de-açúcar (UPC)/Unidades de Manejo, graus de limitação para deficiência de fertilidade ( $\Delta F$ ), deficiência de água ( $\Delta A$ ), deficiência de oxigênio ( $\Delta O$ ), suscetibilidade à erosão ( $\Delta E$ ), e impedimentos ao manejo ( $\Delta M$ ), unidades de manejos correspondentes e situação do uso atual.....	80

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Histograma de precipitação média mensal – Estação Parati 02344007 (ANA, 2013).	8
<b>Figura 2.</b> Mapa geológico do município de Paraty. Qha – Depósito Colúcio-Aluvionar; Qphm – Depósito Marinho e Flúvio-Marinho; Eγ4gp – Granito Parati; Nγ3pv – Granito Paiol Velho; Nγ3ap – Granito Parati-mirim; Nγ1r – Complexo Rio Negro (Gnaisse); Nγ1rd – Unidade Duas Barras. Extraído do Mapa Geológico do Estado do Rio de Janeiro (CPRM, 2000).	9
<b>Figura 3.</b> Produto interno bruto dos três diferentes setores da economia de Paraty.	10
<b>Figura 4.</b> Croqui do ensaio no sítio Pedra Branca, em Paraty.	16
<b>Figura 5.</b> Croqui do ensaio na microbacia do rio Barra Grande, em Paraty.	17
<b>Figura 6.</b> Localização dos APCs na área definida pela Indicação de Procedência da cachaça de Paraty.	19
<b>Figura 7.</b> Escolaridade (a), renda familiar em faixas de salário mínimo nacional em vigor na data da entrevista (b) e número de funcionários permanentes nas UPCs entrevistados em Paraty-RJ.	20
<b>Figura 8.</b> Atividade profissional principal (a), meio para contato disponível (b) e condições de acesso à moradia dos APCs estudados em Paraty-RJ.	22
<b>Figura 9.</b> Estrutura fundiária (a), área total do imóvel declarada (b) e forma de tratamento do esgoto (c) dos APCs estudados em Paraty-RJ.	23
<b>Figura 10.</b> Participação em instituições (a), área atual de cultivo (b) e produção anual (c) dos APCs de Paraty estudados.	24
<b>Figura 11.</b> Tempo dos canaviais (a), preço de venda (b) e forma de plantio (c) dos APCs de Paraty estudados.	25
<b>Figura 12.</b> Produtividade obtida no último ano safra (a), unidade de venda utilizada (b) e unidade de pagamento pela cana-de-açúcar (c) usado pelos APCs de Paraty estudados.	27
<b>Figura 13.</b> Número de agricultores entrevistados que ‘usam máquinas agrícolas’, ‘cultivam outras culturas’ e ‘usam insumos agrícolas’.	28
<b>Figura 14.</b> Frequência dos pontos obtidos com DGPS distribuídos em classes de precisão horizontal (a) e vertical (b).	54
<b>Figura 15.</b> Problemas de descontinuidade de rios e curvas e linhas fantasmas encontradas na base de dados do IBGE.	55
<b>Figura 16.</b> Distribuição das UPCs no relevo em Paraty.	56
<b>Figura 17.</b> Mapa de altitude da área de estudo em Paraty destacando as UPCs.	57
<b>Figura 18.</b> Mapa de declividade da área de estudo em município de Paraty reclassificado segundo Embrapa (2006).	57
<b>Figura 19.</b> Mapa do atributo primário Perfil de Curvatura da área da IG de Paraty.	58
<b>Figura 20.</b> Mapa do atributo primário Plano de Curvatura da área de estudo no município de Paraty.	58
<b>Figura 21.</b> Área compreendida nas faixas de AACD da área da IG de Paraty.	59
<b>Figura 22.</b> Mapa do atributo secundário Altura Acima do Canal de Drenagem da área da IG de Paraty.	60
<b>Figura 23.</b> Mapa do atributo secundário índice de Multirresolução de Fundo de Vale da área da IG de Paraty.	60
<b>Figura 24.</b> Mapa do atributo secundário índice de umidade da área da IG de Paraty.	61
<b>Figura 25.</b> Mapa do atributo secundário Nível do Canal da Base da Rede Local da área da IG de Paraty.	61

<b>Figura 26.</b> Relação de faixas do índice de Umidade e a área da IG de Paraty. ....	62
<b>Figura 27.</b> Relação do índice Nível do Canal da Base da Rede Local e a área de estudo no município de Paraty. ....	62
<b>Figura 28.</b> Estoque de K na profundidade de 0,3 m para os solos estudados em Paraty-RJ...	73
<b>Figura 29.</b> Estoque de Ca na profundidade de 0,3 m para os solos estudados em Paraty-RJ.	73
<b>Figura 30.</b> Estoque de Mg na profundidade de 0,3 m para os solos estudados em Paraty-RJ.	74
<b>Figura 31.</b> Estoque de carbono na profundidade de 0,3 m para os solos estudados em Paraty-RJ.....	74

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL .....	1
CAPITULO I PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR EM PARATY – CARACTERIZAÇÃO AMBIENTA E DOS AGRICULTORES E POTENCIAL DA LAVOURA.....	3
1. RESUMO .....	4
2. ABSTRACT .....	5
3. INTRODUÇÃO.....	6
4. REVISÃO DE LITERATURA .....	7
4.1. História de Paraty .....	7
4.2. Caracterização Geral do Município de Paraty .....	7
4.3. Cana-de-açúcar .....	10
4.4. Cachaça de Paraty.....	11
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
5.1. O Pesquisador na Comunidade.....	13
5.2. Levantamento Socioeconômico e Produtivo .....	13
5.3. Potencial da Produção Canavieira .....	14
5.3.1. Variedades comerciais utilizadas.....	14
5.3.2. Ensaio no sítio Pedra Branca .....	15
5.3.3. Ensaio na microbacia do rio Barra Grande.....	16
5.3.4. Parâmetros avaliados .....	17
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	19
6.1. Visitas e Entrevistas aos Agricultores Produtores de Cana-de-açúcar .....	19
6.2. Avaliação Socioeconômica dos Agricultores Entrevistados .....	19
6.3. Classificação do Nível de Manejo e Outras Avaliações.....	28
6.4. Avaliação do Potencial Canavieiro de Paraty .....	29
7. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	32
CAPITULO II GEOPROCESSAMENTO E CONHECIMENTO PEDOLÓGICO APLICADOS A CONSTRUÇÃO DE UMA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL EM PARATY .....	33
8. RESUMO .....	34
9. ABSTRACT .....	35
10. INTRODUÇÃO.....	36
11. REVISÃO DE LITERATURA .....	37
11.1. Classificação Pedológica e Levantamento de Solos.....	37
11.2. Geoprocessamento.....	41
11.3. Métodos de Avaliação da Aptidão das Terras .....	43
12. MATERIAL E MÉTODOS.....	44
12.1. Caracterização das Áreas de Estudo.....	44
12.2. Geração e Avaliação dos Modelos Digitais de Elevação (MDEs) .....	45



12.2.1.	Os diferentes MDEs gerados .....	45
12.2.2.	Avaliação da qualidade dos MDEs .....	46
12.3.	Atributos Primários e Secundários Extraídos a Partir do MDE de Maior Acurácia .....	46
12.4.	Descrição dos Perfis e Coleta de amostras, Classificação dos Solos e Levantamento dos Solos.....	46
12.5.	Análises Físicas e Químicas .....	47
12.5.1.	Análises físicas .....	47
12.5.2.	Análises químicas .....	47
12.6.	Avaliação da Aptidão das Terras para o Cultivo de Cana-de-açúcar para Cachaça .....	48
13.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	54
13.1.	Modelos Digitais de Elevação (MDE) e Atributos do Terreno. ....	54
13.1.1.	Avaliação da qualidade dos MDEs gerados .....	54
13.1.2.	Avaliação dos atributos do terreno no município de Paraty. ....	56
13.1.3.	Avaliação dos atributos do terreno nas UPCs.....	62
13.2.	Caracterização dos Solos das UPCs .....	65
13.2.1.	Argissolos .....	67
13.2.2.	Cambissolos .....	69
13.2.3.	Latossolos .....	71
13.3.	Estoques de Nutrientes e Carbono e Fertilidade das Áreas Estudadas.....	73
13.4.	Levantamento de Solos nos Canaviais .....	75
13.5.	Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola da Terra (SAAAT) .....	76
13.6.	Aptidão Agrícola das Terras para Cana-de-açúcar para Cachaça - Adaptação do SAAAT para Paraty.....	79
14.	CONCLUSÕES .....	81
	CONCLUSÕES GERAIS .....	82
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	83
	ANEXOS .....	91

## INTRODUÇÃO GERAL

A lavoura da cana-de-açúcar tem importância histórica para o município de Paraty, denominando um ciclo que deixou uma riqueza cultural e econômica. A demonstração do reconhecimento desta herança é a concessão do primeiro certificado de Indicação de Procedência (IP) para cachaça, recebido por Paraty. A agroindústria de cachaça artesanal é o principal destino do cultivo da cana-de-açúcar no município.

Apesar deste recente estímulo, ainda é observada queda na produção canavieira, pela produtividade baixa, pelo uso de técnicas inadequadas, a falta de logística de produção, o manejo incipiente da lavoura e das terras, entre outros fatores. Também influencia diretamente o destaque atual de Paraty como pólo de turismo, o que afeta a comunidade rural. A especulação imobiliária, a grande demanda de mão de obra para atividades ligadas ao turismo, e prestação de serviços e construção civil entre outras, tem gerado grande êxodo de pessoal das atividades agropecuárias.

Mesmo com o grande volume de conhecimento sobre a cultura da cana-de-açúcar no Brasil, senda esta uma das principais lavouras do agronegócio; no contexto do sistema de produção em Paraty e em relevo acidentado, não se dispõe de documento que integre as principais variáveis envolvidas na produção desta lavoura. Ainda, é necessário, estabelecer critérios específicos para esse ambiente quanto à potencialidade das terras de Paraty para o cultivo da cana-de-açúcar.

O levantamento de solos é essencial para avaliar a potencialidade de uso das terras, através do mapeamento e da classificação taxonômica e utilitária dos solos. Ele fornece diversas informações sobre as propriedades químicas, físicas e morfológicas dos solos. Devido a relação entre as características dos solos e às propriedades do terreno onde estão inseridos, o emprego de modelos digitais de elevação (MDEs) em ambiente de sistemas de informação geográficas (SIG), associado à identificação das unidades de mapeamento dos solos, constitui ferramenta importante para o planejamento agrícola, em qualquer região.

Para avaliar o potencial agrícola das terras, um dos sistemas utilizados é o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (SAAAT) (RAMALHO FILHO & BEEK, 1995), que foi desenvolvido para aplicação nos levantamentos de solos em escalas pequenas (reconhecimento e semi-detalhado), mas permite ajustes a condições específicas. O SAAAT avalia as terras a partir de cinco fatores considerados fundamentais para o desenvolvimento das culturas, sintetizando características do sistema solo e da paisagem e clima. Inclui também a avaliação da viabilidade de melhoramento das condições agrícolas das terras, de acordo com diferentes níveis tecnológicos de manejo das terras e de utilização de insumos. Esse diferencial de outros sistemas, como o de capacidade de uso das terras, é um reconhecimento das condições brasileiras e das necessidades de uso da terra distintas quanto ao nível tecnológico dos agricultores (RESENDE et al., 2007; RAMALHO FILHO & BEEK, 1995).

O estabelecimento de unidades de manejo das terras pode também ser feito, através da criação de um sistema próprio de aptidão agrícola, seguindo os preceitos de Ramalho Filho & Beek (1995), mas com base no conhecimento técnico e científico e nas características edáficas e de manejo peculiares de uma dada região.

Além da classificação das terras cultivadas com cana-de-açúcar e identificação do nível de manejo, a caracterização socioeconômica dos agricultores é fundamental para um diagnóstico desta atividade, visando o fomento e criação de políticas públicas e privadas, para a sustentabilidade da produção de cana-de-açúcar para a agroindústria de cachaça artesanal em Paraty.

O objetivo geral deste estudo foi gerar informações de caráter edáfico e técnico úteis para subsidiar as unidades produtivas de cana-de-açúcar em Paraty, considerando as técnicas de manejo e condições socioeconômicas dos produtores neste município.

O trabalho foi dividido em dois capítulos, identificados a seguir:

Capítulo I – Produção de cana-de-açúcar em Paraty – Caracterização ambiental e dos agricultores e potencial da lavoura. Neste capítulo se buscaram caracterizar a região da IP de Paraty, os agricultores que atualmente cultivam a cana-de-açúcar e suas unidades produtivas em Paraty, assim como o potencial da lavoura levando em conta os aspectos técnicos.

Capítulo II – Geoprocessamento e conhecimento pedológico aplicado à construção de uma agricultura sustentável em Paraty. Este capítulo tem por objetivos caracterizar as áreas plantadas de cana-de-açúcar em Paraty, a partir do levantamento de solos, quanto à aptidão agrícola. Para tal foi utilizado o Sistema Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras – SAAAT (original) e uma proposta de adaptação do SAAAT (modificado), que considera o ecossistema em questão, as características da atividade canavieira e o perfil dos pequenos agricultores em Paraty. Neste capítulo foram também utilizados Modelos Digitais de Elevação (MDEs) para obtenção de informações da paisagem.

## **CAPITULO I**

### **PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR EM PARATY – CARACTERIZAÇÃO AMBIENTA E DOS AGRICULTORES E POTENCIAL DA LAVOURA**

## 1. RESUMO

Para um desenvolvimento sustentável do cultivo da cana-de-açúcar em Paraty, a caracterização socioeconômica dos agricultores produtores e um panorama do potencial da lavoura canavieira são ferramentas importantes para a consolidação da agroindústria de cachaça artesanal. Desta maneira, objetivou-se caracterizar os agricultores, suas unidades produtivas e o desempenho do cultivo de cana-de-açúcar em Paraty. Baseado em informações obtidas por meio de documentos, bibliografias, conversas informais com paratienses e entrevistas com colaboradores, obteve-se um grupo de agricultores produtores de cana-de-açúcar (APC), que foram procurados para realização de uma visita a propriedade e entrevista pré-estruturada. As entrevistas basearam-se na avaliação das condições socioeconômicas dos agricultores e variáveis do cultivo da cana-de-açúcar. Foram realizadas nove visitas e entrevistas. Foram implantados dois experimentos com variedades comerciais e tradicionais de cana-de-açúcar de Paraty, no intuito de avaliar o desempenho dos diferentes materiais genéticos sob as condições ambientais locais. O nível de instrução apresentou uma relação direta com a renda familiar, sendo que os APCs com renda familiar maior que quatro salários mínimos apresentaram maior nível de instrução. Três produtores vivem exclusivamente do cultivo da cana-de-açúcar, um é autônomo e os outros cinco são produtores de cachaça. As informações obtidas sobre o cultivo mostraram que a produtividade de mais da metade dos APCs está na faixa de 25 a 60 megagramas por hectare. Os que usam máquinas e insumos agrícolas são cinco dos nove entrevistados, que também são produtores de cachaça e tem maior renda familiar. Foram classificados como de nível de manejo primitivo (A) quatro agricultores e outros quatro como de nível pouco desenvolvido (B). As condições socioeconômicas e produtivas permitiram a distinção de dois grupos de agricultores que necessitam de políticas distintas, mas que se integrem e inter-relacionem. Nos experimentos, a produtividade observada foi superior à média da produtividade do município, chegando a ser oito vezes maior. Não foi observado diferenciação pelo teste estatístico entre as variedades estudadas. Contudo, os bons desempenhos de todas as variedades demonstram que a utilização de técnicas de manejo mais atuais, assim como a diversificação de material genético poderão trazer benefícios para os agricultores e suas propriedades, e consequentemente para a produção de cachaça de Paraty.

**Palavras-chave:** Levantamento socioeconômico. Produtores de cana-de-açúcar. Nível tecnológico.

## 2. ABSTRACT

For sustainable development of sugarcane cultivation in Paraty, the socioeconomic characterization of farmers and an overview of sugarcane potential are important tools to the consolidation of agroindustry of handmade cachaça. Thus, this study aimed the characterization of farmers, their producing units, and the performance of sugarcane cultivation in Paraty. Based on information obtained by means of documents, bibliographies, informal conversations with local residents, and interviews with collaborators, it was obtained a group of sugarcane producers (APC), that were sought for a visit in their property and pre-structured interview. The interviews were based on evaluation of socioeconomic conditions of farmers and variables of sugarcane cultivation. A total of nine interviews and visits were done. Two experiments were implemented with commercial and traditional varieties of sugarcane, in order to evaluate the performance of these different genetic materials under the local environmental conditions. The level of instruction showed direct relationship with the family income, where the APCs with income higher than four minimum wages showed higher level of instruction. Three farmers live exclusively from sugarcane cultivation, one is autonomous and the other five are producers of cachaça. The information about the cultivation pointed out that the yield of more than half of APCs is in the range of 25 to 60 mega grams per hectare. Five farmers use agricultural machinery and inputs, which are the ones with higher familiar income. Four farmers were classified as primitive level of management (A) and the others, classified as underdeveloped (B). The socioeconomic and productive conditions allowed the distinction of two groups of farmers that require different politics, but with integration and interrelationship with each other. In the experiments, the observed productivity was over than the average productivity of the municipality, getting to be eight times higher. It was not observed differentiation by statistic test among varieties studied. However, the good performance of varieties showed that the use of current management techniques, as well as diversification of genetic material, may bring benefits for the farmers, their properties, and the production of cachaça.

**Keywords:** Socioeconomic survey. Sugarcane producers. Technological level.

### 3. INTRODUÇÃO

A cidade de Paraty ganhou importância após o descobrimento do Brasil, por ser ponto obrigatório de parada de pessoas que vinham do Rio de Janeiro em direção as “gerais” em busca de ouro e pedras preciosas. Nesta época, a cachaça era levada para as minas de ouro como “alimento” para os escravos, e exportada como aperitivo para a Europa e usada como moeda na compra de escravos na África (MELLO, 2006). Com a abolição da escravatura em 1888, e o êxodo dos trabalhadores rurais, houve o colapso da economia, baseada na cultura do café e da cana-de-açúcar e, por conseguinte um declínio das agroindústrias de cachaça. Em meados da década de 50, no século passado, com a abertura de uma estrada carroçável para o município de Cunha SP, lentamente promoveu-se o soerguimento econômico do Município, tanto pela recuperação das lavouras, como pela afluência de turistas, vindos principalmente de São Paulo (MELLO, 2006; IBAMA 2005).

Atualmente, a economia paratiense é baseada em primeiro lugar no turismo, seguido da pesca e da atividade agropecuária. A cultura agrícola predominante é a banana (70% da produção agrícola), seguida da cana-de-açúcar (16% da produção agrícola), que é voltada para atender às pequenas destilarias de cachaça (IBGE, 2006).

A cana-de-açúcar foi trazida pelos portugueses ao Brasil para a produção de açúcar, sendo até 1650, o maior produtor mundial deste produto. O cultivo da cana-de-açúcar no seu planejamento e execução deve considerar as diferentes características das diversas variedades existentes que permitem a melhor produção. Tem uma produção de mais de meio bilhão de toneladas na safra de 2012/13 sendo a região centro-sul a maior produtora do país (CONAB, 2013). A produção do município de Paraty hoje é de 4800 megagramas, sendo o principal destino a agroindústria da cachaça (IBGE, 2013).

A reorganização da agroindústria da cachaça de Paraty iniciou-se em 1997 com a mobilização de alambiqueiros preocupados com o desenvolvimento futuro desta bebida, em parceria a um convênio de consultoria entre Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas-SEBRAE e a Fundação Bio Rio. Por meio deste convênio, consultores e parceiros promoveram a organização dos alambiqueiros no município, e como consequência, melhorias dos processos de produção e reestruturação dos engenhos (APACAP, 2011).

O progresso estimulou os alambiqueiros a estruturar o grupo e como principal resultado em 22 de julho de 2004, foi criada em Associação de Produtores e Amigos da Cachaça Artesanal de Paraty – APACAP.

Dentre os avanços alcançados, pode-se destacar a conquista da IG (Indicação Geográfica) de Paraty, na modalidade Indicação de Procedência (IP), conferida em 8 de maio de 2007. Esta modalidade determina o direito exclusivo de somente as cachaças fabricadas no município exibirem em seus rótulos um selo com a indicação "Cachaça de Paraty", seguida da expressão "Indicação de Procedência".

Contudo, apesar deste estímulo, a produção canavieira no município ainda é incipiente e não se dispõe de documento que integre as principais variáveis envolvidas na produção desta lavoura. Ainda, é necessário, estabelecer critérios específicos para o relevo acidentado que caracteriza o município quanto à potencialidade das terras de Paraty para o cultivo da cana-de-açúcar.

Sendo assim, este capítulo teve como objetivos caracterizar o ambiente de produção, os agricultores que atualmente cultivam a cana-de-açúcar e suas unidades produtivas, e o potencial de produção da lavoura em Paraty.

## **4. REVISÃO DE LITERATURA**

### **4.1. História de Paraty**

Na época do descobrimento do Brasil, o território de Paraty era ocupado pelos indígenas Guaianás, que tinham seus domínios para o norte até Angra dos Reis e para o sul até o Rio Cananéia do Sul. Paraty ganhou importância por ser ponto obrigatório dos grupos que vinham do Rio de Janeiro em direção as “gerais” atrás de ouro e pedras preciosas. Este fato é marcado geograficamente por uma antiga trilha Guaianás que transpunha a Serra do Mar a partir de Paraty (MELLO, 2006; IBAMA, 2005).

Graças à sua situação de caminho único para o Vale do Paraíba e as Minas para quem vinha do Norte, a povoação prosperou rapidamente. Os paulistas do Vale desciam a Serra com os produtos de sua lavoura para negociá-los e ali adquirir os artigos de que necessitavam. O porto era muito frequentado, fazendo-se grande comércio de café, arroz, milho, feijão, aguardente e farinha. Por ali se escoava grande parte do ouro das Minas, tanto que uma Carta Régia de 9 de maio de 1703 nela criou um Registro de Ouro, extinguindo todos demais, salvo o de Santos (MELLO, 2006; IBAMA, 2005).

Depois da abertura, na segunda década do século XVIII, do "caminho novo" para as Minas Gerais, o qual partindo do Rio de Janeiro através da Serra dos Órgãos, Paraíba (do Sul) e Borda do Campo (Barbacena) encurtava para 15 dias a jornada para os sertões do ouro, Paraty teve o primeiro declínio. Ainda assim, continuou importante porto de mar até fins do século XIX. (MELLO, 2006; IBAMA, 2005).

Por volta de 1863 ainda existiam 12 engenhos e 150 fábricas de aguardente. Com a abolição da escravidão, em 1888, e o êxodo dos trabalhadores rurais, houve o colapso de sua economia, baseada na cultura da cana e do café. Em consequência do abandono das terras, vários cursos de água tiveram seus leitos obstruídos, ficando as férteis sujeitas a inundações (APACAP, 2011; MELLO, 2006; IBAMA, 2005).

A partir de 1954, com a abertura de uma estrada carroçável para o município de Cunha SP, na direção do antigo caminho colonial da Serra, houve lentamente o soerguimento econômico do município, tanto pela recuperação das lavouras, como pela afluência de turistas, vindos principalmente de São Paulo (MELLO, 2006; IBAMA, 2005). A abertura da estrada para Angra dos Reis rompeu o isolamento para com o estado do Rio de Janeiro e permitiu novo surto de progresso para o Município (IBAMA, 2005).

### **4.2. Caracterização Geral do Município de Paraty**

Paraty localiza-se ao extremo sul fluminense e está inserido na Baía da Ilha Grande, integrando a região turística da Costa Verde. Segundo IBGE (2013), a população é de 37.533 habitantes. A área do município é de 925,05 km<sup>2</sup>, dividida em três distritos: Paraty, Paraty Mirim e Tarituba. Está localizado a 97 km de Angra dos Reis, 259 km da cidade do Rio de Janeiro, 30 km de Cunha – SP, 73 km de Ubatuba – SP e a 296 km da cidade de São Paulo.

Dados do censo de 2010 informaram que da população total de Paraty a minoria residiu no meio urbano (Tabela 1). Quanto ao gênero, se observa paridade na população, sendo a dos homens pouco superior a das mulheres (Tabela 1).

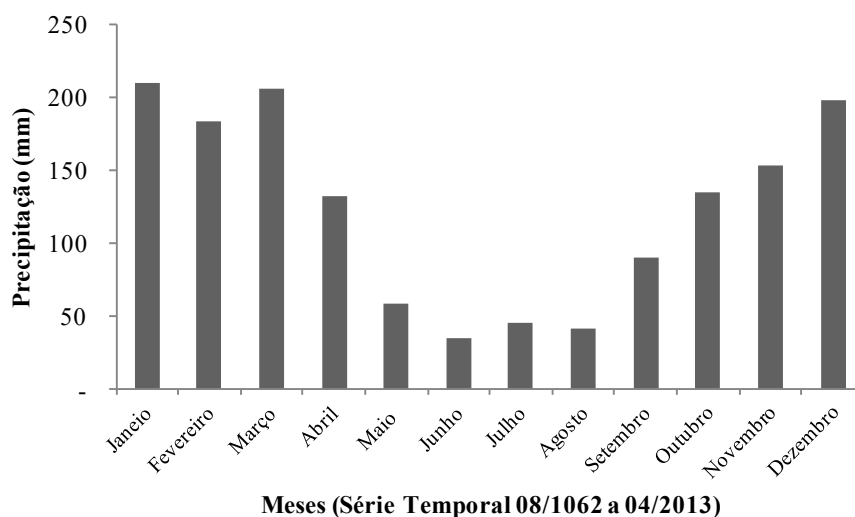


**Tabela 1.** População residente e sua distribuição por gênero e área urbana e rural do município de Paraty, ano de 2010.

Caracterização da população	Número de pessoas
Pessoas residentes	37.533
Homens residentes	18.964
Mulheres residentes	18.569
Pessoas residentes na área urbana	27.689
Pessoas residentes na área rural	9.844

Fonte: IBGE (2013)

O regime pluviométrico em Paraty e na região caracteriza-se pelos maiores índices de chuva no litoral fluminense e na vertente oceânica, com totais anuais médios superiores a 2.000 mm, ocorrendo, frequentemente, períodos com índices máximos próximos ou superiores a 3.000 mm anuais (IBAMA, 2005). Na localidade de São Roque os índices ultrapassam os 2.200 mm anuais devido à penetração dos ventos úmidos do quadrante sul. Esta pluviosidade contrasta com outras áreas litorâneas de Paraty, com baixa pluviosidade anual (em torno de 1.350 mm) (Figura 1), em consequência de sua localização na porção oeste da Baía da Ilha Grande que a protege da ação dos sistemas frontais por ventos de SW e SE.



**Figura 1.** Histograma de precipitação média mensal – Estação Parati 02344007 (ANA, 2013).

As temperaturas mensais médias nos meses de verão correspondem a 25°C e 26°C e as médias das máximas entre 28°C e 30°C. Nos meses de junho e julho ocorrem as temperaturas mais baixas, com valores mensais médios entre 18°C e 20°C. A umidade relativa do ar apresenta pequenas variações ao longo do ano, com índices entre 80 – 83% (IBAMA, 2005).

Nos municípios de Paraty e Angra dos Reis a direção do vento é variável durante todo o ano, exceto nos meses de maio, com predominância de calmaria. A velocidade média está compreendida entre 2 e 6 m.s<sup>-1</sup> (SEMA-RJ/IBAMA, 1.997).

O município de Paraty encontra-se sobre granitos e gnaisses do Complexo Gnáissico Granitoide e xistos da Sequência Metavulcânica-Sedimentar. Ocorrem também inúmeras zonas de cisalhamento e falhas às quais se associam a rochas miloníticas e cataclásticas, e sedimentos continentais, marinhos e mistos cenozóicos (Figura 2) (HASUI et al., 1.989, CPRM, 2000).

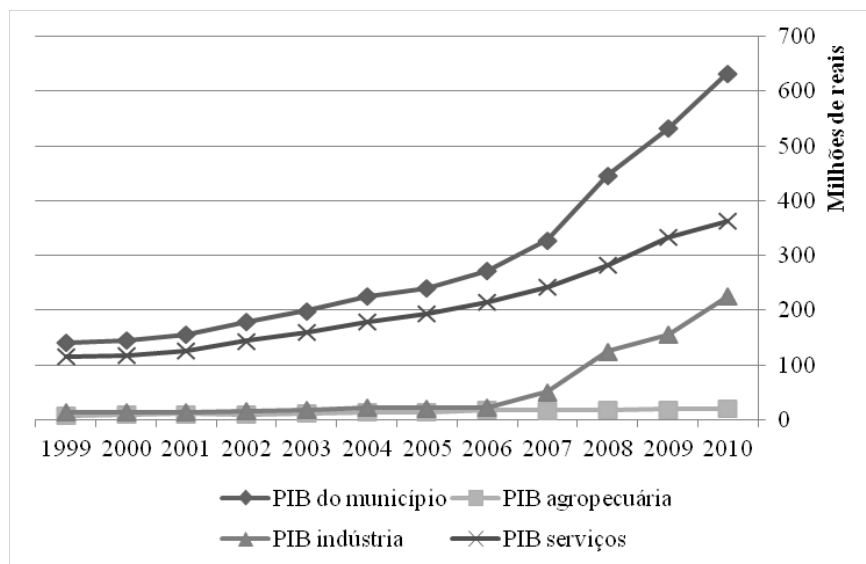


De modo geral, os solos são rasos na região de escarpa sobre os granitos; pouco profundos a profundos no planalto sobre os materiais gnáissicos; e profundos na planície litorânea sob diversos sedimentos (aluviões, colúvios-aluvionares, planícies, cordões marinhos e praias, e mangues), com influência do lençol freático (IBAMA, 2005).

Apesar da ausência de dados, pode-se inferir que ocorre uma elevada disponibilidade hídrica superficial nessas áreas, pois segundo Coelho Netto & Dantas (1995), a região litorânea e a escarpa oceânica (vertente sul) não apresentam nenhuma deficiência hídrica.

De acordo com a classificação adotada pelo IBGE (1992), conforme diretrizes de Veloso e Góes-Filho (1982), Paraty situa-se dentro dos domínios florísticos da Zona Neotropical e agrupa uma diversidade de formas vegetacionais, sendo predominante a Floresta Ombrófila Densa (Submontana, Montana e Alto Montana).

A economia paratiense é baseada em primeiro lugar no turismo, seguida da pesca e da atividade agropecuária. O produto interno bruto - PIB do município em 2010 foi de R\$ 632 milhões. A lavoura predominante é a banana (70% da produção agrícola), seguida da cana-de-açúcar (16% da produção agrícola) (IBGE, 2006). É significativa a participação da agroindústria de transformação de mandioca, cana-de-açúcar e banana, embora com menor peso significativo na economia.



**Figura 3.** Produto interno bruto dos três diferentes setores da economia de Paraty.

#### 4.3. Cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) é uma planta originária do sudeste asiático, mais específico da Nova Guiné e Indonésia (DANIELS & ROACH, 1987). É cultivada principalmente em regiões situadas entre os paralelos 35° N a 35° S, e em altitudes que variam do nível do mar a 1000 m de altitude (TERRAMOTO, 2003).

Veio para o Brasil, trazida por Martin Afonso de Souza em 1532 das ilhas dos Açores, em Cabo Verde, onde Portugal a cultivava. Adaptaram-se muito bem as condições ambientais dos trópicos. As lavouras foram tão produtivas que o Brasil até 1650, liderou a produção mundial de açúcar, com grande penetração no mercado europeu (CASTRO, 1995).

Inicialmente cultivava-se principalmente a espécie *Saccharum officinarum* (L), que era conhecida pelas cultivares “Cana Criola”, “Cana Caiana”, “Preta”, “Roxa”, “Bambu”, “Salangor”, “Cavangir” e “Imperial”. Entretanto, estas cultivares passaram a ter dificuldade de adaptação ecológica e severos danos por doenças como o “mosaico” (CASCUDO, 1968). Híbridos interespecíficos, oriundos de programas de melhoramento genético, resistentes e melhor adaptados às diversas condições ambientais permitiram a expansão da cultura pelo

mundo (FIGUEIREDO, LANDELL & CAMPANA, 1995; MATSUOKA, GARCIA & ARIZONO, 1999). Os primeiros híbridos introduzidos no Brasil, entre 1925 a 1932, foram oriundos da Ilha de Java sendo identificadas pelas siglas POJ. A partir de 1932 foram importados novos híbridos trazidos da Índia, sob a sigla Co. Na década de 50 apareceu as primeiras áreas cultivadas com híbridos brasileiros, as variedades CB desenvolvidas na Estação Experimental de Campos (RJ), e as variedades IAC desenvolvidas pelo Instituto Agrônomo de Campinas em SP. Entre 1970 a 1985 foram trazidas da Argentina as variedades NA que dominou a área plantada mas a suscetibilidade ao carvão e ferrugem inviabilizou seu cultivo. A partir de 1985 as variedades oriundas dos programas de melhoramento do Planalsucar (Programa Nacional de Melhoramento de Cana-de-Açúcar), sob a sigla RB, e do Copersucar (Cooperativa dos Produtores de Cana, Açúcar e Alcool do Estado de São Paulo Ltda.) sob a sigla SP dominou as áreas cultivadas com cana no Brasil (ANDRADE et. al., 2002).

Na exploração da cana-de-açúcar deve-se também levar em consideração a maturação das variedades. As variedades podem ser classificadas quanto à maturação da seguinte forma: a) variedades precoces, que apresentam teor de sacarose superior a outras variedades no início da safra (abril e maio); b) variedades médias apresentam teor de sacarose superior no meio da safra (junho, julho, agosto); e c) variedades tardias, que apresentam elevado teor de sacarose no meio para o final da safra. O uso de pelo menos três variedades de ciclos de maturação diferentes permite melhores resultados na produção da cana-de-açúcar ao longo da safra (BARBOSA et. al. 2007).

A cana-de-açúcar, na safra 12/13, foi cultivada em área de 8,4 milhões de hectares com produção de 588,92 milhões de megagramas (CONAB, 2013). O Brasil é o maior produtor no mundo, seguido de Índia e China (BRASIL, 2009). A região Sudeste é a maior produtora de cana-de-açúcar do País, com 387,22 milhões de megagramas, seguida pela Região Centro-Oeste, com 106,00 milhões de megagramas. O estado do Rio de Janeiro na safra 12/13 teve área cultivada de 39,86 mil hectares, com produção de 1,89 milhões de megagramas (CONAB, 2013). A produção de cana-de-açúcar de Paraty na safra 10/11 foi de 4.800 megagramas em uma área de 160 hectares resultando em rendimento médio de 30 megagramas por hectare (IBGE, 2013). Esta baixa produtividade deve-se entre outros motivos ao uso de áreas inadequadas, práticas de manejo inadequado e a mudas de baixa qualidade.

As causas de baixa produtividade da cana na cadeia da cachaça de alambique de Minas Gerais foram atribuídas aos seguintes pontos: uso de mudas de cana de baixa qualidade; manejo do solo não realizado ou realizado em desacordo com as recomendações técnicas; e assistência técnica deficiente e resistência do produtor a adotar as tecnologias para produção de cana-de-açúcar (SEBRAE, 2001).

#### **4.4. Cachaça de Paraty**

A cachaça tem hoje produção oficial estimada em 1,5 bilhões de litros por ano. É a segunda bebida mais vendida no Brasil, perdendo somente para a cerveja. O mercado interno é o consumidor de quase a totalidade da produção. Pelo crescimento de sua aceitação no mercado internacional, esta bebida é hoje o terceiro destilado mais consumido no mundo. O maior produtor no Brasil é o Estado de São Paulo, predominando a cachaça industrial, destilada na coluna de destilação. O segundo maior produtor é o Estado de Minas Gerais, onde prevalece a cachaça artesanal, destilada no alambique (ANDRADE & ANDRADE, 2007).

Os pequenos produtores de cachaça (alambiqueiros), que são maioria no país, têm enfrentado grandes problemas estruturais, institucionais e tecnológicos. Na área agrícola,

destaca-se o cultivo de cana-de-açúcar em lavouras de pequenos produtores e com baixo nível tecnológico.

A fabricação de açúcar e aguardente em Paraty ocorre desde a ocupação da região pelos portugueses no século XVI. Sendo que os primeiros alambiques vieram de Açores, onde eram utilizados na fabricação de bagaceira. No fim do século XVII teve início a prospecção do ouro no Brasil e Paraty dispunha do único caminho de ligação do Rio de Janeiro com as minas. Assim a cachaça produzida era levada para a cidade do Rio de Janeiro e de lá para Europa como aperitivo, ou a África como moeda na compra de escravos e também de volta as minas de ouro como ‘alimento’ para os escravos mineiros. A cachaça teve seu auge em Paraty nos séculos XVIII e XIX devido a vários fatos históricos como: a transferência da capital do Brasil de Salvador para o Rio de Janeiro (1763), a vinda da família real para o Brasil (1808), e a elevação de vila a cidade (1844).

A decadência da agroindústria da cachaça em Paraty teve início na abertura da estrada de ferro D. Pedro II ligando o Rio a São Paulo (1870) e com a abolição da escravatura (1888) fazendo com que a atividade perdesse expressão.

Os primeiros passos para a organização da agroindústria da cachaça de Paraty se deram através da mobilização de alambiqueiros preocupados com o futuro dos seus alambiques, e do convênio de consultoria entre Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - SEBRAE e a Fundação Bio Rio, em 1997. Através deste convênio consultores e parceiros promoveram a organização dos alambiqueiros do município. Buscou-se a melhoria dos processos de produção e reestruturação dos engenhos e da produção de cachaça com o crescimento do parque industrial. Como forma de estruturar o grupo de alambiqueiros, no dia 22 de julho de 2004, foi criada a Associação de Produtores e Amigos da Cachaça Artesanal de Paraty – APACAP, alterando a associação anterior, fundada dia 29 de setembro de 1999.

Organizados, os alambiqueiros em parceria com o: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento-MAPA; SEBRAE; Instituto Nacional da Propriedade Industrial-INPI; Associação Comercial e Industrial de Paraty-ACIP; Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Rio de Janeiro-EMATER-RIO; e a Prefeitura Municipal de Paraty (PMP), firmaram, em 2006, uma parceria para desenvolver a agroindústria da cachaça de Paraty e elaboraram assim o processo de Indicação Geográfica (IG) da cachaça de Paraty.

As IGs constituem direito definido pela Lei de Propriedade Industrial (Lei 9.279/96) para proteger produtos e serviços cujo valor de mercado seja influenciado pela reputação ou se deva a características ligadas às matérias primas ou a formas de produção únicas de uma determinada região. Portanto, as IGs identificam produtos com origem no território, região ou localidade, onde a qualidade, a reputação ou outras características se devam, essencialmente, à origem geográfica. Basicamente, confirmam uma distinção de confiança e credibilidade em relação aos demais produtos de igual natureza disponíveis no mercado.

Este trabalho recebeu, no dia 8 de maio de 2007, na cidade do Rio de Janeiro, do INPI o Certificado de Indicação Geográfica - IG, na modalidade Indicação de Procedência – IP (APACAP, 2011). Isto é, o direito exclusivo de somente as cachaças fabricadas no município, submetido as normas da certificação, exibirem em seus rótulos um selo com a indicação: "Cachaça de Paraty", seguida da expressão "Indicação de Procedência". Somente as cachaças fabricadas em Paraty podem usar o nome geográfico "Paraty" em seus rótulos.

Em resposta a demandas dos associados da APACAP foram inseridos na parceria institucional a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e o Instituto Nacional de Tecnologia. Atualmente a APACAP é constituída por sete empresas, todas legalizadas. Contudo, os alambiques tiveram em 2009, produção que correspondia a apenas 30% da sua capacidade de produção instalada. O principal motivo é a quantidade e qualidade da matéria-prima, a cana-de-açúcar.

## **5. MATERIAL E MÉTODOS**

### **5.1. O Pesquisador na Comunidade**

Em agosto de 2006 foi iniciado o programa de Residência em Engenharia Agrônômica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. O programa teve como foco na cultura da cana-de-açúcar para a produção de cachaça em parceria com a APACAP, PMP e SEBRAE-RJ. A residência em Paraty teve três engenheiros agrônomos, no período de agosto de 2006 a março de 2010. O pesquisador foi o terceiro residente, no período de agosto de 2009 a abril de 2010. Ao longo do programa de residência, foram realizadas diversas atividades envolvendo os produtores de cachaça e os agricultores de Paraty, sendo que os residentes se tornaram os assistentes técnicos na cultura canavieira com inserção no grupo de produtores de cana-de-açúcar.

Em abril de 2010 o pesquisador foi admitido na Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural – EMATER-RIO, sendo lotado no município de Paraty onde manteve a linha de trabalho iniciada durante a residência. A cultura canavieira tem recebido fomento técnico através de pesquisas com introdução de novas tecnologias de cultivo e apoio ao trabalho de extensão desenvolvido pela equipe da EMATER-RIO de Paraty.

As diversas atividades de extensão rural permitiram grande interação com a comunidade paratiense, em especial os agricultores e entidades envolvidas com a área rural. As atividades que favoreceram esta interação foram: visitas técnicas; planejamento da propriedade; mapeamento das lavouras, amostragem e análises químicas do solo, correção do solo e adubação, orientação e prescrições técnicas; promoção de cursos, excursões, palestras, reuniões, almoços; participação em feiras, encontros, simpósios e outros eventos; parcerias com instituições públicas e privadas; execução de projetos de capacitação e organização de grupos de trabalho, entre outras.

### **5.2. Levantamento Socioeconômico e Produtivo**

Para o levantamento preliminar de informações foram identificadas as principais fases da evolução da agricultura em Paraty, através de documentos e bibliografias, bem como de conversas informais com os paratienses durante atividades inerentes ao programa de residência e como extensionista rural. Foram obtidos dados sobre a ocupação, o ciclo portuário, o ciclo do ouro e da cana-de-açúcar, as mudanças com a abertura da estrada de ferro, a volta da cana-de-açúcar, sua substituição pela cultura do café, posteriormente a sua decadência, a ascensão e declínio da bananicultura e agroindústria de cachaça, o início do ciclo do turismo até a situação atual com o ressurgimento da cachaça de Paraty. Com isso se construiu uma visão global do município, identificando-se os modos de exploração do meio ambiente, isto é, a forma como a agricultura é praticada. Também foram observados e identificados aspectos e fatores ecológicos, técnicos, sociais e econômicos que condicionam os sistemas de produção.

A pesquisa em fontes secundárias foi complementada e enriquecida nas entrevistas com os seguintes informantes-chaves: associados da APACAP, o presidente do Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Paraty, dois técnicos da Secretaria Municipal de Pesca e Agricultura de Paraty, o presidente e a vice-presidente da Cooperativa dos Produtores Rurais de Paraty – PACOVÁ, um consultor e a funcionária lotada em Paraty do SEBRAE-RJ e dois fiscais do MAPA.

Os associados da APACAP, por serem os principais consumidores dos agricultores produtores de cana-de-açúcar, quando não são os próprios, forneceram os nomes e localização

de alguns agricultores. Os associados da APACAP, quando, em contato com os agricultores produtores de cana-de-açúcar informavam do trabalho que estava sendo desenvolvido, de forma simplificada, o que permitiu a maior acolhida ao pesquisador.

Com base nessas informações, se chegou a um grupo de agricultores produtores de cana-de-açúcar, que foram então procurados para visita à propriedade e aplicação de entrevista semi-estruturada.

A entrevista semi-estruturada usou um questionário (Anexo 1) constituído por duas partes: a primeira com questões objetivas - de informações gerais, da propriedade, e da produção na unidade produtiva com foco na cultura da cana-de-açúcar; e a segunda com questões subjetivas, utilizadas como roteiro para uma entrevista informal a ser desenvolvida pelo entrevistador. As questões subjetivas não ficaram restritas as colocadas no questionário, quando observado pelo avaliador um ponto importante, no desenrolar da entrevista, este era apresentado e a resposta registrada.

O registro das informações foi realizado com o devido cuidado para não prejudicar a comunicação com os entrevistados. A anotação direta no questionário impresso, realizada durante a entrevista, se restringiu a parte objetiva do questionário. Os questionamentos subjetivos não foram transcritos imediatamente para o papel, sendo utilizado um gravador portátil digital cuja gravação foi posteriormente transferida para o computador onde foi armazenado nos formatos com extensão *wave* e *mp3*. Tal ferramenta foi utilizada pela impossibilidade de registro de todas as informações por transcrição, sem a quebra da comunicação entre entrevistador e entrevistado.

Durante a visita, as propriedades foram georreferenciadas com GPS (sistema de posicionamento global), também com o intuito de localizar as microbacias onde elas estão inseridas.

As informações obtidas nas visitas e entrevistas foram avaliadas de forma a caracterizar as unidades produtivas quanto às condições socioeconômicas dos agricultores e do cultivo da cana-de-açúcar. Foram avaliadas quanto às condições socioeconômicas: a renda familiar, escolaridade, forma de contato, número de integrantes na família, número de funcionários, atividade profissional principal, estrutura fundiária, área do imóvel, condições de acesso, existência ou não de tratamento de esgoto, fonte de água, participação em instituições da sociedade civil. Sobre o cultivo da cana-de-açúcar os parâmetros levantados foram: área de canavial, produção anual de cana-de-açúcar, tempo do canavial, forma de plantio, produtividade, unidade de venda, preço atual, unidade de pagamento, cultivo de outras lavouras, uso de insumos e máquinas agrícolas.

Quanto ao cultivo da cana-de-açúcar foram avaliadas: área de plantio efetivo, produção anual, tempo do canavial, forma de plantio, preço atual, produtividade, forma de venda, forma de pagamento, uso de insumos agrícolas, o cultivo de outras culturas e o uso de máquinas e equipamento agrícolas.

### **5.3. Potencial da Produção Canavieira**

Para avaliar o potencial da produção canavieira sob sistema de manejo preconizado tecnicamente com diferentes variedades comerciais e as tradicionais usadas em Paraty foram instalados dois experimentos, em diferentes propriedades rurais em Paraty.

#### **5.3.1. Variedades comerciais utilizadas**

As descrições das características das variedades comerciais usadas estão a seguir:

- **RB925268** – Desenvolvimento médio; maturação média; médio teor de sacarose e fibra; média exigência em fertilidade do solo; raro florescimento; pouco chochamento; hábito de crescimento ereto; de fácil despalha; diâmetro de colmo médio; e de cor amarela esverdeada, com mediana cera e gema arredondada.

- **RB92579** – Desenvolvimento lento; maturação média; alto teor de sacarose; médio teor de fibra; média exigência em fertilidade do solo; eventual florescimento; pouco chochamento; colmo de aspecto manchado, pouca cera, cor roxa ao sol e amarelo verde sob a palha, entrenós de comprimento e diâmetro médios; despalha difícil; gemas pouco salientes; folhas largas, com pontas curvas, ausência de joçal.

- **RB867515** – Desenvolvimento rápido; maturação médio/tardia; alto teor de sacarose; médio teor de fibra; média exigência em fertilidade do solo; eventual florescimento; médio chochamento; hábito de crescimento ereto; de média despalha; diâmetro de colmo médio, de cor verde arroxeado e roxo intenso quando exposto ao sol; pouca rachadura e leve zig-zague e pouca cera.

- **RB855536** – Maturação média; alto teor de sacarose; baixo teor de fibra; alta exigência em fertilidade de solo; ausência de florescimento e chochamento; touceiramento bom; touceiras semi-abertas e colmos eretos; empalhados, com bainhas semiabertas, de fácil despalha; de diâmetro médio e cor verde arroxeada, que se acentua quando expostos.

- **RB835486** – Maturação precoce; alto teor de sacarose; baixo teor de fibra; baixa/média exigência de fertilidade do solo; eventual florescimento; pouco chochamento; suscetível à ferrugem marrom; touceiramento ralo, com colmos decumbentes na fase adulta; medianamente empalhados, de fácil despalha; de diâmetro médio a grosso; e de cor verde arroxada, com cera abundante.

- **RB72454** – Maturação tardia; alto teor de sacarose; médio teor de fibra; baixa exigência de fertilidade do solo; eventual florescimento; pouco chochamento; touceiramento bom; colmos de bom diâmetro, boa altura e elevado peso, sem rachaduras, e eretos ou semi-eretos. O palmito é médio, com folhas em quantidades regular e, as medianas, dispostas em forma contorcida.

- **SP79-1011** – Maturação média; alto teor de sacarose; baixo teor de fibra; média exigência de fertilidade do solo; bom perfilhamento; ausência de florescimento e chochamento, boa brotação de soqueira; resistência intermediária ao carvão, resistência à escaldadura e suscetibilidade à ferrugem, carvão e à broca.

- **SP81-3250** – Maturação precoce/média, alto teor de sacarose e fibra; média/baixa exigência de fertilidade do solo; bom perfilhamento; eventual florescimento; médio chochamento, ótima brotação de soqueira; suscetibilidade a escaldadura e ao carvão. Hábito levemente decumbente; despalha média; e crescimento vigoroso.

### 5.3.2. Ensaio no sítio Pedra Branca

O ensaio I foi instalado no sítio Pedra Branca, na microbacia do rio Pereque-Açú, no município de Paraty. A altitude aproximada é de 78 m, a localização é 23°13'09,09" S do Equador, 44°45'58,67" W. Gr. O solo foi classificado como LATOSSOLO AMARELO Tb Distrófico típico e a declividade média é de 25%.

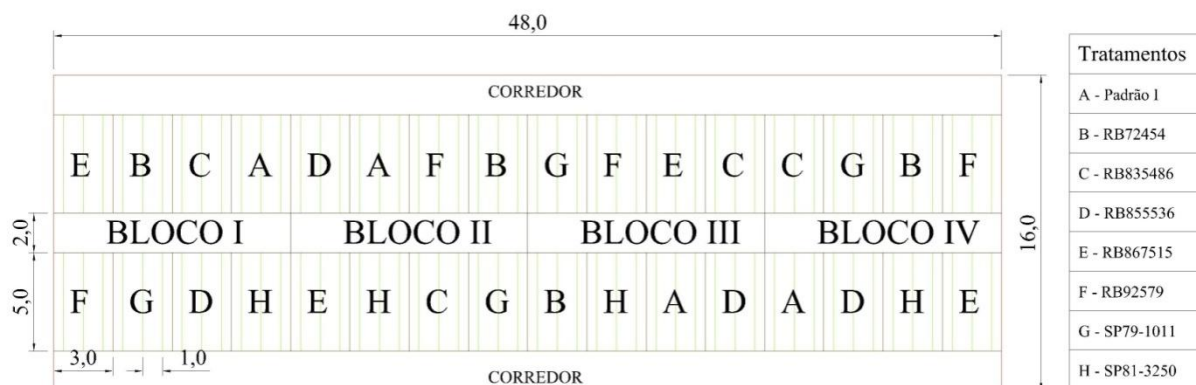
A análise química de amostra de solo na profundidade de 0-30 cm, efetuada segundo Embrapa (1997), indicou os seguintes resultados: pH em água (1:2,5) = 5,3;  $Al^{+3} = 0,2 \text{ cmolc dm}^{-3}$ ;  $H + Al = 4,0 \text{ cmolc dm}^{-3}$ ;  $Ca^{+2} = 3,0 \text{ cmolc dm}^{-3}$ ;  $Mg^{+2} = 2,5 \text{ cmolc dm}^{-3}$ ;  $P = 7 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $K = 11 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $C = 9,48 \text{ g Kg}^{-1}$ ;  $Na = 0,009 \text{ cmolc dm}^{-3}$ ; soma de bases  $S = 5,54 \text{ cmolc dm}^{-3}$ ; valor  $T = 9,54 \text{ cmolc dm}^{-3}$ ; valor  $V = 58,06 \%$ .

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com 4 blocos e 8 tratamentos. Cada parcela constituída por três linhas de cana-de-açúcar com 5 metros de comprimento e espaçadas por 1 m, sendo assim, cada parcela compreende a  $15 \text{ m}^2$ , a área total do experimento foi de  $768 \text{ m}^2$ . Os tratamentos compreendem as diferentes variedades de cana-de-açúcar sendo elas: A – Padrão I (material indicado pelo produtor I), B – RB72454, C – RB835486, D – RB85536, E – RB867515, F – RB92579, G – SP791011 e H – SP813250.



O ensaio foi instalado no dia 08 de maio de 2008, com sulcamento da terra realizado com equipamento de tração animal. Os tratamentos foram sorteados dentro dos blocos, ficando dispostos como observado no croqui (Figura 4). Foi plantada no entorno uma bordadura de 2 metros, utilizando a variedade Padrão I.

Foi feita adubação de pós-plantio com aplicação de 100 kg de ureia. Foram realizadas 3 capinas manual, sempre que observado o desenvolvimento das plantas daninhas, até o fechamento do canavial. A cana planta foi colhida em 08 de dezembro de 2009, aos 570 dap (dias após plantio).



**Figura 4.** Croqui do ensaio no sítio Pedra Branca, em Paraty.

### 5.3.3. Ensaio na microbacia do rio Barra Grande

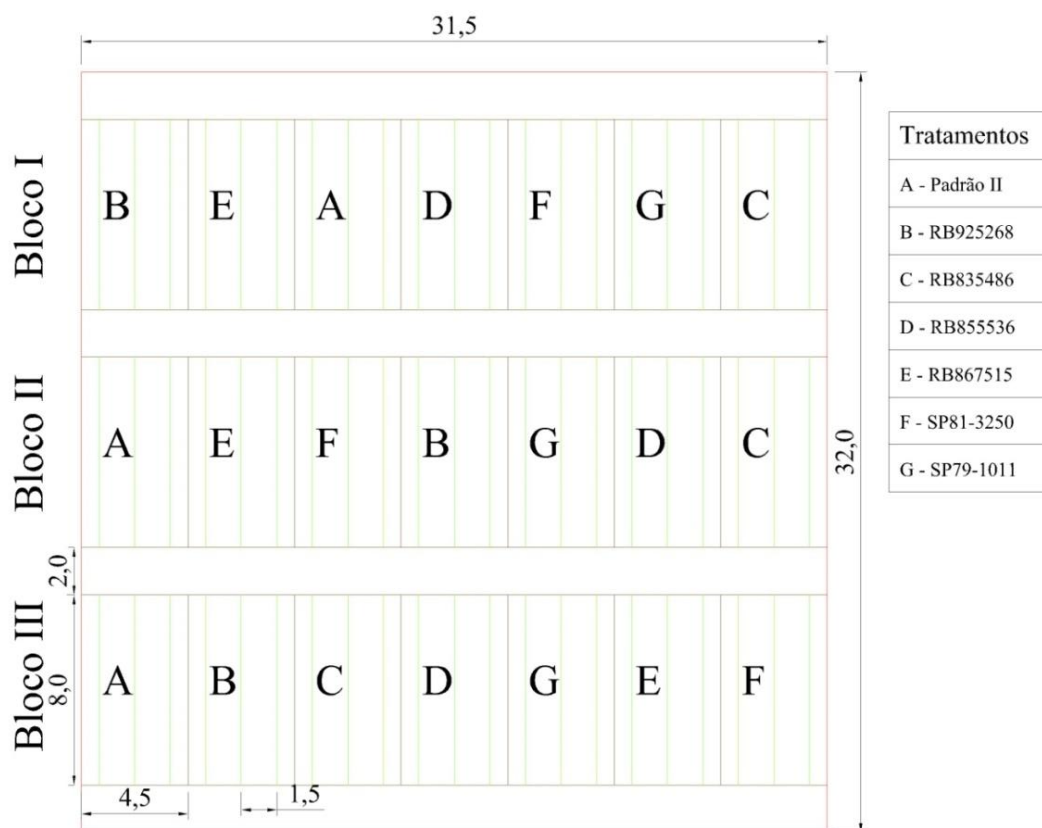
O ensaio II foi instalado na microbacia do rio Barra Grande, em área de baixada fluvial com declividade média de 7%, no município de Paraty. A altitude aproximada é de 7 m e a localização é 23°05'31,4" S do Equador, 44°42'27,6" W. Gr. O solo foi classificado como CAMBISSOLO FLÚVICO Tb Distrófico típico.

A análise química de amostra de solo na profundidade de 0-30 cm, efetuada segundo Embrapa (1997), indicou os seguintes resultados: pH em água (1:2,5) = 4,9;  $Al^{+3} = 0,9 \text{ cmolc dm}^{-3}$ ;  $H + Al = 7,5 \text{ cmolc dm}^{-3}$ ;  $Ca^{+2} = 0,3 \text{ cmolc dm}^{-3}$ ;  $Mg^{+2} = 0,4 \text{ cmolc dm}^{-3}$ ;  $P = 40 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $K = 57 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $C = 17,80 \text{ g Kg}^{-1}$ ;  $Na = 0,06 \text{ cmolc dm}^{-3}$ ; soma de bases  $S = 1,5 \text{ cmolc dm}^{-3}$ ; valor  $T = 9,00 \text{ cmolc dm}^{-3}$ ; valor  $V = 17 \%$ .

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com 3 repetições e 7 tratamentos. Cada parcela constituída por três linhas de cana-de-açúcar com 8 metros de comprimento, sendo assim, cada parcela compreende a  $24 \text{ m}^2$ , a área total do experimento foi de  $1008 \text{ m}^2$ . O ensaio II foi instalado no dia 14 de outubro de 2011, utilizando espaçamento entre linhas de 1,5 metro e o sulcamento foi realizado com sulcador tratorizado.

Os tratamentos são constituídos de diferentes variedades de cana-de-açúcar sendo elas: A – Padrão II (material indicado pelo produtor II), B – RB925268, C – RB835486, D – RB855536, E – RB867515, F – SP81-3250 e G – SP79-1011. Os tratamentos foram sorteados dentro dos blocos, ficando dispostos como observado no croqui (Figura 5). A área experimental foi implantada dentro do canavial do proprietário que foi plantado com a variedade RB925268.

Foi feita a seguinte adubação de plantio com aplicação no fundo do sulco: 60 kg/ha de N, 50 kg/ha de  $P_2O_5$  e 50 kg/ha de  $K_2O$ . Inicialmente foi aplicado herbicida seletivo pré-emergente registrado para cana-de-açúcar após plantio, e depois capina mecânica. A cana planta foi colhida em 29 de outubro de 2012, aos 380 dap.



**Figura 5.** Croqui do ensaio na microbacia do rio Barra Grande, em Paraty.

#### 5.3.4. Parâmetros avaliados

As colheitas dos canaviais tiveram os seguintes parâmetros avaliados: o número de colmos por metro linear, peso (em kg) por colmo de cana, o índice de maturação – IM e produtividade estimada ( $Mg.ha^{-1}$ ).

As amostragens foram feitas em todas as parcelas, sendo cada amostra composta por todos os colmos existentes em 2 metros lineares. Estes foram cortados rente ao solo, sendo retirada a ponta e contado o número de colmos na amostra. O número de brotações na amostra foi dividido por 2 para obter o número de colmos por metro linear. Os colmos amostrados foram pesados e em seguida foi feita a brixagem da base e ponta dos colmos, com um refratômetro de campo. Para determinação do peso por colmo de cana foi dividido o peso dos colmos amostrados pelo número de colmos amostrados.

O índice de maturação (IM) foi calculado pela seguinte formula:

$$IM = \frac{^{\circ}Brix \text{ na base}}{^{\circ}Brix \text{ na ponta}}$$

A produtividade em cada parcela foi determinada pela formula a seguir:

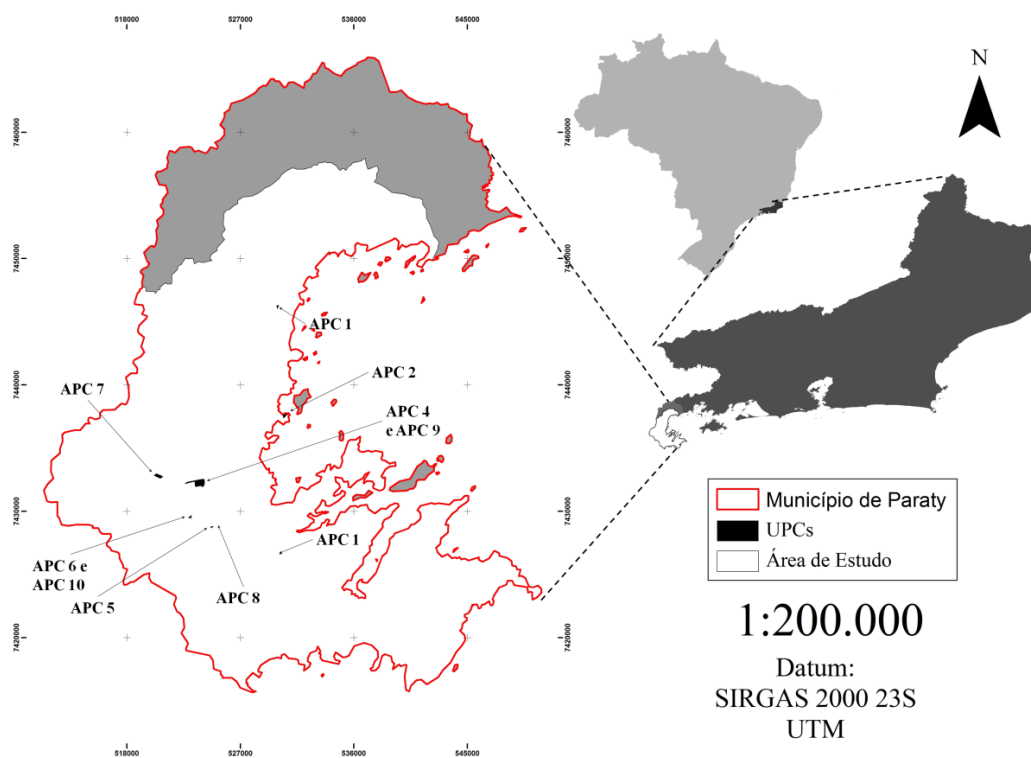
$$Produtividade (Mg.ha^{-1}) = \frac{\text{peso dos colmos amostrados (kg)} \times 10000}{2 \times \text{espaçamento utilizado}}$$

Foi usado o programa de computação SAEG 9.1, para verificar a normalidade e homogeneidade das variâncias dos erros dos dados, pelos testes Lilliefors e Cochran e Bartlett, respectivamente, além do SISVAR 4.3. Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste Tukey a 10%.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1. Visitas e Entrevistas aos Agricultores Produtores de Cana-de-açúcar

Durante o mês de janeiro de 2012, foram realizadas nove visitas e entrevistas a agricultores produtores de cana-de-açúcar (APC). As quatro primeiras (APC-05, APC-06, APC-08 e APC-10) com agricultores localizados na microbacia do Rio Mateus Nunes. Estes agricultores foram indicados pelos informantes chaves, pois forneceram cana-de-açúcar na última safra (segundo semestre de 2011) e as informações produtivas foram relativas a esta safra. As cinco outras entrevistas (APC-01, APC-02, APC-04, APC-07 e APC-09) foram com APCs que usam a cana-de-açúcar em sua própria agroindústria de produção de cachaça, sendo todos associados da APACAP. Dentre eles, o APC-01 está localizado na microbacia do Rio dos Meros, o APC-07 na microbacia do rio Perequê-açu, os APC-04 e APC-09 na microbacia do rio da Pedra Branca, e o APC-02 na microbacia do rio e córregos do Corumbê.

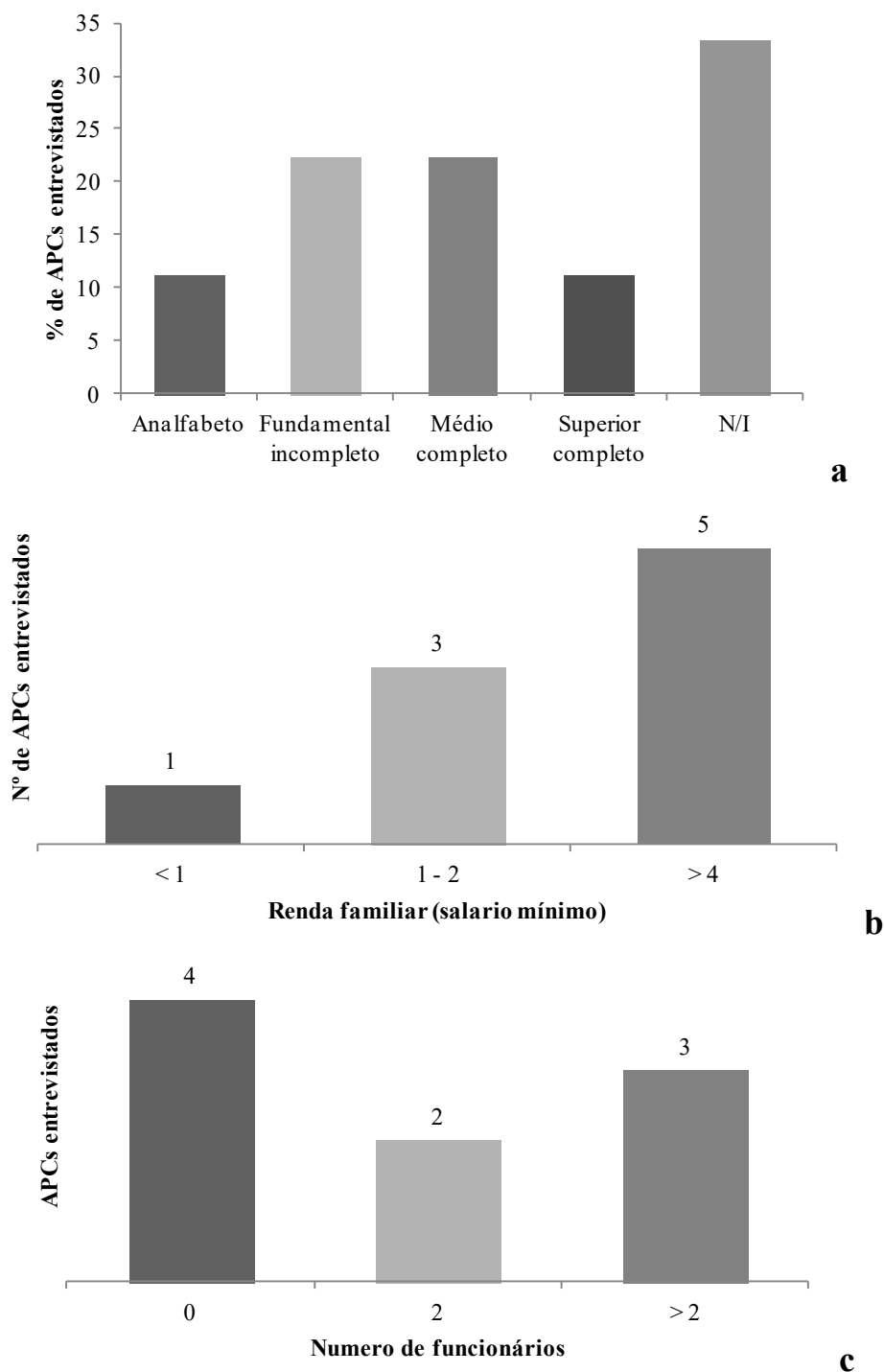


**Figura 6.** Localização dos APCs na área definida pela Indicação de Procedência da cachaça de Paraty.

### 6.2. Avaliação Socioeconômica dos Agricultores Entrevistados

O nível de instrução declarado apresentou relação direta com a renda familiar, sendo que os APCs com renda familiar maior que quatro salários mínimos apresentaram o maior nível de instrução. Cerca de 1/3 dos entrevistados não informaram sua escolaridade (Figura 7a). Os APCs que apresentaram menor escolaridade tiveram o nível de instrução inferior ao ensino médio incompleto. No Censo Agropecuário (IBGE, 2006), 91% dos estabelecimentos eram dirigidos por pessoas que tinham no máximo o ensino fundamental completo, característica também observada nos APCs que somente produzem cana-de-açúcar.

Cinco entrevistados têm renda superior a quatro salários mínimos, três de um a dois e um menos que um salário mínimo de renda familiar. A proporção relativa da renda apresentada na Figura 7b. O valor do rendimento nominal mediano mensal dos domicílios de Paraty foi de R\$ 1.320,00, valor pouco superior a dois salários mínimos (IBGE, 2013).



**Figura 7.** Escolaridade (a), renda familiar em faixas de salário mínimo nacional em vigor na data da entrevista (b) e número de funcionários permanentes nas UPCs entrevistados em Paraty-RJ.

A existência de empregados nas unidades produtivas somente foi observada onde os APCs desenvolvem como atividade profissional principal a produção de cachaça. Dos cinco produtores de cachaça, dois têm dois funcionários (Figura 7c), o que coincide com a condição de serem agricultores e empreendedores familiares. Uma das condições para enquadrar como agricultor e/ou empreendedor familiar é o predomínio de trabalho familiar na exploração do estabelecimento, usando eventualmente o trabalho assalariado, de acordo com as exigências sazonais da atividade agropecuária, e com até dois empregados permanentes (BCB, 2012).

O número de integrantes na família variou entre os entrevistados (Tabela 2):

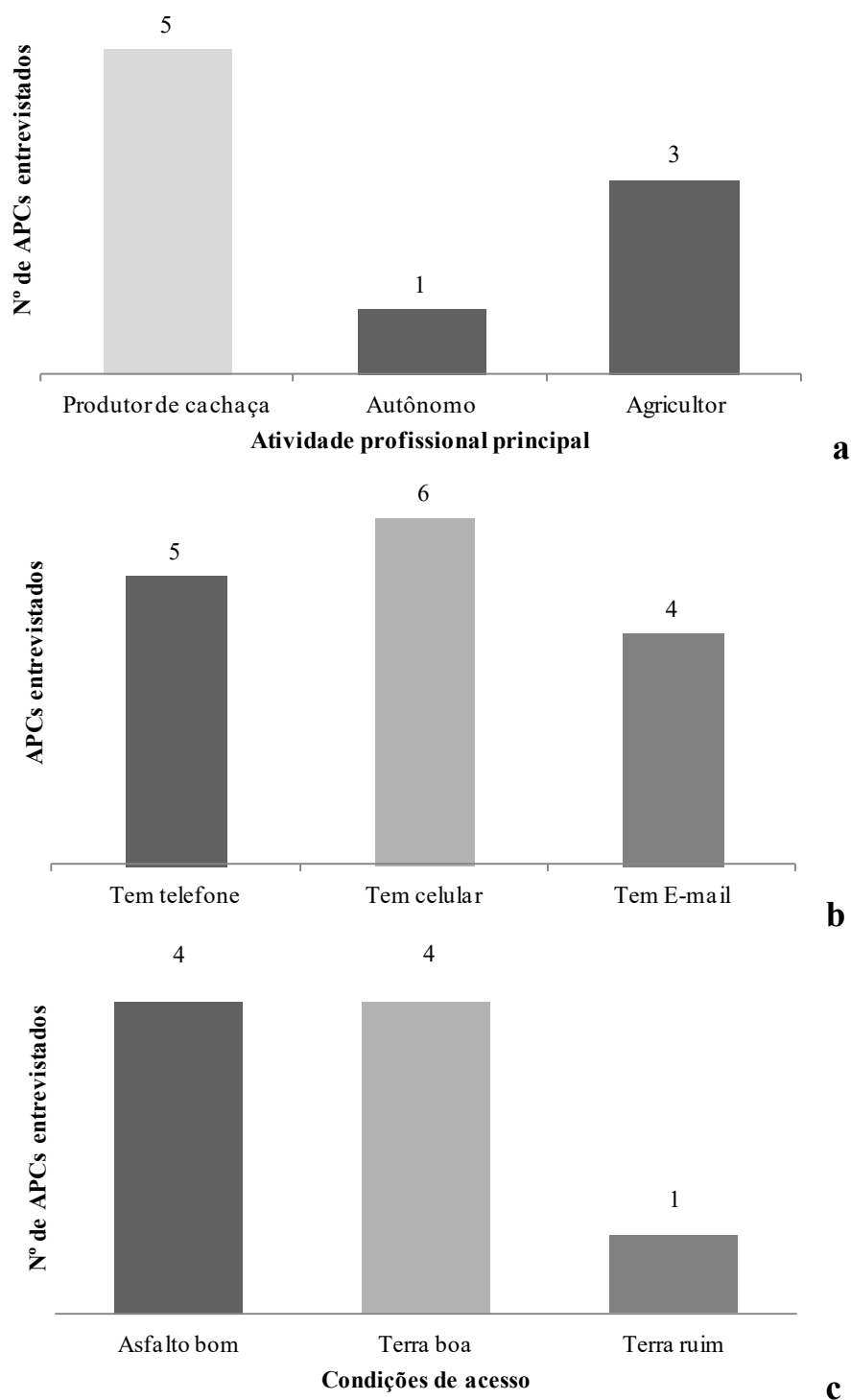
**Tabela 2.** Número de integrantes familiares.

APC	Número de integrantes na família
1	4
2	2
4	3
5	4
6	3
7	1
8	3
9	não informado
10	1

Entre os APCs entrevistados, três vivem exclusivamente do cultivo da cana-de-açúcar e a produção de cachaça foi a principal motivadora da atividade canavieira no município. A atividade profissional principal na maioria dos APCs é a produção de cachaça, como indicado pelo percentil, representado na Figura 8a.

Com o crescimento e popularização da telefonia móvel, se observa nova realidade de comunicação. Quase todos APCs têm telefone ou celular para contato, sendo que apenas um é contatado somente através de visita, pela sua idade avançada e dificuldade em absorver o uso de telefonia fixa ou móvel (Figura 8b). Os APCs que são associados da APACAP apresentaram mais de um meio de contato (telefone, celular e e-mail).

Porém, em geral, o contato pessoal com os agricultores foi dificultado, pois se localizam em áreas isoladas, de difícil acesso, o que, entre outras características interfere na extensão rural. Foram registradas as condições de acesso do pesquisador até a residência dos APCs, o que não implica em facilidade ou não de chegada a área dos canaviais (Figura 8c). Um fato importante é que todos APCs entrevistados dispõem de serviço de transporte público há menos de 2 km da propriedade.



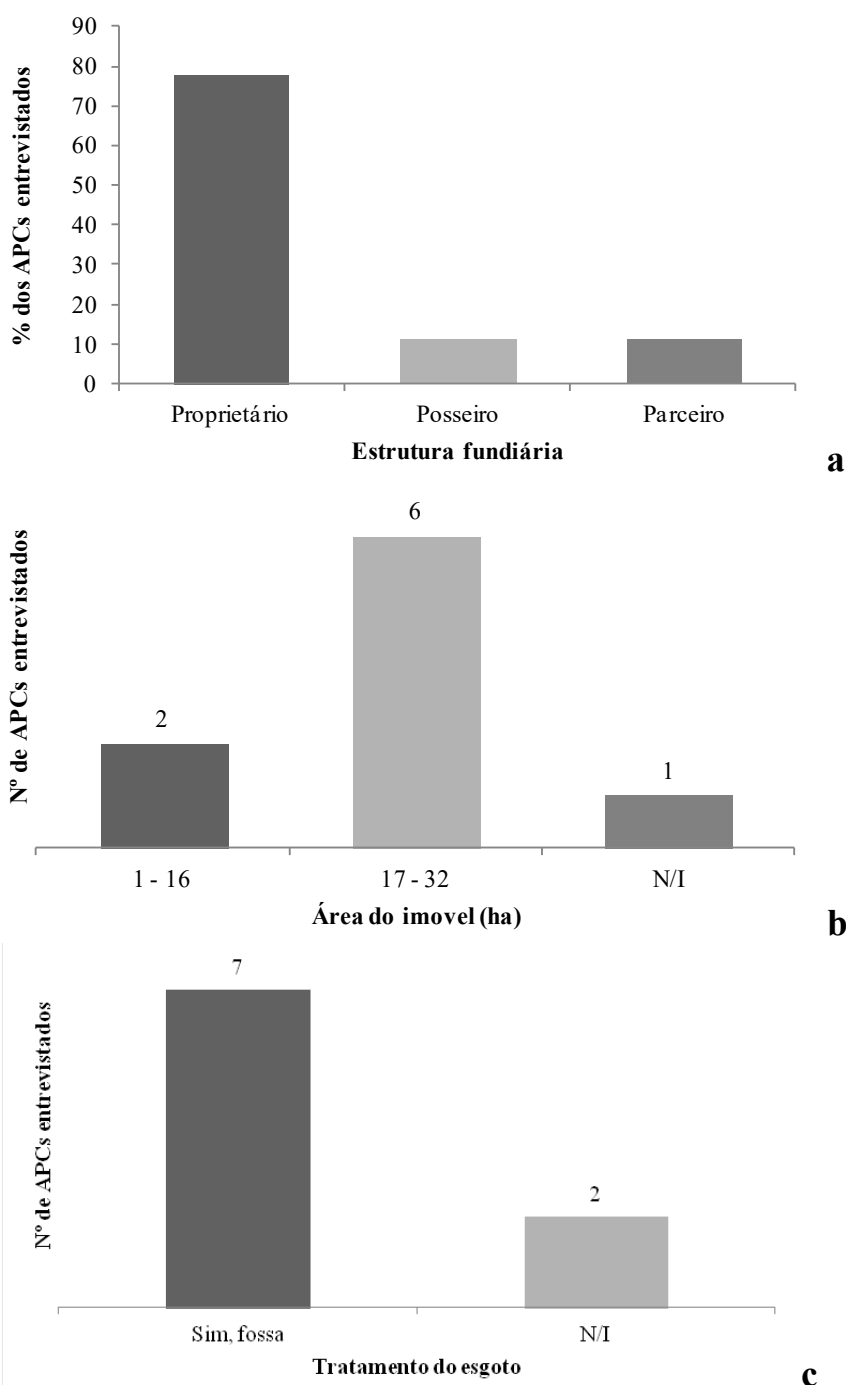
**Figura 8.** Atividade profissional principal (a), meio para contato disponível (b) e condições de acesso à moradia dos APCs estudados em Paraty-RJ.

Sete dos nove APCs entrevistados se declararam proprietários. Essa mesma condição foi identificada em 96% dos estabelecimentos em Paraty (IBGE, 2006). Os que não se declaram proprietários são parceiros e posseiros (Figura 9a). O APC autodeclarado parceiro usa propriedade de parentes para o cultivo da terra em troca da manutenção da propriedade.

A área do imóvel foi avaliada em faixas de hectares e o resultado pode ser observado na Figura 9b. O tamanho médio dos estabelecimentos no município foi de 49,4 ha (IBGE, 2006), sendo menor que 4 módulos fiscais (um módulo fiscal em Paraty é igual a 16 hectares -

INCRA, 1980), o que atende ao requisito tamanho da propriedade para o enquadramento como agricultor familiar e acesso a Declaração de Aptidão ao PRONAF (BCB, 2012).

Quanto ao tratamento do esgoto, todos os que informaram utilizam fossa séptica (Figura 9c). Este tipo de esgotamento é comum a 40% dos domicílios particulares que tem banheiro em Paraty (IBGE, 2013). A fonte de água de todos que informaram foi de nascente sem grande preocupação em filtragem, pois acreditam na qualidade da água. Nascente é o recurso hídrico que 96% dos estabelecimentos agropecuários declararam ter no município (IBGE, 2006).

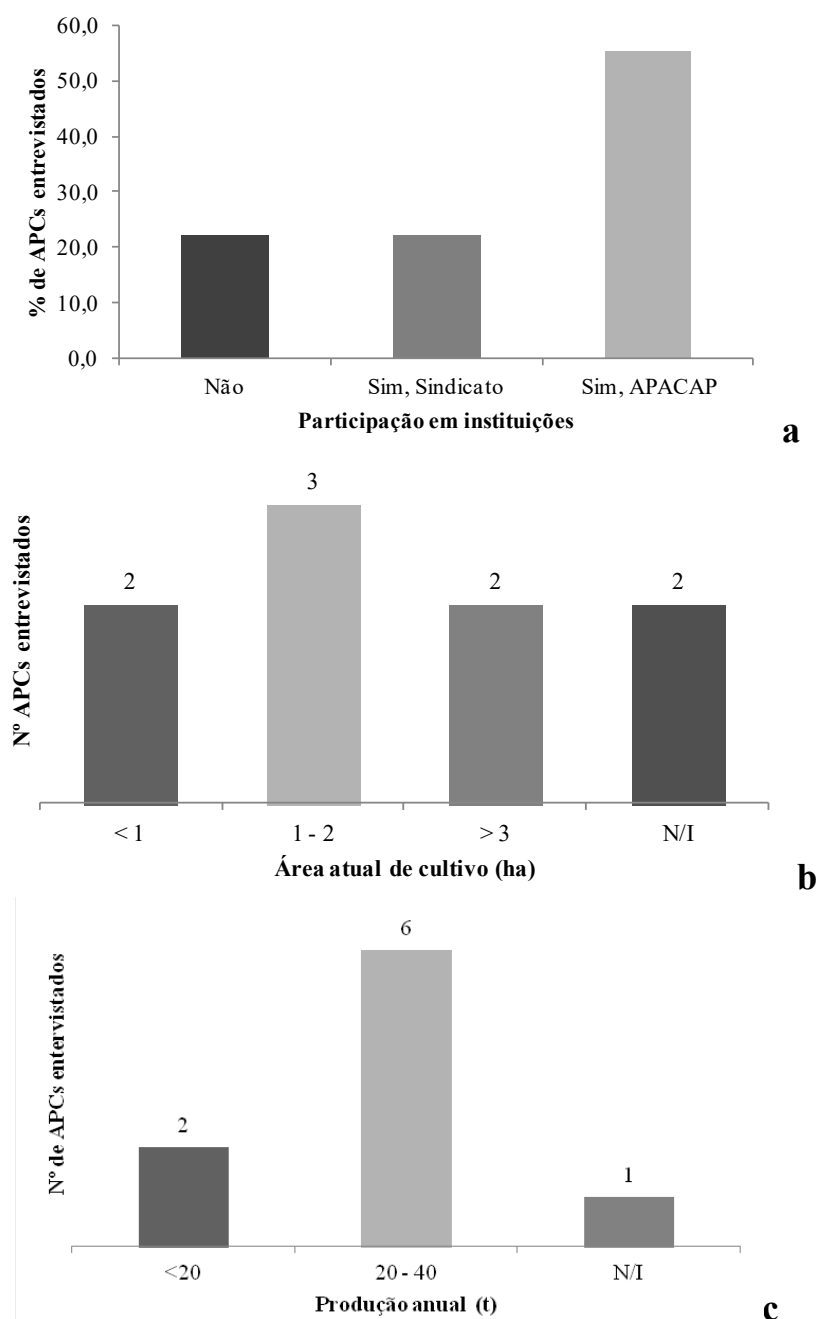


**Figura 9.** Estrutura fundiária (a), área total do imóvel declarada (b) e forma de tratamento do esgoto (c) dos APCs estudados em Paraty-RJ.



A participação em instituições pode ser observada na Figura 10a, sendo que somente foram informadas duas instituições: APACAP e o Sindicato dos Trabalhadores Rurais.

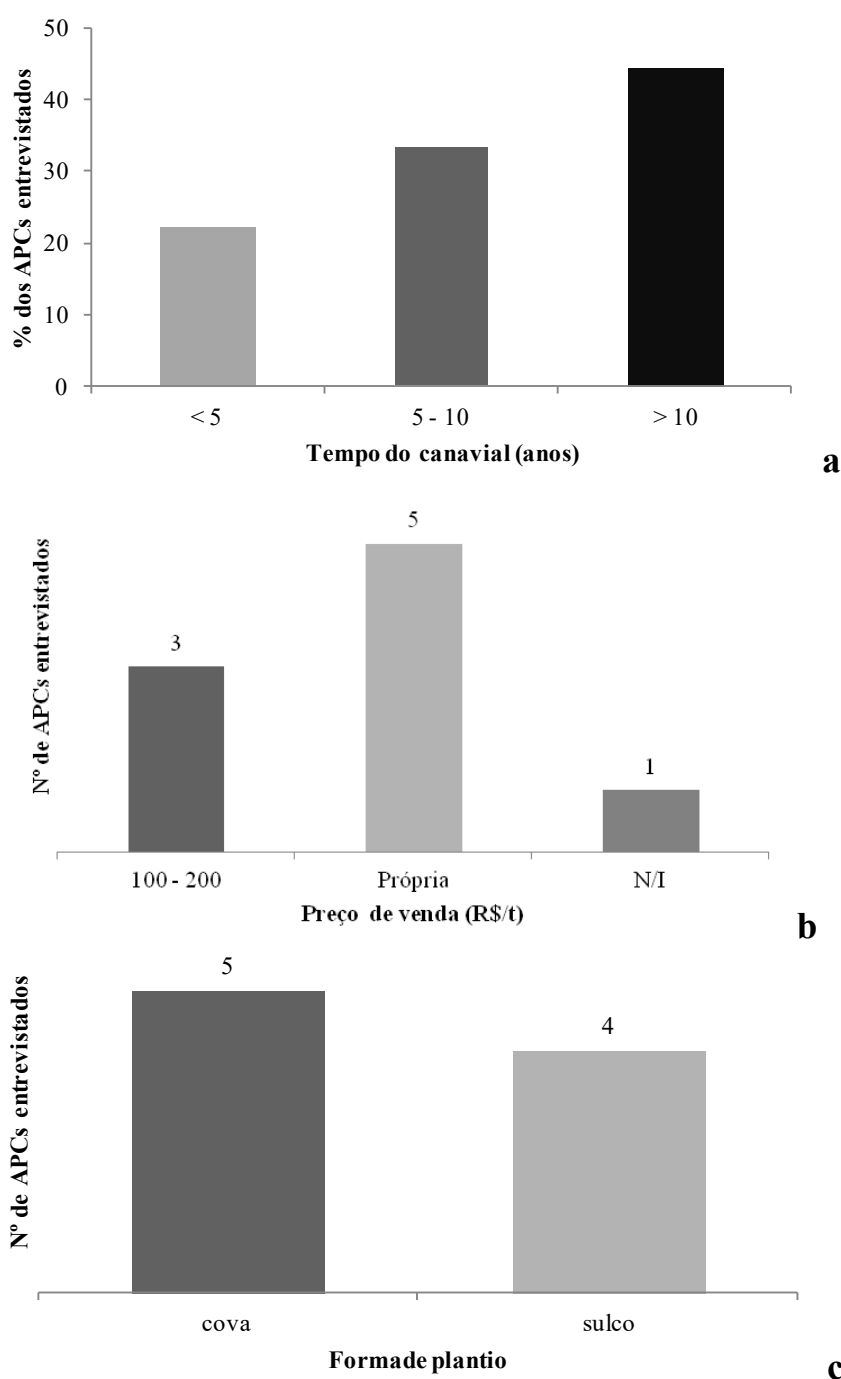
Quanto às condições de cultivo da cana-de-açúcar dos entrevistados, a avaliação da área atual (Figura 10b) mostra predomínio de canaviais muito pequenos (< 3 hectares). Dois entrevistados não souberam informar o tamanho dos canaviais. Para obter esta informação foi medida a área de cultivo com o um GPS (Garmin GPSmap 76CSx). O total da área cultivada dos APCs entrevistados foi de 17,33 hectares.



**Figura 10.** Participação em instituições (a), área atual de cultivo (b) e produção anual (c) dos APCs de Paraty estudados.

A produção anual de cana de açúcar declarada por cada APC foi distribuída em faixas. Seis APCs declaram ter obtido na última colheita produção na faixa de 20 – 40 megagramas (Figura 10c). Apenas um não declarou, pois não colheu seu canavial recém-renovado.

Tecnicamente, se recomendada uma renovação dos canaviais em taxas anuais de 20%, o que promove uma renovação total do canavial em cinco anos (ANDRADE, 2006). Dos entrevistados quatro declaram que o canavial tem mais de dez anos, três tem de 5 – 10 anos e dois tem menos de cinco anos (Figura 11a). O plantio é uma fase do cultivo da cana-de-açúcar de grande importância, devido ao fato da cultura, após a primeira colheita, não necessitar de novo plantio. Entre os APCs entrevistados, cinco fizeram o plantio em cova, e dentre eles, apenas um é produtor de cachaça.



**Figura 11.** Tempo dos canaviais (a), preço de venda (b) e forma de plantio (c) dos APCs de Paraty estudados.

O valor pago na venda aos APCs foi avaliado em faixas de reais por megagrama, sendo incluído o termo ‘própria’ para os APCs que são produtores de cachaça e consomem a

cana-de-açúcar que produzem. O valor informado de venda da cana-de-açúcar está na faixa: de R\$ 100,00 a 200,00 a megagrama (Figura 11b). Apenas um APC não soube dizer qual foi o preço pago. O valor de venda obtido nas entrevistas esta consoante ao valor médio informado pelo IBGE (2013), que é de R\$ 185,00 por megagrama. É importante ressaltar que os APCs não se comprometem com o transporte, carregamento e descarregamento do produto na venda, ficando este serviço a cargo do comprador.

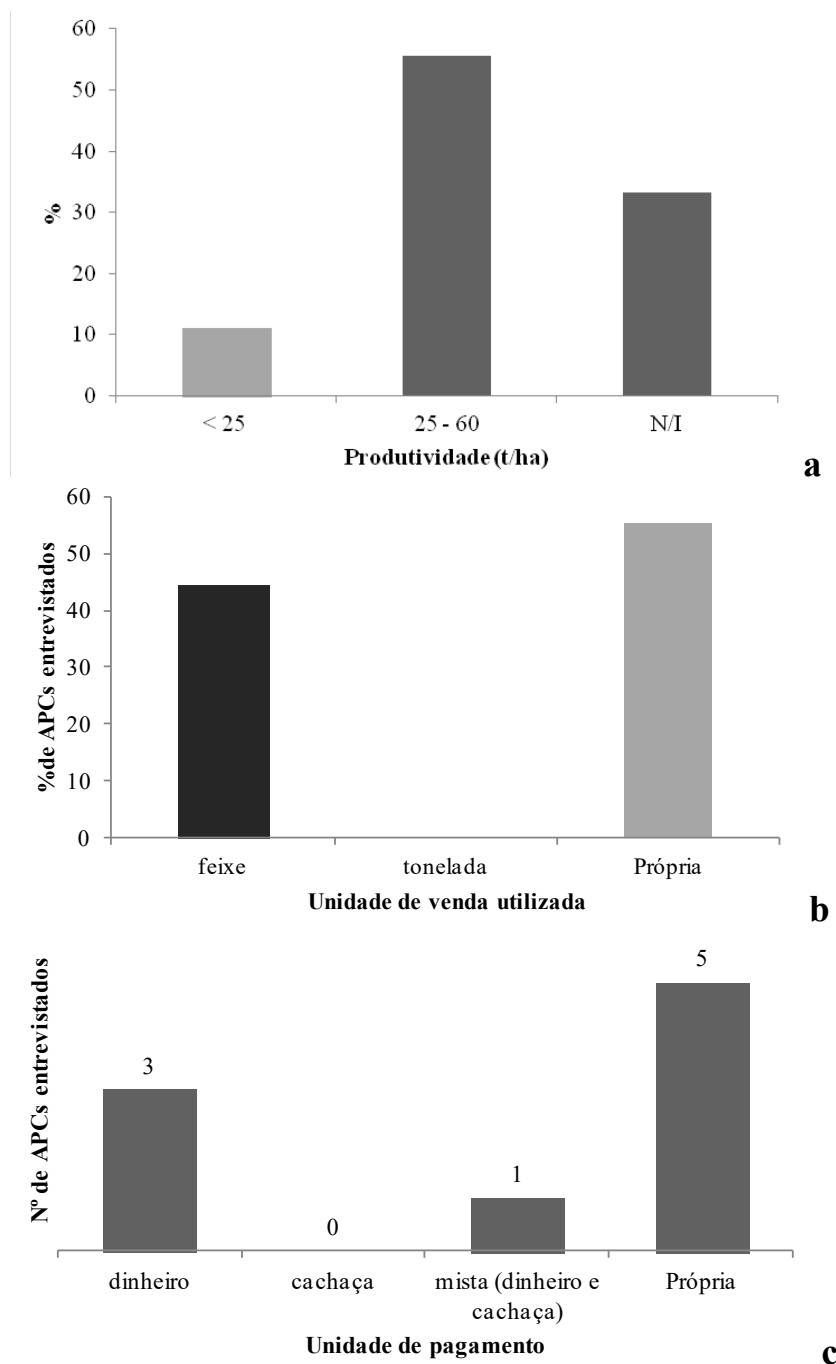
O plantio em sulco proporciona maior densidade de plantas por hectare o que permite uniformidade na formação do canavial, boa cobertura do solo e controle de plantas daninhas. Essa técnica é preconizada na literatura técnica (ANDRADE, 2007; PRADO et. al., 2010; e ROSSETO & SANTIAGO, 2011).

Contudo o manejo tradicional e comum em Paraty é o plantio em cova (Figura 11c), que como é realizado apresenta diversos problemas, tais como: baixíssima cobertura do solo, elevada competição com plantas daninhas, elevada erosão do solo após capina, entre outros, refletindo em baixo rendimento da lavoura. Por outro lado, essa forma de plantio em cova pode ser utilizada, principalmente onde a declividade é o maior fator limitante. Além desta prática agrícola, os tratos de correção e adubação do solo na cova, alinhamento das covas em curva de nível, preparo de muda individualizada de cana-de-açúcar com elevado padrão de fitossanidade, vigor e uniformidade, são algumas das operações de manejo da lavoura a ser realizada para uma boa produção.

As informações obtidas mostram que a produtividade, de mais da metade dos APCs, estão na faixa de 25 a 60 megagramas por hectare (Figura 12a), onde também se encontra a produtividade média do município que foi de 30 e 31 Mg.ha<sup>-1</sup> para o ano de 2011, segundo IBGE (2013) e EMATER-RIO (2013), respectivamente.

Foi observado que a unidade de venda de cana-de-açúcar utilizada é o ‘feixe’, ou o seu coletivo de doze feixes chamado de ‘cargueiro’(Figura 12b). Esta unidade de venda é utilizada devido à dificuldade de acesso e transporte do canavial até o ponto de entrega. Na forma de feixe é possível transportar por tração animal (mulas). Para os APCs que utilizam a cana-de-açúcar na própria agroindústria foi atribuído o termo ‘própria’.

A troca de cana-de-açúcar por cachaça foi muito utilizada em Paraty. Devido a diversos desentendimentos, esta forma de pagamento foi sendo abandonada, mas ainda pode ser observada, principalmente, quando pequenos produtores de cana-de-açúcar desejam ter a cachaça oriunda da sua própria cana. Quanto à unidade de pagamento, a utilização mista de cachaça e dinheiro somente é realizada por um APC, sendo o pagamento em dinheiro o mais usual para os que a vendem (Figura 12c). Os APCs que produzem cachaça e utilizam a cana-de-açúcar nesta atividade também receberam o termo ‘própria’.

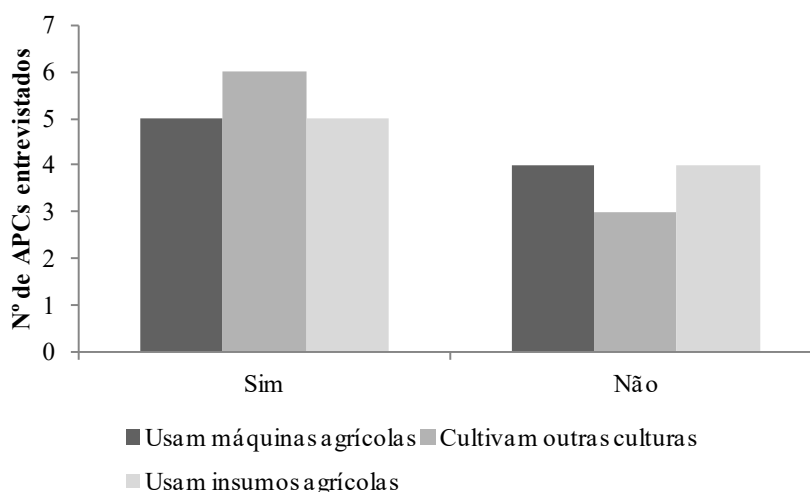


**Figura 12.** Produtividade obtida no último ano safra (a), unidade de venda utilizada (b) e unidade de pagamento pela cana-de-açúcar (c) usado pelos APCs de Paraty estudados.

O número de estabelecimentos agropecuários no município que tem tratores, máquinas e implementos, e os que fazem adubações são poucos, representando respectivamente 3%; 6%; e 7% (IBGE, 2006). Os APCs que usam máquinas agrícolas como micro-trator, trator, roçadeira motorizada, arado, grade e carreta de tração, e fazem uso de insumos agrícolas como calcário, fertilizantes e defensivos agrícolas (

Figura 13), são os cinco que também são produtores de cachaça e tem maior renda familiar. O uso de mecanização e insumos agrícolas pelos produtores de cachaça foi um fato novo e fruto de longo trabalho de assistência técnica e capacitação.

O cultivo de outras lavouras foi relatado por seis dos entrevistados (Figura 13) e três agricultores produzem apenas cana-de-açúcar.



**Figura 13.** Número de agricultores entrevistados que ‘usam máquinas agrícolas’, ‘cultivam outras culturas’ e ‘usam insumos agrícolas’

### 6.3. Classificação do Nível de Manejo e Outras Avaliações

Os níveis de manejo dos produtores de cana-de-açúcar foram avaliados e ajustados para os definidos segundo conceitos de Ramalho Filho & Beek (1995). Os APC 5, 6, 8 e 10 têm nível de manejo classificado como primitivo (A), pois pouco utiliza técnicas agrícolas e têm baixo nível de aplicação de insumos externos. Não aplicam capital para o manejo das terras, o melhoramento e conservação do solo do canavial, além de terem as práticas agrícolas baseadas no trabalho braçal e a tração animal apenas para o transporte da cana cortada e enfeixada. É importante frisar que este nível de manejo está muito relacionado ao cultivo tradicional da cana-de-açúcar em Paraty.

Para mudar o panorama dos agricultores de nível A e conduzi-los a níveis mais tecnificados estão disponíveis algumas práticas. A orientação na implantação/renovação dos canaviais e o uso de mudas com qualidade de variedades melhor adaptadas as condições regionais e produtivas são exemplos. A capacitação em técnicas de manejo mais produtivas é uma ação a ser incentivada, para o aumento da produtividade e a renda dos agricultores. A organização dos agricultores possibilitará a priorização das propostas a serem aplicadas, de forma participativa.

Os APC 1, 2, 4 e 7, investem e adotam algumas técnicas de conservação de solo, fazem controle de pragas, utilizam resultados de pesquisa de adaptabilidade de variedades de cana-de-açúcar, manejam a fertilidade do solo e usam mecanização. Portanto, foram classificados como de nível de manejo intermediário (pouco desenvolvido - B). Uma característica comum a estes APCs foi o fato de serem produtores de cachaça, e alcançaram este nível de manejo a cerca de 4 anos.

Não foi observado nenhum produtor com as características definidas por Ramalho Filho & Beek (1995) para o nível de manejo desenvolvido (C). Devido ao tipo de agricultura e o relevo de Paraty, é improvável que se observe no município as práticas agropecuárias que definem elevado nível tecnológico em outras regiões do Brasil. Assim, tecnologias desenvolvidas e adaptadas para agricultura familiar e que intensificam o uso da terra devem ser consideradas. Um exemplo é a motomecanização de baixa potencia como minitrator,

tríciclo de carga, motocultivador, roçadeira lateral e pulverizador/atomizador motorizado costal. Desta forma, devem-se identificar quais as práticas para alcançar o nível de manejo desenvolvido (C), no cenário de agricultura familiar e em ambiente montanhoso.

#### 6.4. Avaliação do Potencial Canavieiro de Paraty

Na colheita da cana-planta do ensaio I (570 dap), no sítio Pedra Branca, foi observado que a variedade SP81-3250 teve o maior número de colmos seguido pela RB855536 (Tabela 3). Não foi significativa a diferença entre os valores obtidos. A RB835486 apresentou o menor valor, 9 colmos por metro linear, característica indicada no catálogo desta variedade que apresenta baixo/médio perfilhamento (RIDESA, 2010).

Este parâmetro na colheita da cana-planta do ensaio II (380 dap), na microbacia do rio Barra Grande, também não apresentou diferença significativa, embora com menor coeficiente de variação – CV% (19%).

**Tabela 3.** Número de colmos por metro linear das variedades estudadas nas colheitas de cana-planta (570 dap) no sítio Pedra Branca e na cana-planta (380 dap) na microbacia do rio Barra Grande, em Paraty.

Número de colmos / metro linear					
Variedade	Pedra Branca		Variedade	Rio Barra Grande	
Padrão I	11	a*	Padrão II	10	a*
RB72454	11	a	RB925268	12	a
RB835486	10	a	RB835486	12	a
RB855536	12	a	RB855536	12	a
RB867515	10	a	RB867515	11	a
RB92579	11	a	SP81-3250	12	a
SP79-1011	11	a	SP79-1011	14	a
SP81-3250	13	a	CV%	19,67	NS
CV%	21,17	NS			

\*As médias seguidas das mesmas letras nas colunas, não diferem entre si a 10% de probabilidade pelo teste de Tukey.

No ensaio I (570 dap) a RB867515 teve peso médio de colmo igual a 2,22 o maior observado (Tabela 4). Atribuiu-se estes maiores valores de peso de colmo ao experimento I ao fato do plantio ter ocorrido no mês de maio (cana de ano e meio). As variedades RB855536 e RB867515 tiveram os maiores pesos de colmo, seguido da RB835486.

No ensaio II (380 dap) a variedade RB867515 apresentou maior peso de colmo, 1,94 kg. Já a RB855536 e a SP79-1011 tiveram menor peso, 1,13 e 1,16 kg, respectivamente. Não foi um parâmetro quantificado no estudo, mas o tombamento elevado observado na variedade RB867515 é atribuído ao peso do colmo e trata-se de característica desta variedade, que é de hábito decumbente.

No momento das colheitas do ensaio I (570 dap) e ensaio II (380 dap) foram obtidos os índices de maturação conforme a Tabela 5.

**Tabela 4.** Peso de colmo em quilograma das variedades estudadas nas colheitas de cana-planta (570 dap) no sítio Pedra Branca e na cana-planta (380 dap) na microbacia do rio Barra Grande, em Paraty.

Peso (kg) /colmo					
Variedade	Pedra Branca		Variedade	Rio Barra Grande	
Padrão I	1,88	a*	Padrão II	1,84	a*
RB72454	1,74	a	RB925268	1,24	a
RB835486	1,71	a	RB835486	1,60	a
RB855536	1,83	a	RB855536	1,13	a
RB867515	2,22	a	RB867515	1,94	a
RB92579	1,88	a	SP81-3250	1,41	a
SP79-1011	1,91	a	SP79-1011	1,16	a
SP81-3250	1,87	a	CV%	23,91	NS
CV%	19,12	NS			

\*As médias seguidas das mesmas letras nas colunas, não diferem entre si a 10% de probabilidade pelo teste de Tukey.

**Tabela 5.** Índice de maturação das variedades estudadas nas colheitas de cana-planta (570 dap) no sítio Pedra Branca e na cana-planta (380 dap) na microbacia do rio Barra Grande, em Paraty.

Índice de Maturação					
Variedade	Pedra Branca		Variedade	Rio Barra Grande	
Padrão I	1,22	a*	Padrão II	1,10	a*
RB72454	1,01	a	RB925268	0,98	a
RB835486	0,96	a	RB835486	0,94	a
RB855536	1,10	a	RB855536	0,90	a
RB867515	0,87	a	RB867515	0,94	a
RB92579	0,95	a	SP81-3250	0,91	a
SP79-1011	0,85	a	SP79-1011	1,03	a
SP81-3250	1,07	a	CV%	16,09	NS
CV%	17,71	NS			

\*As médias seguidas das mesmas letras nas colunas, não diferem entre si a 10% de probabilidade pelo teste de Tukey.

As produtividades das colheitas de cana-planta nos dois locais não apresentaram significativa diferença entre as médias, para as variedades avaliadas. No entanto, a produtividade foi muito superior a média do município, que é de 31 Mg.ha<sup>-1</sup>.

A produtividade média de cana-de-açúcar destinada à produção de cachaça é em geral baixa, como ocorre também em outras regiões produtoras de cachaça, tais como: a Centro-Serrana capixaba (São Roque do Canaã – ES; 27 Mg.ha<sup>-1</sup>) (INCAPER, 2011); a da Chapada Diamantina na Bahia (Abaira – BA; 31 Mg.ha<sup>-1</sup>) (COOPAMA, 2013); a de Paranaguá (Morretes – PR; 40,47 Mg.ha<sup>-1</sup>) (TRENTO FILHO et. al, 2012). Diferindo apenas da famosa região Norte de Minas Gerais, que tem produtividade próxima da nacional (Salinas – MG; 74 Mg.ha<sup>-1</sup>) (BARBOSA, 2005).

**Tabela 6.** Produtividade, em megagrama por hectare, das variedades estudadas nas colheitas de cana-planta (570 dap) no sítio Pedra Branca e na cana-planta (380 dap) na microbacia do rio Barra Grande, em Paraty.

Produtividade (Mg.ha <sup>-1</sup> )					
Variedade	Pedra Branca		Variedade	Rio Barra Grande	
Padrão I	199	a*	Padrão II	123	a*
RB72454	188	a	RB925268	94	a
RB835486	173	a	RB835486	120	a
RB855536	226	a	RB855536	87	a
RB867515	213	a	RB867515	143	a
RB92579	214	a	SP81-3250	107	a
SP79-1011	213	a	SP79-1011	106	a
SP81-3250	240	a	CV%	22,18	NS
CV%	27.56	NS			

\*As médias seguidas das mesmas letras nas colunas, não diferem entre si a 10% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Dentre os vários problemas enfrentados, SEBRAE-MG(2001) destaca que a baixa produtividade resulta do manejo inadequado e/ou do uso de variedades de cana-de-açúcar há muito tempo cultivadas, com sérios problemas de degenerescência varietal e, muitas vezes, inadequadas ao solo e clima da região onde são cultivadas.

Para esse estudo foram obtidas informações sobre o comportamento das variedades comerciais de cana nas condições edafoclimáticas de Paraty, comparadas a variedade local que é utilizada há muitos anos no município. Embora ainda seja necessário maior número de avaliações e anos de produção, foi mostrado que é possível atingir ganho médio superior de cerca de 300% na produtividade com o uso de variedades comerciais e a aplicação de manejo mais tecnificados.



## 7. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas entrevistas aplicadas aos Agricultores Produtores de Cana-de-açúcar (APCs) de Paraty foi possível caracterizar o ambiente de produção e elencar as diferentes características e peculiaridades da produção de cana-de-açúcar e cachaça no município de Paraty.

O potencial da lavoura canavieira em Paraty é muito maior que o utilizado, sendo mais dependente do manejo e do planejamento até a pós-colheita, do que dos aspectos varietais dos canaviais. As variedades tradicionais apresentaram bons resultados produtivos, mostrando o elevado potencial destes materiais genéticos. Porém, é importante identificar as variedades locais e a guarda deste material, para estimular a sua utilização na lavoura de cana-de-açúcar em Paraty.

A maior dificuldade de avaliação das unidades produtivas deve-se a falta de métodos adequados e a comunicação entre APCs e técnicos. Contudo, foi notória a existência de dois grupos distintos de APCs em Paraty, um de nível de manejo primitivo (A) e outro intermediário (pouco desenvolvido ou B).

Os APCs de nível de manejo A (primitivo) mostram carências em diferentes aspectos, que devem ser considerados pelo poder público e iniciativa privada ligada a essa lavoura, nas ações de gestão para aumento da produção de cana e melhoria para esses agricultores. Esses agricultores têm forte componente de tradição no cultivo de cana-de-açúcar, o que dificulta sua avaliação e implantação de projetos, pelo não compartilhamento ou quantificação dos índices de produtividade mais comuns.

Para esses agricultores, a implantação dos projetos foi prejudicada por percepções diferentes e dificuldades na comunicação técnico-produtor. Estes fatos causaram dificuldades durante a entrevista. Além dos aspectos associados aos níveis de escolaridade e de renda, o abandono do setor, o exercício de outras atividades profissionais, a baixa produtividade das lavouras, e o relacionamento negativo com o comprador de cana-de-açúcar, entre outros.

Para os APCs de nível de manejo intermediário, formado por agricultores que também se dedicam a produção de cachaça, é observado maior suporte associado à promoção da cachaça de Paraty, o que melhora sua condição social, econômica e produtiva.

A partir do diagnóstico inicial dos produtores e da produção de cana de açúcar em Paraty, será possível nortear políticas públicas e as ações de técnicos na região, de modo a promover sustentabilidade e maior produção da cana-de-açúcar e cachaça no município. Ressalta-se a importância de considerar as diferenças socioeconômicas para que as ações de fomento do cultivo da lavoura sejam eficientes.

## **CAPITULO II**

### **GEOPROCESSAMENTO E CONHECIMENTO PEDOLÓGICO APLICADOS A CONSTRUÇÃO DE UMA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL EM PARATY**

## 8. RESUMO

Este estudo teve como objetivos caracterizar áreas cultivadas com cana-de-açúcar na área de abrangência do Regulamento da Indicação Geográfica da Cachaça de Paraty e avaliar a sua aptidão para essa lavoura. Para tanto, foram usados Modelos Digitais de Elevação (MDEs) e seus derivados para obtenção de informações da paisagem, bem como levantamento de solos em escala detalhada. A aptidão agrícola das terras foi avaliada segundo o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (SAAAT) e por uma proposta de adaptação desse sistema voltado para o ambiente de produção de Paraty (modificado), considerando as particularidades da atividade canavieira local e o nível de manejo agrícola dos produtores. Foram gerados MDEs a partir de curvas de nível (IBGE) e de dados de sensoriamento remoto (SRTM, TOPODATA e ASTER). Ainda, 43 pontos foram levantados em campo, usando o GPS Pro Pathfinder XRS da Trimble. Foi feita correção dos dados para obter precisão submétrica e verificar a qualidade dos MDEs, através do cálculo do erro médio quadrado, do erro médio e desvio padrão do erro. Os locais de abertura de trincheira para exame completo dos perfis de solo foram determinados na fase de avaliação e escolha das unidades de produção de cana-de-açúcar (UPCs) de agricultores produtores de cana-de-açúcar (APCs) estudados no Capítulo I, totalizando 7 UPCs. Além dos perfis de solo, amostras extras para análise da fertilidade do solo foram coletadas em cada UPC.

A aptidão agrícola das terras em cada UPCs foi avaliada, considerando graus de limitações para as cinco qualidades tidas como básicas para a produção agrícola e para os três níveis de manejo do agricultor, A, B e C segundo o SAAAT. Na adaptação do SAAAT proposta neste estudo, os critérios utilizados para definição dos graus de limitação de uso da terra foram diferenciados em função da lavoura de cana-de-açúcar, e o perfil dos produtores rurais. O MDE gerado a partir do projeto Topodata apresentou melhor qualidade e foi usado para gerar os atributos do terreno. As classes de relevo predominantes são ondulado e forte ondulado, e a forma das superfícies convexa, sendo tais aspectos da paisagem responsáveis pelo rejuvenescimento dos solos por processos erosivos. Destaca-se nos solos baixa atividade da argila, que na maioria dos horizontes diagnósticos não alcançou  $9 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ . Foram identificadas nas UPCs as seguintes classes: Argissolos, Cambissolos e Latossolos, sendo de 25, 39 e 36 %, respectivamente, as expressões geográficas desses solos. Para a avaliação da aptidão agrícola utilizando o SAAAT, o fator mais limitante foi a suscetibilidade à erosão, pelas declividades elevadas, e para a proposta de adaptação do SAAAT foi o fator impedimento ao manejo da cana-de-açúcar. A comparação entre a classificação das terras pelo SAAAT e o uso atual do solo indicou como inadequada 82% da extensão geográfica das UPCs, onde a aptidão indicada para pastagem, plantada ou natural, em ambiente de Mata Atlântica foi destaque. Na proposta de adaptação do SAAAT, apenas 16% das terras foram inadequadas. Desta forma, conclui-se que existem terras que podem ser utilizadas no cultivo de cana-de-açúcar em Paraty, desde que seja levado em consideração na sua avaliação o sistema de produção local e a escala de observação da paisagem na região estudada.

**Palavras-chave:** Modelo digital de elevação. Aptidão agrícola. Taxa de adequação.

## 9. ABSTRACT

The study aimed to characterize areas cultivated with sugarcane in the area covered by the Regulation of Geographical Indication of Cachaça of Paraty and evaluate its suitability for this crop. Thus, it was used Digital Elevation Models (DEMs) and their derivatives for obtaining information of landscape and soil survey was conducted on a detailed scale. The agricultural potential of the land was assessed according to the System of Agricultural Evaluation and Land Suitability (SAAAT) and a proposed for the adaptation for this system to the production environment of Paraty (modified), considering the particularities of the local sugarcane industry and management level of the agricultural producers. DEMs were generated from contour lines (IBGE) and remote sensing data (SRTM, ASTER, and TOPODATA). 43 points were collected in the field, using the GPS Pathfinder Pro XRS, Trimble. The correction of the data was done to obtain submeter accuracy and check the quality of MDEs, by calculating the mean square error, the mean error and standard deviation of the error. The places for opening soil profiles were determined during the evaluation and selection of producing units of sugarcane (UPCs) of sugarcane producers (APCs) studied in Chapter I, in a total of 7 UPCs. Besides the soil profiles, extra samples for soil fertility analysis were taken in each UPC. The land agricultural suitability in each UPCs was evaluated, considering degrees of limitations for the five qualities regarded as basic for agricultural production and for the three levels of management of the farmer, A, B and C according to SAAAT. In the adaptation of SAAAT proposed in this study, the criteria used to define the degrees of land use limitation were differentiated, according to the sugarcane crop, and the profile of farmers. The MDE generated from the Topodata project showed better quality and was used to generate the terrain attributes. The prevalent relief classes are undulating and strongly undulated and convex surfaces, being such features of landscape responsible for the rejuvenation of soil by erosion process. The low activity clay soils stand out, which in most diagnostic horizons did not reach  $9 \text{ cmolc.kg}^{-1}$ . It was identified the following classes in the UPCs: Argisol, Cambisol e Latosol, being 25, 39 and 36%, the geographical expressions of these soils respectively. For the assessment of land suitability using SAAAT, the most limiting factor was the susceptibility to erosion, due to the steep slopes, and for the adaptation of SAAAT, impediment to management. The comparison between the land classification by SAAAT and current land use indicated as inadequate 82% of the geographical extension of UPCs, where indicated suitability for grazing, planted or natural, in Wood Atlantic environment was highlighted. Only 16% of the lands were classified as inadequate according to the adaptation of SAAAT. Thus, it was concluded that there are lands that can be used in sugarcane cultivation in Paraty, since for their evaluation take into account the local production system and the scale of landscape observation in the studied region.

**Keywords:** Digital Elevation Model. Land suitability. Adequacy ratio.

## 10. INTRODUÇÃO

Os perfis de solos são identificados morfologicamente pela descrição dos horizontes ou camadas, dispostas mais ou menos paralelamente à superfície do terreno, que se diferenciam, principalmente, pela cor, textura e estrutura. Além da descrição morfológica e da paisagem onde o perfil se insere, análises químicas, físicas e eventualmente, mineralógicas, são realizadas para sua completa caracterização. O perfil do solo consiste na unidade básica de estudo para a classificação de solos. A ligação entre a classificação e o levantamento de solos se estabelece quando solos semelhantes quanto às suas propriedades consideradas são reunidos em classes e representados em unidades de mapeamento (IBGE, 2007). A identificação e o mapeamento de solos podem auxiliar o planejamento de uso agrícola.

O levantamento de solos contém, além do mapa de solos, um memorial descritivo das classes de solos de uma dada área ou região que pode ser interpretado para diversos fins. De posse do levantamento de solos, é possível inferir a respeito do comportamento do solo frente aos diferentes usos com relação às práticas de manejo e conservação (RESENDE et al., 2007).

O geoprocessamento é uma ferramenta muito útil no levantamento e processamento de dados de solos. Já os sistemas de informação geográfica (SIG) são eficientes para representar conceitos de expressão territorial, tais como: as unidades potenciais de uso da terra, zonas de influência de determinado parâmetro, áreas críticas, permitindo assim simular, testar e avaliar exemplos ou modelos preestabelecidos, que servirão de suporte à tomada de decisões e a gestão do recurso solo (SILVA, 2001).

A modelagem de processos é uma ferramenta analítica. E o termo modelo digital de elevação (MDE) é utilizado para representar a topografia do terreno em três dimensões, sendo possível gerar diversas outras derivadas de interesse como declividade, plano e perfil de curvatura, índices de umidade do terreno, entre outros. O MDE pode dar suporte ao levantamento e mapeamento de solos, sendo uma das bases para avaliar a potencialidade de uso do solo. (CÂMARA & MEDEIROS, 1998; LAMPARELLI, ROCHA & BORCHI, 2001; PIRES, SANTOS & DEL PRETTE, 2002)

Para avaliação do potencial agrícola das terras um dos métodos mais utilizados no Brasil é o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras – SAAAT (RAMALHO FILHO & BEEK, 1995) desenvolvido pela Embrapa para aplicação em levantamentos de solos em escalas menores (reconhecimento e semi-detalhado). Este método avalia a aptidão das terras a partir de cinco fatores que sintetizam o potencial de uso das terras. O SAAAT considera diferentes níveis tecnológicos caracterizando grandes e pequenos produtores, de acordo com as condições de produção agrícola brasileira (RESENDE et.al., 2007), embora careça de maior desenvolvimento para aplicações mais específicas (CARVALHO FILHO, 2008), como é o caso da atividade canavieira em Paraty.

Com base no exposto, esse capítulo teve como objetivos caracterizar as áreas plantadas com cana-de-açúcar em Paraty e avaliar a sua aptidão para essa lavoura. Ainda, a partir do levantamento de solos detalhado, na área de abrangência do Regulamento da Indicação Geográfica da Cachaça de Paraty, classificar a aptidão pelo SAAAT e segundo proposta de adaptação deste sistema. Tal proposta segue a sistematização do SAAAT, porém utiliza o conhecimento técnico e científico sobre a cultura de cana-de-açúcar, as características edáficas e as práticas de cultivo da lavoura na região, considerando-se as particularidades da atividade canavieira local e o nível de manejo agrícola dos produtores.

## 11. REVISÃO DE LITERATURA

### 11.1. Classificação Pedológica e Levantamento de Solos

*Solo é a coletividade de indivíduos naturais, na superfície da terra, eventualmente modificado ou mesmo construídos pelo homem, contendo matéria orgânica e servindo ou sendo capaz de servir à sustentação de plantas ao ar livre. Em sua parte superior, limita-se com o ar atmosférico ou águas rasas. Lateralmente, limita-se gradualmente com rocha consolidada ou parcialmente desintegrada, água profunda ou gelo. O limite inferior é talvez o mais difícil de definir. Mas, o que é reconhecido como solo deve excluir o material que mostre pouco efeito das interações de clima, organismos, material originário e relevo, através do tempo. (versão do autor) (SOIL TAXONOMY 1975; SOIL SURVEY MANUAL 1984).*

Essa diferenciação do solo para o material de origem inicial é o resultado de adições, perdas, translocação e transformações de energia e matéria, que ocorrem ao longo do tempo e sob a influência dos fatores como clima, organismos e relevo (EMBRAPA, 2006).

Dentre os atributos dos solos, a textura do solo é um dos mais importantes na distinção entre as classes de solos, e refere-se à proporção relativa das frações granulométricas – areia (a mais grosseira), silte e argila (a mais fina) – que compõe a massa do solo (SANTOS et al., 2005). O teor de argila influi diretamente na disponibilidade de água, nas condições químicas (capacidade de troca catiônica matéria orgânica) e é também utilizado no manejo do solo, no cálculo de doses de gesso, herbicidas e resíduos (RESENDE, 2007, RIBEIRO, GUIMARÃES & ALVAREZ, 1999). Com relação à classificação de solos, o teor de argila é usado no cálculo do gradiente textural entre os horizontes A e B, que irá definir classes de solo como Latossolo, Argissolo, entre outras (EMBRAPA, 2006).

Outra importante característica morfológica é a estrutura, que se refere ao padrão de arranjo das partículas primárias do solo (areia, silte e argila) em unidades estruturais compostas chamadas agregados, separadas entre si pelas superfícies de fraqueza, ou apenas superpostas e sem conformação definida (SANTOS et al., 2005). Quanto ao tipo, pode ser identificada como: laminar, prismáticas ou colunares, em blocos, granular; ainda pode não apresentar unidades estruturais, identificando-se como grãos simples ou maciça.

A cor é a característica morfológica de mais fácil visualização no solo. A partir da cor é possível fazer inferências quanto ao conteúdo de matéria orgânica (MO) – em geral, quanto mais escura, maior o conteúdo de MO; a tipificação de óxidos de ferro: hematita (cor vermelha); goethita (cor amarela); formas reduzidas de Fe (cores cinza); drenagem, em que cores neutras e acinzentadas indicam solos mal drenados; mosqueados ou variegados (mesclas de duas cores) podem indicar variação pretérita do nível do lençol freático no perfil.

Segundo IBGE (2007), a descrição morfológica do solo, no campo, deve incluir a delimitação dos horizontes e camadas com identificação e registro das características morfológicas de cada um(a) individualmente, caracterizando a transição entre horizontes ou camadas, profundidade e espessura, cor, textura, estrutura, consistência e demais características. Após a descrição procede-se a coleta de amostras para as análises físicas e químicas por metodologia oficial (EMBRAPA, 2006).

Para a classificação dos solos no Brasil, adota-se o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – 2ª edição (2006), que possui nomenclatura própria e está estruturado até o 4º nível categórico, com seis níveis previstos. A classificação dos solos contribui para o acervo de conhecimentos especializados na área de Ciência do Solo, bem como fornece dados de uso

imediatos, sobretudo no que se relaciona à previsão de comportamento dos solos em relação às práticas de manejo e conservação.

O levantamento pedológico é um prognóstico da distribuição geográfica dos solos como corpos naturais, determinados por um conjunto de relações e propriedades observáveis na natureza. O levantamento identifica solos que passam a ser reconhecidos como unidades naturais, prevêem e delineiam suas áreas nos mapas/cartas, em termos de classes definidas de solos (IBGE, 2007). Os levantamentos de solos apresentam informações que permitem dividir áreas heterogêneas em porções mais homogêneas, com a menor variabilidade possível, em função da escala de mapeamento, dos parâmetros de classificação e das características utilizadas para distinção dos solos.

As informações nos levantamentos de solos podem ser usadas pelas instituições de assistência técnica, de planejamento e de execução de projetos, para diversos fins. Entre eles: seleção de áreas para colonização, estudos de viabilidade técnica de projetos de irrigação e drenagem, avaliação de aptidão agrícola, zoneamentos (pedoclimáticos, socioeconômico-ecológicos, etc.), extrapolação de resultados de pesquisas, indenização de áreas inundadas por represas hidrelétricas, subsídios aos Estudos de Impactos Ambientais e Relatórios de Impactos ao Meio Ambiente - EIA-RIMAS, e seleção de áreas experimentais (IBGE, 2007). Podem também fornecer subsídios para a elaboração de estudos da capacidade de uso da terra, de cartas morfopedológicas e de estudos geoambientais. Em síntese: os levantamentos de solos proporcionam subsídios que podem evitar que áreas inadequadas sejam usadas, causando danos irreversíveis à natureza, sem o esperado retorno dos investimentos.

A distribuição dos solos é uma informação necessária para áreas de dimensões desde a propriedade rural até os territórios de estados e países. Mapas pedológicos podem orientar zoneamentos das terras, para fins agrosilvopastoris, geotécnicos ou planejamento ambiental, permitindo a visão da distribuição espacial dos solos e ressaltando contrastes entre regiões.

Os levantamentos de solo variam quanto à composição de unidades de mapeamento, dos métodos de prospecção, da qualidade, escala do material cartográfico e dos sensores remotos, densidade de observações, frequência de amostragem e características taxonômicas a serem utilizadas. As quais são definidas em função dos objetivos a que se destinam e da extensão das áreas abrangidas pelas unidades de mapeamento. E de acordo com o objetivo e as variáveis descritas acima se tem os tipos de levantamentos, que são seis: Esquemático, Exploratório, Reconhecimento, Semidetalhado, Detalhado e Ultradetalhado. Correspondente a cada tipo de levantamento se tem um tipo de mapa ou carta de solos (IBGE, 2007).

Unidades de mapeamento são áreas definidas cartograficamente de forma a representar a distribuição das classes de solos (unidades taxonômicas). Ao contrário do perfil de solo que representa um ponto, a unidade de mapeamento representa uma seção da paisagem, com uma área definida e contendo uma ou mais classes de solos (ANJOS & PEREIRA, 2003). As unidades de mapeamento podem ser constituídas, tanto por classes de solos, quanto por tipos de terreno. Ora juntamente (associação) e ora individualmente.

Os métodos de prospecção têm como propósito a coleta de dados, descrição de características dos solos no campo e a verificação de limites entre unidades de mapeamento. A densidade de observações diz respeito ao número de exames visuais por área mapeada, por meio de tradagens ou verificações de cortes de estradas, barrancos, voçorocas e outras escavações existentes. Dependem do nível de levantamento, da escala de publicação e da heterogeneidade da área. A frequência de amostragem é definida pelo número de perfis e amostras extras, descritos e coletados em um levantamento de solo, com o objetivo de caracterizar os solos identificados na área em estudo (IBGE, 2007).

As especificações e recomendações para tipos de levantamentos e mapas/cartas de solos segundo IBGE (2007) e EMBRAPA (1995) são apresentadas na Tabela 7.

**Tabela 7.** Diferenciação de Mapas/Cartas e tipos de levantamentos de solos (continua).

Nível de Levantamento de Solos	Objetivos	Métodos de Prospeção	Material Cartográfico e Sensores Remotos Básicos	Constituição de Unidades de Mapeamento	a) Escala Preferencial dos Mapas/Cartas Finais b) Área Mínima Mapeável (AMM) c) Frequência de Amostragem
Mapa Esquemático	Visão panorâmica da distribuição dos solos	Generalizações e amplas correlações com o meio ambiente	Mapas planialtimétricos, fotoíndices e imagens de radar e satélite em escalas pequenas	Associações extensas de vários componentes. Equivalente no nível de Ordens	a) < 1:1 000 000 b) > 40km2
Exploratório	Informação generalizada do recurso solo em grandes áreas	Extrapolação, generalizações, correlações e poucas observações de campo	Mapas/Cartas planialtimétricas, imagens de radar, satélites e fotoíndices em escalas pequenas	Associações amplas de até cinco componentes. Correspondendo à subdivisão de Ordens	a) 1:750 000 a 1:2 500 000 b) 22,5 a 250km2 c) 1 perfil completo por classe de solo predominante na associação
Baixa Intensidade	Estimativa de recursos potenciais de solos	Verificações de campo e extrapolação	Mapas/Cartas planialtimétricas, imagens de radar, satélites e carta imagem em escalas < 1:100 000	Associações e unidades simples de Grandes Grupos de solos	a) 1:250 000 a 1:750 000 b) 2,5 a 22,5km2 c) 1 perfil completo por unidades simples ou componente de associação
Média Intensidade	Estimativa de natureza qualitativa e semiquantitativa do recurso solo	Verificações de campo e correlações solo paisagem	Mapas/Cartas planialtimétricas, imagens de radar e satélites, em escalas > 1:250 000 e fotografias aéreas em escalas > 1:120 000	Unidades simples e associações de Grandes Grupos de solos	a) 1:100 000 a 1:250 000 b) 40ha a 2,5km2 c) 1 perfil completo por unidade simples ou componente de associação
Alta Intensidade	Avaliação semiquantitativa de áreas prioritárias	Verificações de campo e correlações solo paisagem	Mapas/Cartas planialtimétricas, carta imagens em escala > 1:100 000 e fotografias aéreas em escalas > 1:100 000	Unidades simples e associações de Subgrupos de solos	a) 1:50 000 a 1:100 000 b) 10ha a 40ha c) 1 perfil completo e 1 ponto de amostra extra por classe de solo em unidade simples ou componente de associação



**Tabela 7.** Continuação.

Nível de Levantamento	Objetivos	Métodos de Prospecção	Material Cartográfico e Sensores Remotos Básicos	Constituição de Unidades de Mapeamento	a) Escala Preferencial dos Mapas/Cartas Finais b) Área Mínima Mapeável (AMM) c) Frequência de Amostragem
Semidetalhado	Planejamento e implantação de projetos agrícolas e de engenharia civil 2	Verificações de campo ao longo de topossequências selecionadas e correlações solos superfícies geomórficas	Mapas/Cartas planialtimétricas e restituições aerofotográficas em escalas > 1:50 000, levantamentos topográficos convencionais e fotografias aéreas em escalas > 1:60 000	Unidades simples, associações e complexos em nível de Famílias.	a) > 1:50 000 (1) b) < 10ha (para escala > 1:50 000) c) 1 perfil completo e 1 complementar por classe de solo em unidades simples ou componentes de associação
Detalhado	Execução de projetos de uso intensivo do solo	Verificações de campo ao longo de topossequências, quadriculas e relações solos superfícies geomórficas	Mapas/Cartas planialtimétricas, restituições aerofotográficas, levantamentos topográficos com curvas de nível e fotografias aéreas em escalas > 1:20 000	Unidades simples, associações e complexos em nível de Famílias e Séries de solos	a) > 1:20 000 b) < 1,6ha c) 1 perfil completo e 2 complementares por classe de solo no nível taxonômico mais baixo (série)
Ultradetalhado	Estudos específicos, localizados	Malhas rígidas	Plantas, Mapas/Cartas topográficas com curvas de nível a pequenos intervalos em escala > 1:5 000	Séries de solos	a) > 1:5 000 b) < 0,1ha c) perfis completos e complementares em número suficiente para cada unidade taxonômica

## 11.2. Geoprocessamento

O geoprocessamento pode ser definido como um conjunto de procedimentos computacionais que, operando sobre bases de dados georreferenciados existentes e originados do sensoriamento remoto, da cartografia digital ou de qualquer outra fonte, executa classificações e outras transformações dirigidas à elucidação da organização do espaço geográfico (SILVA, 2001). O geoprocessamento pode ser muito útil em levantamentos e processamento de dados de solo. Utilizando programas específicos é possível efetuar interpolações ou sobreposições de dados levantados ou já existentes, gerando de forma rápida e eficiente uma série de novas informações relevantes, tais como determinação do modelo digital de elevação do terreno, altimetria, face de orientação, declividade, entre outros.

Técnicas de geoprocessamento podem ser usadas na busca de soluções de problemas ambientais e julgamento das alternativas que se apresentam. Exemplos de aplicações são: (a) licenciamento ambiental (TEIXEIRA & CASTRO, 2003); (b) gestão de unidades de conservação (JACINTHO, 2003); (c) estudo de solos (FIORIO et al., 2003); (d) avaliação de risco de erosão (LIMA, KUX & SAUSEN, 1992; FARIA, XAVIER DA SILVA & GOES, 2003); (e) manejo e gestão de bacias hidrográficas (BECKER, 2002; CALASANS, LEVY & MOREAU, 2002; MARCOMIM et al., 2004; PIRES, PIRES & SANTOS, 2004); (f) planejamento rural (PIRES, 1995); (g) adequação do uso do solo (FORMAGGIO, ALVES & EPIPHANIO, 1992; ASSAD, 1995); (h) estudos de impactos ambientais (COSTA, 2002).

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) pode expressar eficientemente conceitos de expressão territorial tais como: as unidades potenciais de uso da terra, zonas de influência de determinado parâmetro, áreas críticas, centros dinâmicos de poder, entre outros, sendo capazes de prestar serviços valiosos para o planejamento geoeconômico, para a proteção ambiental e, em nível mais alto para a análise geopolítica (SILVA, 2001; MMA, 1997). A aplicação de um SIG não descarta a necessidade de um analista capacitado, uma vez que é necessário avaliar as lógicas disponíveis para agrupamento espacial de dados (MMA, 1997).

A modelagem de processos é uma ferramenta analítica, e baseia-se na noção de que o SIG não representa simplesmente um determinado ambiente, mas ele é um ambiente artificial, capaz de ser medido, trabalhado e dirigido por processos geográficos e temporais. Prevê padrões espaciais de processos ecológicos, com relação a possíveis cenários decorrentes do tipo de ocupação do solo ou uso dos recursos naturais (LAMPARELLI, ROCHA & BORGHI, 2001; PIRES, SANTOS & DEL PRETTE, 2002).

Entre as contribuições mais relevantes da modelagem de dados em geoprocessamento estão: a integração das imagens de sensoriamento remoto e modelos digitais de elevação com mapas temáticos; suporte para representações geométricas múltiplas de uma mesma entidade do mundo real; e coexistência de representações vetorial e matricial num mesmo sistema (CÂMARA & MEDEIROS, 1998).

O termo modelo digital de elevação é utilizado para representar a realidade em três dimensões, sendo derivados destes os mapas de declividade e exposição. Os modelos digitais de elevação podem ser representados por grades regulares ou grades triangulares. O valor de elevação em qualquer ponto dentro da superfície pode ser estimado a partir das faces (CÂMARA & MEDEIROS, 1998).

Sabe-se que a formação de solos é produto de um conjunto de fatores, os quais atuando sistematicamente favorecem o desenvolvimento destes. As relações de solo-relevo são possíveis de serem estabelecidas, identificando-se superfícies geomorfológicas, estabelecendo-se e separando-se áreas naturais e relativamente homogêneas com a declividade do terreno, e outros índices de representação da paisagem (CUNHA et al., 2005, CAMPOS et al. 2006, 2007).

A partir do MDE, é possível a geração de outras derivadas do terreno. A declividade se refere à inclinação da superfície do terreno em relação horizontal (CÂMARA et al., 1996). Segundo Sousa & Demattê (2008) os solos que ocorrem em relevos mais íngremes sofrem rejuvenescimento por meio de processos erosivos.

A taxa de variação do aspecto ao longo da curva de nível é denominada de perfil de curvatura, e caracteriza mudanças na velocidade do fluxo da água e processos relacionados ao transporte de sedimentos. Valores positivos devem corresponder a terrenos convexos, valores negativos a terrenos côncavos e valores nulos a terrenos retilíneos (VALERIANO, 2008).

O conceito plano curvatura se relaciona à taxa de variação da declividade ao longo das curvas de nível e mede a propensão da água convergir ou divergir sempre que atravessa o terreno. Segundo Valeriano (2008) valores positivos corresponde a terrenos divergentes, negativos a terrenos convergentes e nulos a terrenos planares.

Já a face de exposição identifica a direção para qual a encosta está voltada. As faces de exposição são divisoras de ambientes, interferindo em uma série de aspectos ambientais como a cor do solo, quantidade de água, exuberância da vegetação, capacidade de resiliência dos ecossistemas, etc. A intensidade, duração e frequência de insolação podem interferir nas perdas por transpiração e evaporação. As vertentes voltadas para sul são mais úmidas e menos exposta a insolação, ao contrário das vertentes voltadas para norte. A vertente voltada para o leste é mais úmida que a oeste por receber a insolação durante o período da manhã quando o ar está mais úmido (OLIVEIRA et al., 1995).

O índice de umidade (*wetness index*) caracteriza as zonas de saturação de água superficial e o conteúdo de água nos solos (PEI et al., 2010). Grandes valores do índice de umidade indicam uma maior probabilidade de condições saturadas, e geralmente são encontradas nas partes mais baixas e convergentes, associados com solos de baixa condutividade hidráulica ou áreas de pequeno declive (BEVEN & WOOD, 1983). Esse índice tem sido usado para identificar características de fluxo de água na paisagem (SUMFLETH & DUTTMAN, 2008).

A distinção dos fundos de vale de encostas em diferentes escalas e a combinação de diferentes paisagens é definida em um único índice, o Índice de Multirresolução de Fundo de Vale (MRFV – *multi resolution of the bottom fletness*) (WANG et al., 2010). O índice MRFV foi projetado especificamente para mapear áreas de deposição na paisagem (GALLANT & DOWLING, 2003). Para McKenzie & Gallant (2007) valores inferiores a 0,5 são considerados superfícies de erosão e valores superiores a 0,5 são superfícies de deposição.

A Altitude Acima do Canal de Drenagem (AACD – *altitude above the channel network*) é a distância vertical a partir da rede de drenagem expressa em metros (MÖLLER et al., 2012). Portanto, a altitude é diferente em cada ponto em relação à drenagem, estimando a energia potencial do terreno (ROMÃO, 2006). Prates, Souza & Oliveira Junior. (2012) aplicou a AACD como suporte a delimitação de classes de solos, onde os baixos valores caracterizam superfícies mais próximas do nível do canal, com acúmulo de sedimentos e mais próximos ao nível do lençol freático. Os valores médios indicaram processos de transferência de material das encostas e os valores elevados caracterizaram o topo de morros.

Para determinar o índice Nível do Canal de Base da Rede Local (NCBRL – *channel network base level*) considera-se a distância vertical até o nível do canal de base da rede local, utilizando-se o MDE como fase inicial (HANSEN et al., 2009). Para Bock & Kothe (2008), o NCBRL é essencial para a previsão da profundidade de solos hidromórficos influenciados pelo escoamento de águas subsuperficiais e subterrâneas.

### **11.3. Métodos de Avaliação da Aptidão das Terras**

O potencial agrícola das terras é geralmente classificado de forma interpretativa em sistemas que avaliam fatores limitantes e potencialidades para lavouras ou outros usos dos solos. Para isso é necessário realizar e interpretar levantamentos de solos e identificar diversos aspectos das terras como relevo, vegetação e clima, que são interpretados de forma integrada, para definir a adequabilidade dos solos e do ambiente a serem destinados e usados na atividade agrícola (GIBOSHI, RODRIGUES & LOMBARDI NETO, 2006).

Quando feito de forma não planejada, o uso intensivo da terra para produção agrícola ao longo do tempo resulta em impactos negativos sobre os recursos naturais (OLIVEIRA, 2001; CAMPOS et al., 2002) e a qualidade de vida da população humana (RAMALHO FILHO & PEREIRA, 1999). Os sistemas de avaliação da capacidade de uso do solo podem se constituir em fonte de informações valiosa para o planejamento e tomada de decisões para as atividades agrícolas, fundamentadas nas relações entre a qualidade da terra e seu uso. Ainda, na medida em que os conhecimentos científicos e tecnológicos evoluem, as técnicas e as classificações interpretativas podem ser substituídas e atualizadas (GLERIANI et al., 2001).

Nesse sentido, diversos sistemas de avaliação foram propostos, tendo a classificação interpretativa de levantamentos de solos como princípio para a avaliação das terras. No Brasil dois sistemas são habitualmente adotados para fins agrícolas, ambos estruturados a partir de levantamentos de solos: o sistema de Classificação de Capacidade de Uso da Terra (LEPSCH et al., 1983), e o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (SAAAT) proposto por Ramalho Filho & Beek (1995) e utilizado pela Embrapa Solos em seus levantamentos de solos. O SAAAT faz uma análise do potencial de uso agrícola das terras, para seis grupos de uso e considerando três níveis tecnológicos (A, B e C). São estabelecidas as classes de aptidão em função da presença e intensidade de cinco fatores limitantes à produção agrícola, e considerando a viabilidade de melhoramento dessas limitações pela adoção de práticas agrícolas, nos níveis B e C.

## 12. MATERIAL E MÉTODOS.

### 12.1. Caracterização das Áreas de Estudo

O estudo foi desenvolvido dentro da área de abrangência do Regulamento da Indicação Geográfica da Cachaça de Paraty (APACAP, 2006) descrito a seguir:

Art. 1º - Delimitação da Área de Produção:

*A área geográfica delimitada para a Indicação de Procedência “Paraty” (IP Paraty), para Cachaça e Aguardente Composta Azulada está integralmente localizada no município de Paraty e possui a seguinte delimitação: Inicia-se na Ponta Grande Timbuíba ou Ponta do Toque-Toque; daí segue rumo ao oeste pelo cume dos morros divisores de água da bacia do rio São Gonçalo com a bacia do rio Mambucaba até chegar ao cume da serra do Mar, divisa dos municípios de Paraty - RJ com Cunha – SP; daí segue rumo ao sul pelo cume da Serra do Mar, acompanhando a divisa dos municípios de Paraty – RJ com Cunha – SP até chegar ao encontro do cume da Serra do Mar com a Serra do Paraty; daí segue rumo ao leste, seguindo o cume da Serra do Paraty, divisa dos municípios de Paraty – RJ com Ubatuba – SP até chegar ao mar na Ponta da Trindade; daí segue pela costa do município de Paraty – RJ até chegar a Ponta Grande Timbuíba ou Ponta do Toque-Toque, fechando assim o perímetro com uma área total de aprox. 900 km<sup>2</sup>. Nessa delimitação deverão ser respeitadas as áreas de reserva e proteção ambiental compreendida pelo Parque Nacional da Serra da Bocaina, a Reserva Ecológica da Joatinga e a A.P.A. do Cairuçu.*

Subtraindo as áreas de proteção ambiental compreendidas pelo Parque Nacional da Serra da Bocaina, a Reserva Ecológica da Joatinga e a APA do Cairuçu, a área de abrangência do regulamento acima passa a ser de cerca de 164 km<sup>2</sup> (16.392 ha) (PARATY, 2010).

O perímetro das propriedades foi obtido através da digitalização de plantas planimétricas georeferenciadas dos proprietários (nas APCs 4 e 2), e os demais através de levantamento com GPS Garmin GPSmap76CSx.

Foram feitas entrevistas em nove APCs, contudo o número de Unidades de Produção de Cana-de-açúcar (UPC) estudadas foi de sete. Os APCs 04 e 09, 06 e 10 cultivam as mesmas propriedades, estes passaram a integrar duas unidades de produção de cana-de-açúcar (UPC) apenas, sendo designadas respectivamente como UPCs 04 e 06. Já o APC 01 tem duas áreas distintas, que foram desmembradas em duas UPCs, as UPCs 1 e 3. E o APC 08 não teve sua UPC avaliada neste estudo. No desenvolvimento do estudo a equivalência entre APC e UPC trabalhadas nos mapas de atributos gerados a partir do MDE foi a seguinte:

APC	UPC
1	1
2	2
1	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	-

## 12.2. Geração e Avaliação dos Modelos Digitais de Elevação (MDEs)

### 12.2.1. Os diferentes MDEs gerados

Foram gerados MDEs a partir de curvas de nível e sensoriamento remoto (SRTM, Topodata e Aster), informações disponibilizadas gratuitamente na internet. Não há consenso sobre o melhor modelo para geração de MDE a partir de curvas de nível. Contudo o processo de interpolação baseado em grade regular retangular, realizado pela ferramenta *Topo to Raster*, do software ArcGIS 10.0 da Esri, segundo o método proposto por Hutchinson (1989), tem apresentado bom desempenho (SALGADO, FORMAGGIO & RUDORFF., 2011; CHAGAS et al., 2010; FERNANDES & MENEZES, 2005).

Assim, o MDE foi obtido utilizando-se dados relativos às curvas de nível, com equidistância vertical de 20 m, de pontos cotados e hidrografia contida nas cartas topográficas do IBGE (2013), na escala de 1:50.000. Foram empregadas as folhas Juatinga (SF-23-Z-Z-I-4), Rio Mambucaba (SF-23-Z-A-IV-4), Picinguaba (SF-23-Z-C-I-3) e Parati (SF-23-Z-C-I-2).

Os arquivos obtidos no site do IBGE foram convertidos de arquivo dgn para *shapefile*. Posteriormente estes arquivos foram unidos dando origem aos *shapefiles* de hipsometria e hidrografia contendo todo o município. O sistema de projeção geográfica definido foi o sistema de coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator), datum SIRGAS 2000 e zona 23S. Foi feito o recorte da área de abrangência do estudo definido no item 12.1, sobre o *shapefile* de hidrologia e hipsometria. As curvas de nível e pontos cotados do *shapefile* hipsometria recortado foram editadas (re-cotados) um por um, no software ArcGIS. A verificação do fluxo da drenagem foi realizada no *shapefile* hidrologia para correção no sentido do fluxo, garantindo que todos os rios fluem para a foz. Com as curvas de nível, os pontos cotados, hidrografia e o limite do município foram gerados o MDE-IBGE a partir das curvas na ferramenta *Topo to Raster* no ArcGIS 10. Esta interpolação considera não somente os dados de elevação (curvas de nível previamente cotadas), mas modifica a superfície pela direção da drenagem, possibilitando a suavização do modelo e aumento da precisão, gerando um modelo hidrológicamente consistente (CHAGAS, 2006; PINHEIRO et al., 2011).

A grade com qual foi gerado o MDE-IBGE foi de 20 m x 20 m, respeitando a acuidade visual de 0,2 mm para a escala dos dados cartográficos (espaçamento celular mínimo de 10 x 10 m para dados cartográficos com escala de 1: 50.000).

Imagens SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) foram obtidas gratuitamente na internet do projeto ‘Brasil em relevo’ da EMBRAPA (MIRANDA, 2012). A missão SRTM foi uma ação conjunta da agência espacial norte-americana NASA, a *National Geospatial-Intelligence Agency* (NGA), o Departamento de Defesa dos Estados Unidos (DoD) e as agências espacial alemã (*Deustches Zentrum für Luft- und Raumfahrt* - DLG) e italiana (*Agenzia Spaziale Italiana* - ASI), obtidas entre 11 e 22 de fevereiro de 2000. Essa missão teve como objetivo mapear todo relevo continental da Terra, sendo que os dados para o Brasil estão disponíveis em resolução de 90 m (FARR, 2007).

As imagens utilizadas foram SF-23-Z-A e SF-23-Z-C, que foram unidas em um mosaico no software ArcGIS 10 Desktop pela ferramenta *Mosaic to New Raster*. O sistema de projeção foi definido como no MDE-IBGE (UTM, Datum SIRGAS 2000, Zona 23S). Foi realizado o recorte da área do estudo e neste trabalho foi referenciado como MDE-SRTM.

No Brasil, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) processou os dados SRTM disponíveis para o país através do Projeto TOPODATA, refinando a resolução espacial destes dados para 30 m (VALERIANO E ALBUQUERQUE, 2010). Foram utilizados os arquivos de altimetria, dados interpolados, unidade metro: 22S45\_ZN.tif e 23S45\_ZN.tif. Os arquivos foram unidos e tiveram seu sistema de projeção redefinido para o usado nos outros MDEs no software ArcGIS Desktop pelas ferramentas *Mosaic to New Raster* e *Project*

*Raster, respectivamente.* Foi feito o recorte da área de estudo do mosaico e gerado o MDE-TOPODATA.

Um quarto MDE analisado foi gerado a partir dos dados do sensor VNIR do *Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer* (ASTER). Este produto é fruto de ação conjunta da NASA com o Ministério da Economia, Indústria e Comércio do Japão (*Japan Ministry of Economy Trade and Industry*). Este MDE é disponibilizado na internet (<http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp/search.jsp>) com resolução espacial de 30 m (ABRAMS, HOOK & RAMACHANDRA, 2002). O processo de obtenção do MDE-ASTER da área de estudo foi idêntico ao usado na geração do MDE-SRTM

### 12.2.2. Avaliação da qualidade dos MDEs

A qualidade dos MDEs foi avaliada sob a ótica qualitativa e quantitativa. O total de 43 pontos foi levantado em campo nas áreas das UPCs, com GPS Pro Pathfinder XRS da Trimble. Este GPS possui receptor diferencial e permitiu correção pós-processada dos dados a partir da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo, mantida pelo IBGE (<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/rbmc/rbmc.shtm>). Pela proximidade da área de estudo, foi adotada como base a estação de Cachoeira Paulista (estado de São Paulo) (Código SAT Estação: 93920 Siglas: CHPI). Procedeu-se a correção diferencial utilizando dados da Estação Base referente aos dias 24 e 25 de setembro do ano de 2012, usando o programa de computação *GPS pathfinder Office* da Trimble. Deste modo, obteve-se precisão submétrica dos dados, aqui chamados de pontos de controle (Zi). Pela elevada acurácia, esse dados foram então usados para verificar a qualidade dos MDEs, sob a ótica quantitativa.

De posse dos valores altimétricos dos pontos de controle (Zi) e dos MDEs (Zt) dos 43 locais ( $n$  - número de pontos de controle = 43), foram calculados os seguintes índices:

$$\text{Erro médio quadrado: } EMQ = \sqrt{\frac{\sum(Zi-Zt)^2}{n-1}} \quad (1)$$

$$\text{Erro médio: } EM = \frac{\sum(Zi-Zt)}{n} \quad (2)$$

$$\text{Desvio padrão do erro: } DPE = \sqrt{\frac{\sum[(Zi-Zt)-EM]^2}{n-1}} \quad (3)$$

### 12.3. Atributos Primários e Secundários Extraídos a Partir do MDE de Maior Acurácia

Uma vez escolhido o MDE de maior acurácia, este foi usado como base para gerar outros atributos do terreno (primários e secundários), com os programas ArcGIS 10.0 e o SAGA-GIS versão 2.0.8 (BÖHNER et al., 2012). Os atributos primários foram calculados diretamente do MDE enquanto que os atributos secundários foram calculados a partir de combinações de dois ou mais atributos primários do terreno. Sendo eles: a) Declividade, b) Perfil de curvatura, c) Plano de curvatura, d) Face de exposição, e) Altitude Acima do Canal de Drenagem (AACD), f) Índice de Multirresolução de Fundo de Vale (MRFV), g) Índice de Umidade do SAGA (IU), e h) Nível do canal de base da rede local (NCBRL).

### 12.4. Descrição dos Perfis e Coleta de amostras, Classificação dos Solos e Levantamento dos Solos

Os locais de abertura de trincheiras para exame dos perfis de solo foram determinados na fase de avaliação e escolha das unidades produtivas dos APCs estudados no Capítulo I. A descrição e coleta de solos foi feita segundo Santos et al. (2005). Além das amostras dos perfis, foram coletadas outras para análise da fertilidade. Os solos foram classificados segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

O levantamento de solos, em escala similar a do nível detalhado, foi realizado para estabelecer as relações entre os atributos de solo e o ambiente e o potencial para a cultura da cana-de-açúcar em Paraty. A área total mapeada foi de 17,32 ha, sendo coletado um perfil modal por unidade de mapeamento. A definição das unidades de mapeamento-(UMs) foi baseada nos diferentes solos e em atributos tais como: fases de declividade, drenagem, pedregosidade, rochosidade e erosão. Foi elaborada uma legenda de solos com a relação das UMs identificadas e delineadas na área de estudo, tendo como referências o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006) e Santos et al. (2005).

## **12.5. Análises Físicas e Químicas**

A descrição detalhada dos métodos utilizados para caracterização dos solos está contida no Manual de Métodos de Análise de Solo (EMBRAPA, 1997).

### **12.5.1. Análises físicas**

Calhaus e cascalhos - Separados por tamisação, empregando-se peneiras de malha de 20 mm e 2 mm, respectivamente.

Terra fina - Separada por tamisação, no mesmo fracionamento comum à determinação anterior, recolhendo-se o material mais fino, passado em peneira de malha de 2 mm.

Composição granulométrica – Determinada pelo método da pipeta. Baseada na Lei de Stokes.

Argila dispersa em água - Determinada pelo hidrômetro de Boyoucos, como na determinação da argila, sendo usado agitador de alta rotação e unicamente água destilada para dispersão.

Grau de flocculação - calculado segundo a fórmula:  $100 (\text{argila total} - \text{argila dispersa}) / \text{argila total}$ .

Densidade do solo – Determinado pela pesagem de amostras de solo com estrutura indeformada através de um anel de aço (Kopecky) e volume interno conhecido.

Densidade da partícula – Determinado pelo volume de álcool necessário para completar a capacidade de um balão volumétrico, contendo solo seco em estufa.

Volume Total de Poros – VTP – Calculado segundo a formula:

$VTP = 100 - (\text{densidade da partícula} - \text{densidade do solo}) / \text{densidade da partícula}$ .

### **12.5.2. Análises químicas**

pH em água e KCl  $1\text{mol.L}^{-1}$ . Determinados potenciometricamente numa suspensão solo-líquido de, aproximadamente, 1:2,5 e o tempo de contato nunca inferior à meia hora, agitando-se a suspensão imediatamente antes da leitura.

Carbono Orgânico - Determinado por oxidação da matéria orgânica com dicromato de potássio  $0,4\text{mol.L}^{-1}$  em meio sulfúrico e titulação pelo sulfato ferroso  $0,1\text{mol.L}^{-1}$  (sal de Mohr).

$\text{P}_2\text{O}_5$  assimilável - Extraído com uma solução HCl  $0,05\text{mol.L}^{-1}$  e  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $0,025\text{mol.L}^{-1}$  (North Carolina) e determinado colorimetricamente em presença do ácido ascórbico.

Cálcio e magnésio trocáveis - Extraídos com solução normal de KCl  $1\text{mol.L}^{-1}$  na proporção 1:20, juntamente com o Alumínio trocável ( $\text{Al}^{+++}$ ), e após a determinação deste, na mesma alíquota, são determinados juntos  $\text{Ca}^{++}$  e  $\text{Mg}^{++}$  com solução EDTA  $0,0125\text{M}$ ;  $\text{Ca}^{++}$  determinado em outra alíquota com solução de EDTA  $0,025\text{M}$ ;  $\text{Mg}^{++}$  obtido por diferença.

Potássio e sódio trocáveis - Extraídos com HCl  $0,05\text{mol.L}^{-1}$ , na proporção de 1:10, e determinados por fotometria de chama.

Valor S - (soma de bases trocáveis) - Obtido pela soma de  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Na}^+$ .

Alumínio extraível - Extraído com solução de KCl  $1\text{mol.L}^{-1}$ , na proporção de 1:20 e determinado pela titulação da acidez com NaOH  $0,025\text{mol.L}^{-1}$ .



$H^+$  e  $Al^{+++}$  trocáveis (acidez potencial) - Extraídos com acetato de cálcio normal de pH 7 e titulada a acidez resultante com NaOH 0,0606 mol.L<sup>-1</sup>, usando-se fenolftaleína como indicador.

Valor T (capacidade de troca de cátions) - obtidos pela soma dos valores S,  $H^+$  e  $Al^{+++}$ .

Valor V (saturação de bases) - Calculado pela fórmula:  $S \times 100/T$ .

$Na^+$  Solúvel - determinado no extrato aquoso da pasta de saturação.

Porcentagem de Saturação com  $Na^+$  - calculado pela fórmula:  $100 \times Na^+/T$

Porcentagem de saturação com  $Al^{+++}$  - Calculado pela fórmula:  $100 \times Al^{+++}/(Al^{+++} + S)$

Para o cálculo do estoque de nutrientes foram utilizados os teores dos mesmos até a profundidade de 0,3 m. Foi utilizada como base para o cálculo a equação 4, aplicada para cada horizonte do solo. O total foi obtido pelo somatório dos resultados até 0,3 m de profundidade.

$$Estn = \frac{(Cn \times MM \times 10 \times Ds)}{V} \quad (4)$$

Onde:

Estn - estoque de nutrientes (kg.ha<sup>-1</sup>); Cn - concentração na análise (cmolc.kg<sup>-1</sup>); MM - massa molecular; Ds - densidade do solo (Mg.m<sup>-3</sup>) e V - carga do elemento em módulo.

O estoque de carbono foi avaliado nos diferentes horizontes do solo até 0,3 m de profundidade. Para sua determinação foram utilizados os dados de densidade do solo e carbono orgânico do solo. O estoque de carbono foi calculado a partir da equação 5, e o total foi obtido pelo somatório dos resultados dos horizontes até 0,3 m de profundidade.

$$EstC = \frac{(C \times Ds \times E)}{10} \quad (5)$$

Onde: o EstC representa o estoque de carbono (Mg ha<sup>-1</sup>); C, indica o teor de C orgânico na camada avaliada (g kg<sup>-1</sup>); Ds, a densidade do solo (Mg m<sup>-3</sup>) e a espessura (cm) da camada em análise.

## 12.6. Avaliação da Aptidão das Terras para o Cultivo de Cana-de-açúcar para Cachaça

As UMs foram classificadas quanto à aptidão agrícola, segundo o Sistema para Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras – SAAAT (Ramalho Filho & Beek, 1995). Foram consideradas na avaliação as práticas agrícolas ao alcance da maioria dos agricultores, num contexto técnico, social e econômico local, e para os três níveis de manejo identificados no item 3.2 do capítulo I. As classes de aptidão obtidas pelo SAAAT foram contrastadas com o uso atual do solo, detectando-se a taxa de adequação do uso atual das terras, caracterizando como adequado ou inadequado em relação à aptidão agrícola indicada pelo SAAAT.

Em função da já apontada falta de especificidade do SAAAT para uso em nível de propriedade rural, foi proposta uma adaptação do sistema de Ramalho Filho & Beek (1995). A proposta considerou as características edáficas e as práticas de cultivo da cana-de-açúcar para produção de cachaça no município de Paraty. Os dados do levantamento pedológico e da paisagem foram associados a informações de produtividade da lavoura, oriundos de unidades experimentais instaladas no município, além de dados de instituições de extensão rural, pesquisas e estatísticas da região, bem como a experiência de técnicos locais.

Foram determinados os graus de limitações (desvios) dos parâmetros do solo e ambiente que refletem no desenvolvimento da cana-de-açúcar: deficiência de fertilidade ( $\Delta F$ ), deficiência de água ( $\Delta A$ ), deficiência de oxigênio ( $\Delta O$ ), suscetibilidade à erosão ( $\Delta E$ ), e impedimentos ao manejo ( $\Delta M$ ). Os desvios foram estimados considerando-se a viabilidade de melhoramento das deficiências por meio do emprego de técnicas de manejo agrícola para os

dois níveis tecnológicos com aplicação de capital (B e C), conforme Ramalho Filho & Beek (1995).

A cana-de-açúcar, gramínea semi-perene, pode explorar até em torno de 80-100 cm de profundidade no solo, e sua produtividade tem estreita relação com propriedades químicas do solo favoráveis, tais como: pH, saturação por bases, teor de alumínio e teor de cálcio nas camadas mais profundas do solo (MANZATTO, 2010; MARIN, 2011). Diante disso, os graus de limitação ligados à deficiência de fertilidade ( $\Delta F$ ) foram determinados pela combinação dos atributos de saturação por bases (V%) e saturação por alumínio (m%), seguido pelo teor de carbono orgânico (C%) nos primeiros 30 cm de profundidade. Os valores limites para estabelecimento dos diferentes graus de limitação de saturação por base e alumínio foram baseados nas classes de interpretação da fertilidade do solo de Ribeiro, Guimarães & Alvarez (1999). A deficiência de fertilidade aumenta com a diminuição da saturação de bases e o aumento da saturação por alumínio.

O teor de carbono orgânico foi usado pelo papel da matéria orgânica na manutenção e sustentabilidade dos ecossistemas naturais e agroecossistemas. E em solos com baixa fertilidade natural, ela é a maior responsável pelo armazenamento dos nutrientes do solo e fonte de transformações diversas, intermediadas por organismos do solo (FREIRE et al., 2013). As classes dos valores de carbono orgânico foram definidas a partir dos valores encontrados nos perfis modais e nas amostras coletadas para análise de fertilidade (Tabela 8).

**Tabela 8.** Critérios<sup>1</sup> para definição do grau de limitação por Deficiência de Fertilidade ( $\Delta F$ ) para a cultura da cana-de-açúcar em Paraty.

Graus de limitação	V% <sup>1</sup>	m% <sup>2</sup>	C% <sup>3</sup>
Nulo	>60	$\leq 15$	> 1,5
Ligeiro	40,1 - 60	15,1 - 30	1,01 – 1,5
Moderado	15,1 - 40	30,1 - 50	0,61 – 1,0
Forte	5,1 - 15	50,1 - 75	$\leq 0,6$
Muito forte	$\leq 5$	> 75	

<sup>1</sup>Saturação por bases (V%); <sup>2</sup>saturação por alumínio (m%); <sup>3</sup> teor de carbono orgânico (C%).

A disponibilidade de água nos ambientes produtivos é um dos fatores que mais interfere no crescimento e desenvolvimento das lavouras, principalmente nos estágios iniciais que demandam mais água. Em presença de déficit hídrico, é reduzido o crescimento radicular, e decresce a produtividade, mesmo em solos com elevada fertilidade (EMBRAPA, 2009).

Os critérios adotados para definir os graus de limitação por deficiência de água ( $\Delta A$ ) foram: classes de drenagem, fases de relevo e textura do solo (Tabela 9). O clima da região propicia fornecimento suficiente de água ao longo do ano, sendo as características de retenção e movimentação de água do solo as que mais afetam este parâmetro.

A drenagem interna do solo refere-se à intensidade de permanência ou retirada de água no perfil (Santos et al., 2005). Contudo, as fases de relevo também influenciam na movimentação (relevos mais movimentados) e acúmulo (relevos mais planos) de água na paisagem. Além disso, a textura do solo influencia no fenômeno de água no solo, sendo maior a retenção em solos argilosos, e o oposto em solos mais arenosos.

**Tabela 9.** Critérios para definição do grau de limitação por Deficiência de Água ( $\Delta A$ ) para a cultura da cana-de-açúcar em Paraty.

Graus de limitação	Drenagem	Fase de relevo	Textura
Nulo	Imperfeitamente a muito mal drenado	Qualquer	Qualquer
	Moderadamente drenado	Qualquer	Argiloso a médio
Ligeiro	Moderadamente drenado	Qualquer	Arenoso
	Bem drenado	Plano a ondulado	Qualquer
	Acentuadamente a excessivamente drenado	Qualquer	Argiloso
Moderado	Bem drenado	Forte ondulado a escarpado	Qualquer
	Acentuadamente a excessivamente drenado	Qualquer	Médio
Forte	Acentuadamente a excessivamente drenado	Qualquer	Arenoso

Mesmo sendo uma planta rústica, apresentando um bom desenvolvimento em diversos tipos de solos, a cana-de-açúcar apresenta melhor desempenho em solos com boa aeração e drenagem (COPERSUCAR, 1988). Deste modo, foi proposta a integração entre as classes de drenagem, fases de relevo e textura predominante ao longo do perfil como critérios para determinar os graus de limitação por deficiência de oxigênio ( $\Delta O$ ) (Tabela 10). Quanto mais bem drenado e mais movimentado o relevo da paisagem menor o grau de limitação; ao passo que a textura é relacionada à capacidade de retenção de água no solo, em que quanto mais argiloso o solo maior a possibilidade de deficiência de oxigênio. Este atributo pode ser modificado pelo forte desenvolvimento de estrutura granular, como em Latossolos com altos teores de óxidos de ferro, não observados na área de estudo em Paraty.

As fases de relevo empregadas foram: plano (0 a 3%), suave ondulado (3 a 8%), ondulado (8 a 20%), forte ondulado (20 a 45%), montanhoso (45 a 75%) e escarpado (>75%).

**Tabela 10.** Critérios para definição do grau de limitação por Deficiência de Oxigênio ( $\Delta O$ ) para a cultura da cana-de-açúcar em Paraty.

Graus de limitação	Drenagem	Fase de relevo	Textura
Nulo	Excessivamente a acentuadamente drenado	Qualquer	Qualquer
	Bem drenado	Qualquer	Médio a arenoso
Ligeiro	Bem drenado	Qualquer	Argiloso
	Moderadamente a Imperfeitamente drenado	Forte ondulado	Qualquer
Moderado	Moderadamente a Imperfeitamente drenado	Plano a ondulado	Qualquer
Forte	Mal a muito mal drenado	Plano	Qualquer

Os graus de limitação relacionados à suscetibilidade à erosão ( $\Delta E$ ) foram definidos pelas fases de relevo, textura e pela ocorrência de gradiente textural. As fases de relevo consideradas foram: 0 a 3% - Plano; 3,1 a 8% - Suave Ondulado; 8,1 – 20% Ondulado; 20,1 a 30% - Forte Ondulado Inferior; 30,1 a 38% - Forte Ondulado Médio; 38,1 – 45% - Forte ondulado Superior; 45,1 a 75% - Montanhoso; e maior que 75% - Escarpado.

A suscetibilidade à erosão aumenta com o aumento da declividade e com o teor de areia. A presença de gradiente textural potencializa a suscetibilidade à erosão. Solos em

relevo montanhoso independentemente da textura do solo apresentam grau de limitação forte. Os graus de limitação ou desvios são apresentados na (Tabela 11)

**Tabela 11.** Critérios para definição do grau de limitação por suscetibilidade à erosão ( $\Delta E$ ) para a cultura da cana-de-açúcar em Paraty.

Graus de limitação	Fases de relevo	Textura	Gradiente textural
Nulo	Plano e suave ondulado	Qualquer	Qualquer
	Ondulado	Argiloso	Qualquer
Ligeiro	Forte ondulado Inferior	Qualquer	Qualquer
	Forte ondulado Médio	Argiloso a médio	Sem gradiente
	Ondulado	Médio a arenoso	Qualquer
	Forte ondulado Médio	Argiloso a médio	Com gradiente
Moderado	Forte ondulado Superior	Qualquer	Sem gradiente
	Ondulado	Qualquer	Com gradiente
Forte	Forte ondulado Médio	Arenoso	Qualquer
	Forte ondulado Superior	Qualquer	Com gradiente
	Montanhoso	Qualquer	Qualquer

Os critérios adotados para os graus de limitação por impedimentos ao manejo ( $\Delta M$ ) consistem na integração dos parâmetros fase de relevo, classes de drenagem e rochosidade (Tabela 12). Quanto mais movimentada a paisagem maior é o impedimento ao manejo assim como menor é o fluxo de drenagem do solo, contudo diferentes relações são apresentadas na determinação dos graus de limitação. Foi adotada na proposta impedimento ao manejo em substituição ao fator impedimento a mecanização, uma vez que as operações de preparo, cultivo e colheita da cana-de-açúcar são geralmente feitas de forma manual e com tração animal, como visto no Capítulo I.

**Tabela 12.** Critérios para definição do grau de limitação por impedimento ao manejo ( $\Delta M$ ) para a cultura da cana-de-açúcar em Paraty.

Graus de limitação	Fase de relevo	Drenagem	Outras limitações
Nulo	Plano, suave ondulado e ondulado	Moderadamente a excessivamente drenado	
	Qualquer	Qualquer	Moderadamente rochoso
Ligeiro	Plano, suave ondulado e ondulado	Imperfeitamente drenado	
	Forte ondulado	Bem a excessivamente drenado	
Moderado	Qualquer	Qualquer	Rochoso
	Plano, suave ondulado e ondulado	Imperfeitamente a excessivamente drenado	
	Forte ondulado	Bem a excessivamente drenado	
	Forte ondulado	Moderadamente a imperfeitamente drenado	
Forte	Plano, suave ondulado e ondulado	Mal a Muito mal drenado	

Os graus de limitação são atribuídos às terras em condições naturais e também se considera o emprego de práticas de melhoramento compatíveis com os níveis de manejo B e C, sendo desconsiderada a irrigação. No SAAAT (Ramalho Filho & Beek, 1995) são consideradas duas classes de viabilidade de melhoramento, conforme as condições especificadas para os níveis de manejo B e C.

Classe 1 - Melhoramento viável com práticas simples e pequeno emprego de capital.

Classe 2 - Melhoramento viável com práticas intensivas e mais sofisticadas e considerável aplicação de capital. Esta classe ainda é considerada economicamente compensadora, porém aplica-se apenas ao nível C.

As práticas de melhoramento para fertilidade natural são as seguintes: Classe 1: adubação verde, incorporação de composto e/ou esterco, aplicação de vinhoto, bagaço, cinzas e tortas diversas, correção do solo (calagem), adubação com NPK e rotação de culturas; e Classe 2: adubação com NPK + micros, gessagem, adubação foliar.

Quanto à deficiência de água, não se aplica a viabilidade de melhoramento, embora não sejam necessárias pelas características climáticas e pedológicas da região de Paraty.

Quanto à deficiência de oxigênio pode se utilizar as seguintes práticas: Classe 1: construção de valas de drenagens, planejamento da sulcagem do terreno para plantio, uso de variedades mais tolerantes a solos mais úmidos; e Classe 2: construção de drenos, diques e outros trabalhos mais intensivos de drenagem.

Para susceptibilidade à erosão, consideram-se as práticas: Classe 1: sulcagem em nível, preparo mínimo do solo, enleiramento da palhada em nível, culturas de contorno; e Classe 2: terraceamento, interceptadores, controle de voçorocas. Sendo que as da Classe 2 não são adotadas na região, em função do relevo predominantemente forte ondulado ou mais declivoso.

Já para o melhoramento quanto ao impedimento ao manejo, na proposta de adaptação do SAAAT foi considerada como viável para o nível C. São recomendadas práticas tais como a construção de estradas e carregadores obedecendo às curvas de nível, remoção de pedras (matacões), drenagem e a sistematização do terreno.

Definidos os desvios  $\Delta F$ ,  $\Delta A$ ,  $\Delta O$ ,  $\Delta E$  e  $\Delta M$ , um quadro guia foi elaborado para o estabelecimento das unidades de manejo para a cultura da cana-de-açúcar em Paraty, indicando qual fator ou fatores limitantes impõem maiores restrições ao manejo da lavoura nos níveis de produção estabelecidos. As classes de unidades de manejo: adequada, regular, restrita e inadequada, foram identificadas por letras maiúscula, minúscula, minúscula entre parêntese e um traço ou ausência de qualquer letra, respectivamente (Tabela 13). O grau de limitação é determinado pelo fator mais restritivo para um dado nível de manejo.

**Tabela 13.** Quadro Guia da proposta de adaptação do Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras para avaliação de terras para cultivo da cana-de-açúcar em Paraty-RJ.

Unidades de Manejo	Deficiência de Fertilidade			Deficiência de Água			Deficiência de Oxigênio			Suscetibilidade à Erosão			Impedimento ao Manejo		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Adequado	L	L1	N2	N	N	N	L	N1	N1	N	N	N	N	N	N
Regular	M	M1	L2	L	L	L	M	L1	L1	L	L1	N2	L	L	N2
Restrito	F	F1	M2	M	M	M	F	M1	M1	M	L1	N2	M	L	L2
Inadequado	MF	MF	MF	F	F	F	F	F	F	F	M1	L2	F	M	M

Níveis de manejo: A – Primitivo; B – Pouco desenvolvido; C – Desenvolvido; Grau de limitação: N – nulo, L – ligeiro, M – moderado, F – forte, MF – muito forte;  
 Classe de melhoramento: 1 – viável com práticas simples e pequeno emprego de capital, 2 – viável com práticas intensivas e sofisticadas, e considerável aplicação de capital.

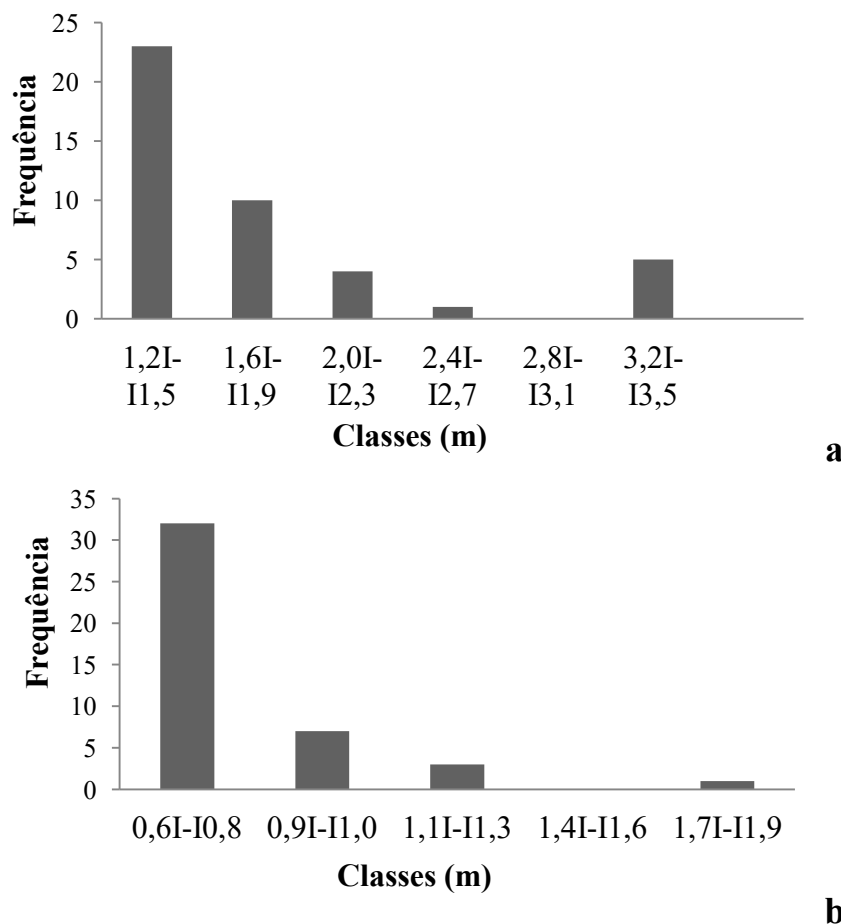
## 13. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 13.1. Modelos Digitais de Elevação (MDE) e Atributos do Terreno.

#### 13.1.1. Avaliação da qualidade dos MDEs gerados

Os erros nos MDEs podem afetar a precisão tanto horizontalmente (coordenadas XY) como em relação à elevação vertical (coordenada Z). Entretanto, de acordo com Fisher e Tate (2006), deve ser dada maior atenção ao erro planimétrico. Sob esta ótica, os pontos obtidos com o DGPS foram utilizados como referência por terem precisão horizontal submétrica para 90% dos pontos coletados. Em relação à precisão vertical, que de modo geral sempre foi inferior a horizontal, 53% dos pontos estão abaixo de 1,6m e apenas 12% acima de 3,0m, como pode ser observado na Figura 14.

Dos MDEs analisados, aquele que apresentou os melhores valores para EMQ, EM e DPE foi o MDE-Topodata, com 5,14; -0,85 e 5,07 respectivamente. Visto que as UPCs têm áreas pequenas, a escala 1:50.000 seria a mais adequada, onde se objetiva os estudos das relações de solo-paisagem. Em outras palavras, uma vez que as áreas das UPCs são muito pequenas e com pouca variabilidade do ponto de vista pedológico, os MDEs e suas respectivas derivadas não terão emprego direto para o mapeamento de solos, e sim, quanto à caracterização e localização das mesmas na pedopaisagem da região. Os resultados da avaliação da precisão vertical dos MDEs são apresentados na Tabela 14.



**Figura 14.** Frequência dos pontos obtidos com DGPS distribuídos em classes de precisão horizontal (a) e vertical (b).

Em concordância com os resultados encontrados, DIAS et al. (2011), avaliando a precisão vertical de diferentes MDEs destacaram o desempenho do Topodata na APA Petrópolis. Landau e Guimarães (2011) relatam que o MDE Topodata melhorou a resolução das informações, principalmente em relevo mais acidentado, como em Petrópolis e em Paraty.

**Tabela 14.** Resultados da análise estatística e valores de altitude para os MDEs.

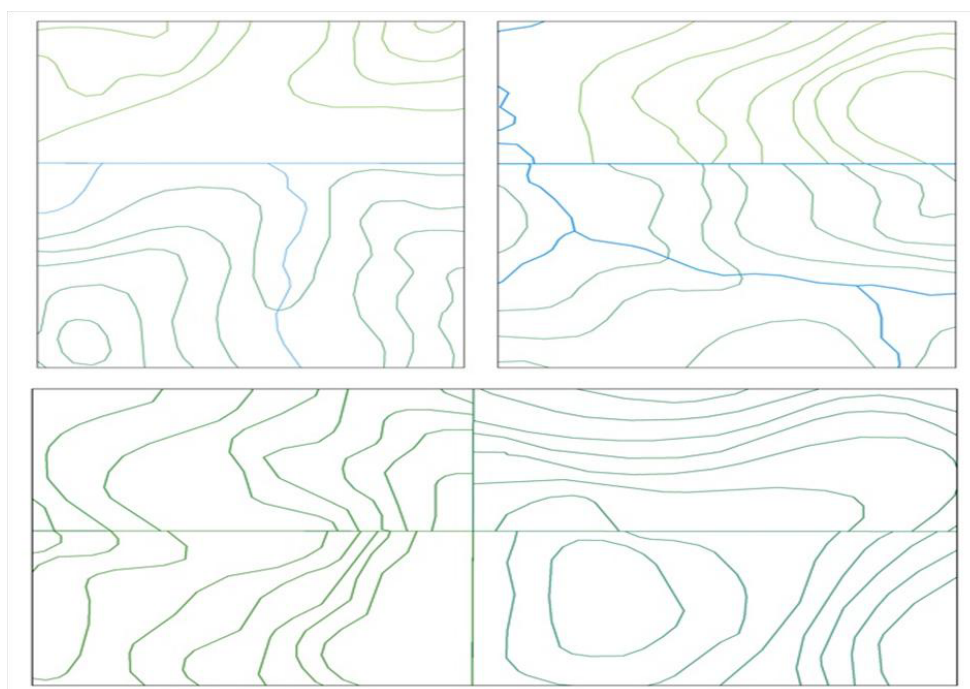
MDE	EMQ	EM	DPE	Valor mínimo de altitude (m)	Valor máximo de altitude (m)
Aster	11,91	3,47	11,38	4	104
SRTM	14,25	4,07	13,64	9	137
Topodata	5,14	-0,85	5,07	7	118
IBGE	22,33	-13,99	17,26	16	136

MDE – modelo digital de elevação; EMQ – erro médio quadrático; EM – erro médio; DPE – desvio padrão do erro.

Fuckner, Florenzano & Moraes (2009) encontraram boa qualificação do MDE obtido pelo ASTER para representar a superfície. Entretanto, seu bom desempenho nesse estudo, contrasta com o valor de EMQ bastante elevado encontrado por Chagas et al. (2010) na região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro. Este modelo apresentou menor precisão que o MDE IBGE e SRTM. Conforme Chagas et al. (2010), causas para este resultado incluem as características do terreno, a presença de nuvens nas imagens, a falta de pontos de controle terrestres adequados e até mesmo o próprio software empregado para obtenção do MDE.

O MDE-SRTM, em função da sua resolução espacial (90 m), apresenta limitações de uso para áreas pequenas, sendo relativamente mais adequado para áreas extensas (LANDAU e GUIMARÃES, 2011). Este fato pode explicar os valores desse estudo para o MDE-SRTM.

O MDE-IBGE, derivado das curvas de nível e hidrografia disponibilizados pelo IBGE, apresentou, de acordo com os índices calculados maiores erros. No processo de obtenção deste modelo, alguns problemas como a existência de linhas fantasmas, a descontinuidade das curvas e rios, foram encontrados e podem ser observados na Figura 15. Acredita-se que as técnicas empregadas para correção destas falhas podem ter agregado erros classificados como grosseiros por Fisher e Tate (2006), contribuindo para a redução da precisão do produto.



**Figura 15.** Problemas de descontinuidade de rios e curvas e linhas fantasmas encontradas na base de dados do IBGE.



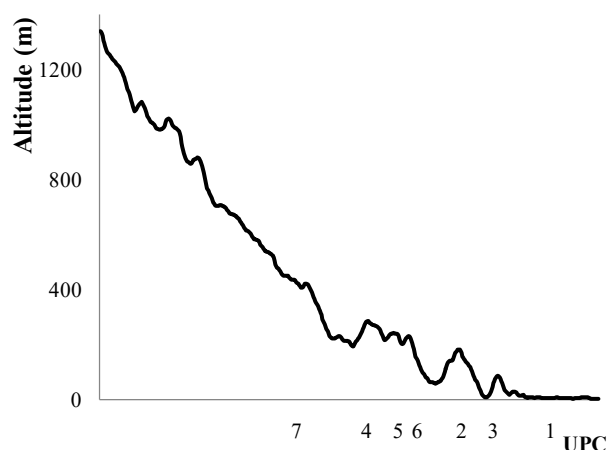
Deve-se ressaltar que todos os MDEs aqui analisados, estão disponibilizados gratuitamente na internet. Segundo Fisher e Tate (2006), erros grosseiros gerados por falha de equipamentos ocorrem com frequência em produtos não comerciais e são praticamente inexistentes para aqueles comercializados. Ainda segundo estes autores, os erros sistemáticos, relacionados a falhas na leitura dos dados onde estão inseridas as linhas fantasmas do IBGE, por exemplo, também são maiores em MDEs não comerciais.

Assim, o MDE-Topodata foi usado neste estudo para geração dos atributos do terreno.

### 13.1.2. Avaliação dos atributos do terreno no município de Paraty.

O MDE da área permitiu obter informações sobre a maior parte do município, e confirmar características citadas na bibliografia. A variação da altitude dentro do município é de 0 a 1813 metros segundo o MDE-Topodata.

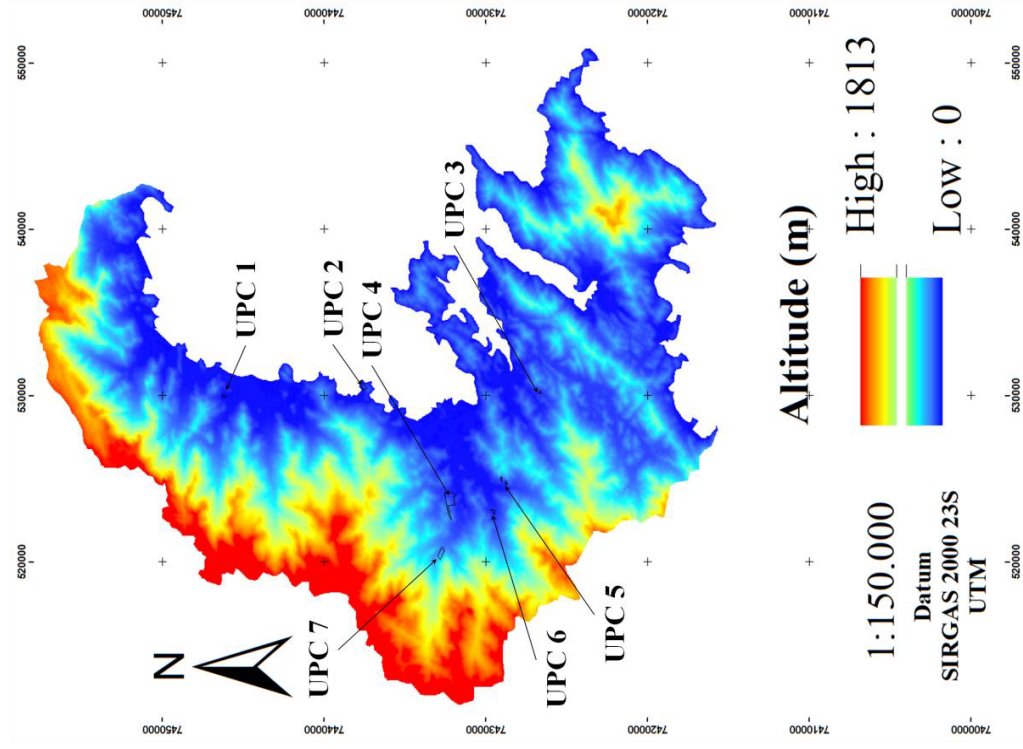
Na Figura 16, é apresentada a distribuição das UPCs no perfil do relevo, gerada a partir do MDE TOPODATA. As UPCs concentram-se em áreas de menores altitudes, uma vez que as mais elevadas são áreas de preservação do Parque Nacional da Serra da Bocaina.



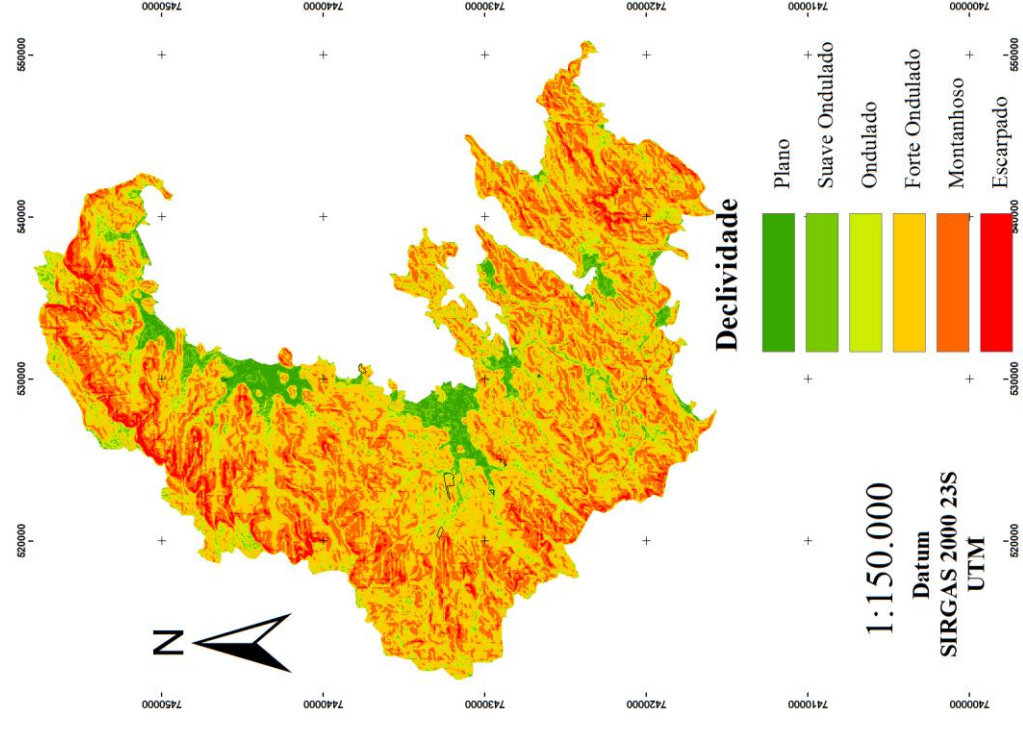
**Figura 16.** Distribuição das UPCs no relevo em Paraty.

Com relação ao atributo declividade se observou predomínio dos relevos ondulado (8 a 20%) e forte ondulado (20 a 45%) (Figura 18). O declive do terreno afeta diretamente a velocidade do fluxo superficial e subsuperficial de água, influenciando o potencial de erosão e deposição (PARK & BURT, 2002). Portanto os solos que ocorrem em relevos mais íngremes sofrem rejuvenescimento por meio de processos erosivos (SOUSA & DEMATTÊ, 2008). Espera-se, portanto elevada ocorrência de Cambissolos devido a este fator.

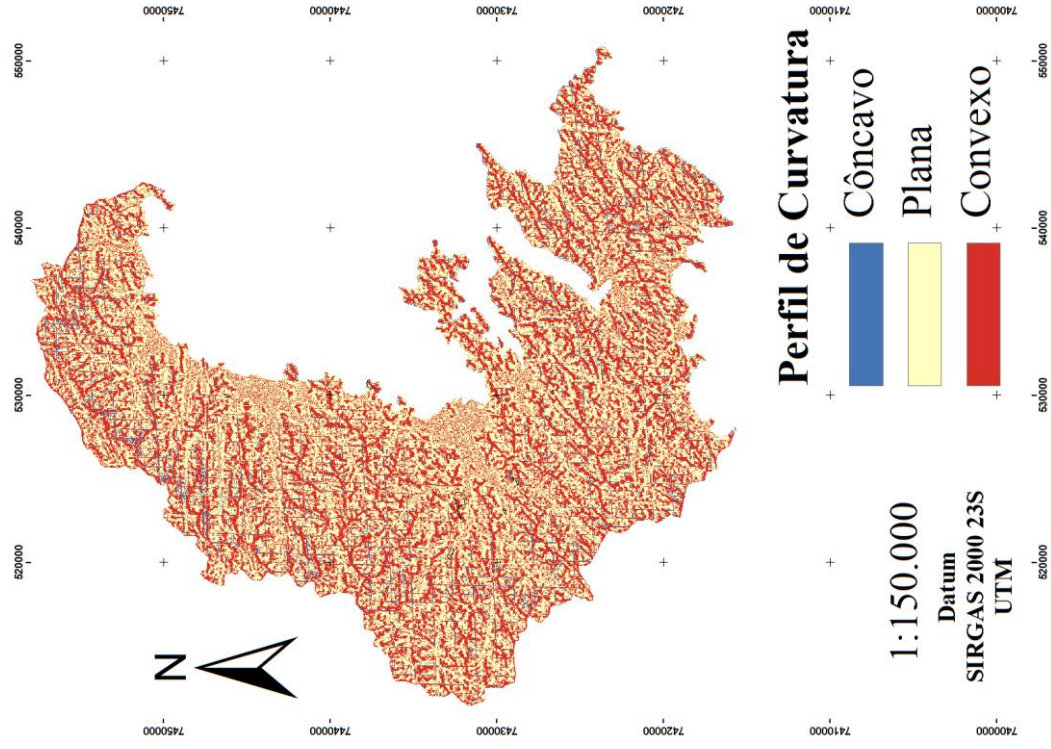
O município de Paraty tem um predomínio de superfícies convexas (Figura 19) o que associado a outras características, propicia maior potencial erosivo. Por outro lado, o relevo predominante é divergente (Figura 20) apresentando consideráveis áreas retilíneas. Estas condições podem favorecer localmente o maior desenvolvimento dos solos, pois a forma do relevo favorece a dispersão do fluxo da água e reduz o transporte de sedimentos, permitindo o aprofundamento dos perfis de solo (VALERIANO, 2008).



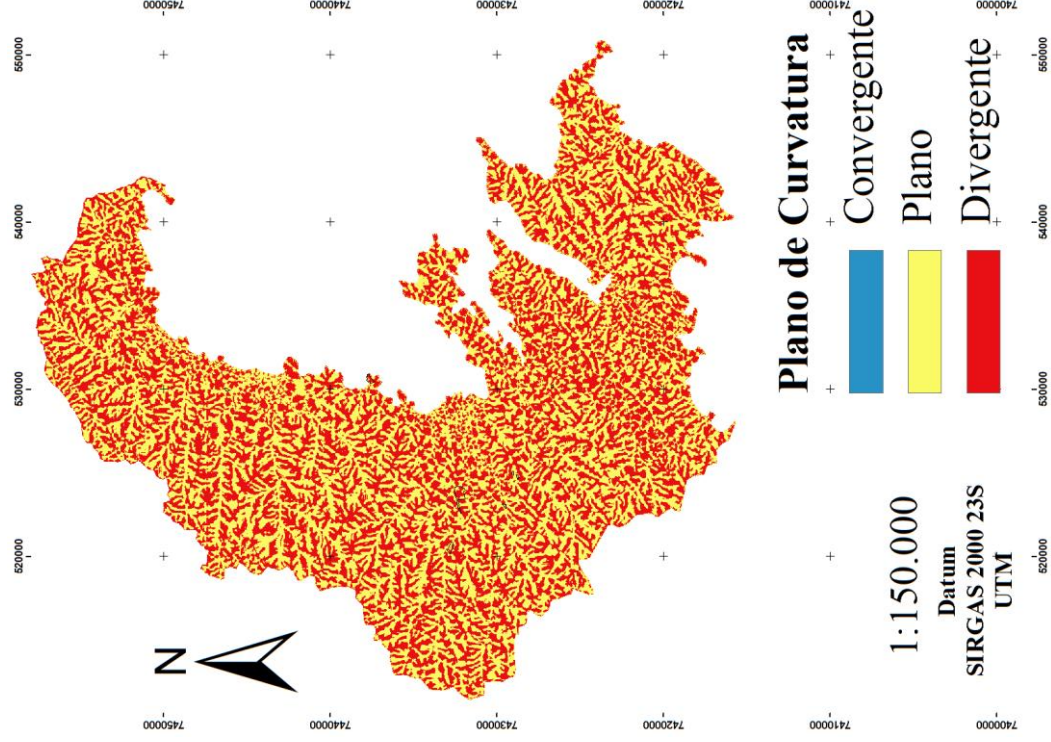
**Figura 17.** Mapa de altitude da área de estudo em Paraty destacando as UPCs.



**Figura 18.** Mapa de declividade da área de estudo em município de Paraty reclassificado segundo Embrapa (2006).



**Figura 19.** Mapa do atributo primário Perfil de Curvatura da área da IG de Paraty.



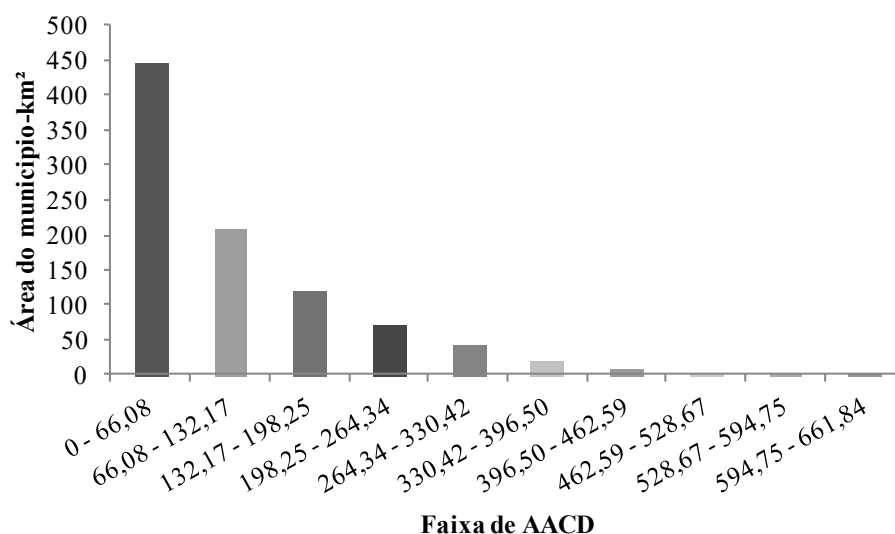
**Figura 20.** Mapa do atributo primário Plano de Curvatura da área de estudo no município de Paraty.

A altura acima do canal de drenagem é um atributo secundário que quando apresenta valores muito baixos permite inferir a ocorrência de solos hidromórficos (McKenzie & Gallant, 2007), o que precisa ainda ser validado no campo. Os menores valores coincidentes com a rede de drenagem e os maiores valores com os topos dos morros têm grande possibilidade de explicar a distribuição dos solos nas topossequências. As áreas estudadas não se encontram nas partes com os maiores valores como pode ser observado na Figura 22.

Outro fato importante é que 80% da área de estudo estão a menos de 200 metros de altura do canal de drenagem (Figura 21). O que representa cerca de 775 km<sup>2</sup> do município, e é uma grande área mas constituída em grande parte por áreas de preservação, portanto inaptas para a atividade agrícola.

O índice MRFV apresentou valores baixos na maior parte do município caracterizando as áreas em amarelo na Figura 23 como superfícies de erosão e as áreas em vermelho como superfícies de sedimentação. Os índices IU e MRFV indicam a concentração do fluxo de água nos solos e defines as áreas de sedimentação e de erosão respectivamente. Desta forma, podem ser associados ao grau de intemperização do solo, seja promovendo ou retardando.

O mapa do índice de umidade (IU) pode ser observado na Figura 24 e tem seus valores mais elevados exatamente onde tem se a rede de drenagem (rios e córregos). Este índice varia do mínimo de 5,2559 ao máximo 22,9821, sendo um índice importante já que pode ser utilizado para determinar a espessura do solo principalmente onde predominam processos erosivos e esta relação é linear, conforme McKenzie & Gallant (2007). Ainda pode ser associado ao índice MRFV o que pode quantificar a espessura das diferentes camadas do solo. Podemos observar na Figura 26 que pouco mais de 70% da área do município apresenta IU menor que 10, valor este que corresponde a solos bem drenados.

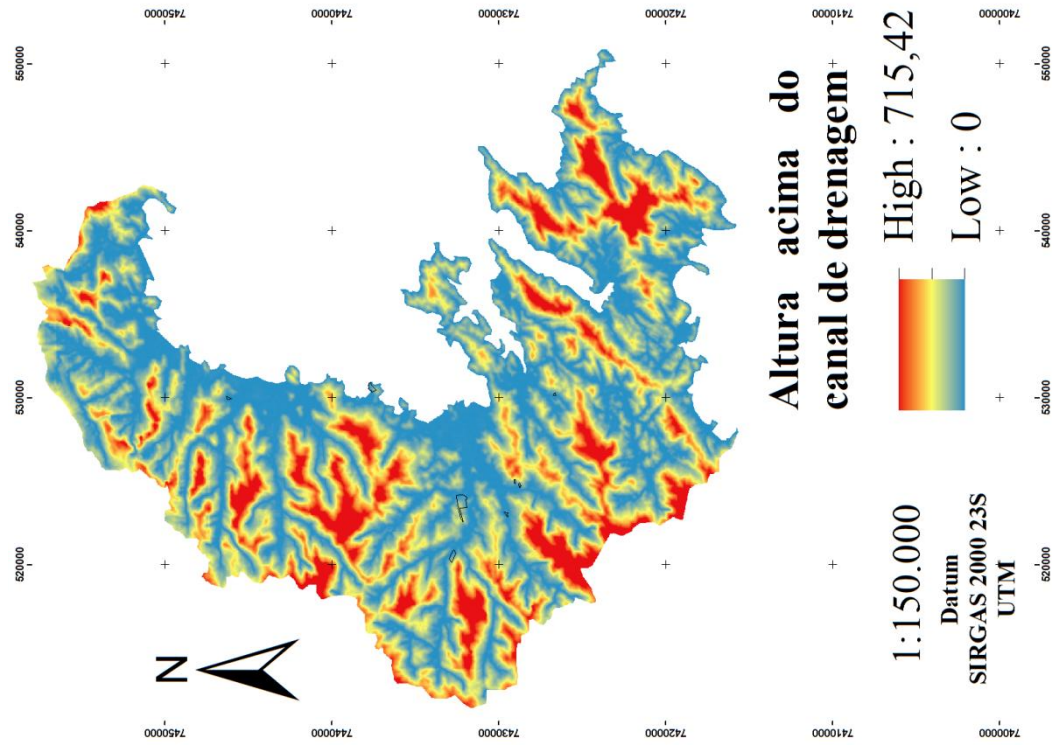


**Figura 21.** Área compreendida nas faixas de AACD da área da IG de Paraty.

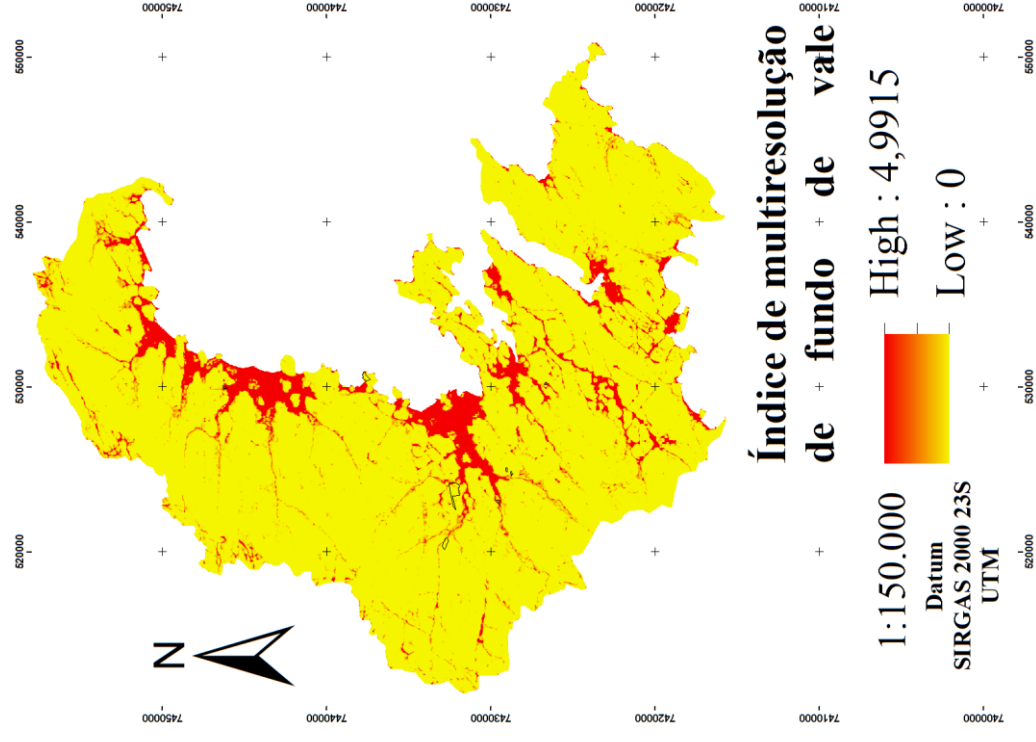
Buscando uma correlação entre a umidade real dos solos e o índice topográfico de umidade, foi observado para solos bem drenados que o índice variou de 4 a 5, em moderadamente drenados de 5 a 7 e nos mal drenados de 7 a 12. A condição de umidade também está associada à espessura, a estrutura e a permeabilidade do solo (LIN et al., 2006).

No mapa do índice NCBRL (Figura 25) foi observada grande semelhança com o de altitude. Isto se deve ao fato do município ser costeiro e a base da rede local é o nível do mar. Na Figura 27 observa-se que aproximadamente 30% do município se encontram a um nível abaixo de 200 metros do nível base da rede local.

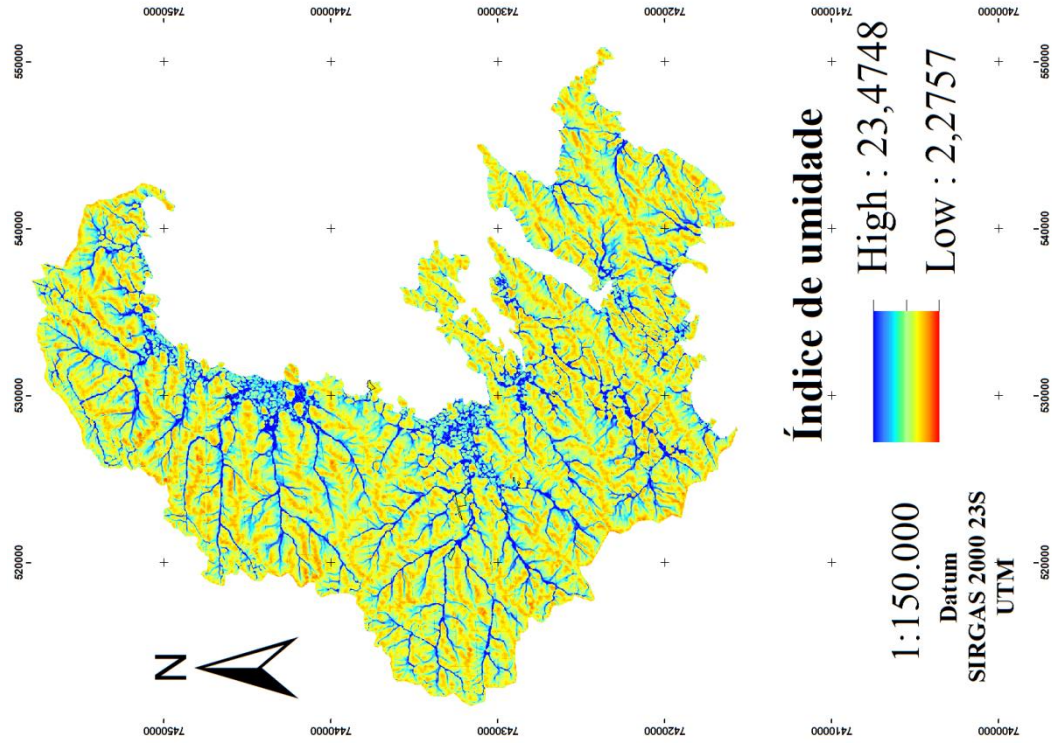




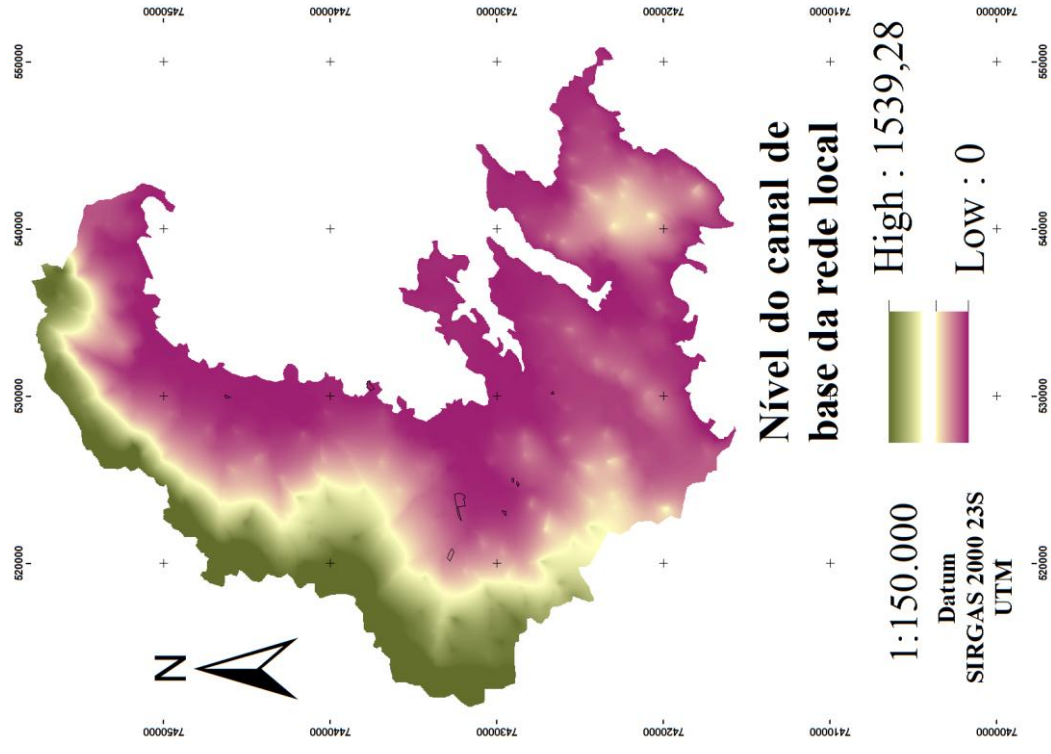
**Figura 22.** Mapa do atributo secundário Altura Acima do Canal de Drenagem da área da IG de Paraty.



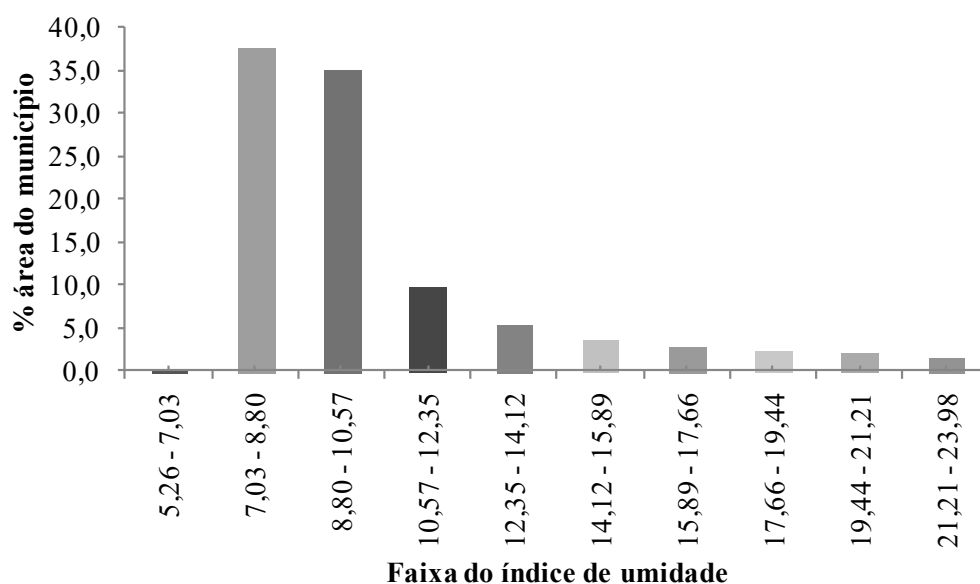
**Figura 23.** Mapa do atributo secundário índice de Multirresolução de Fundo de Vale da área da IG de Paraty.



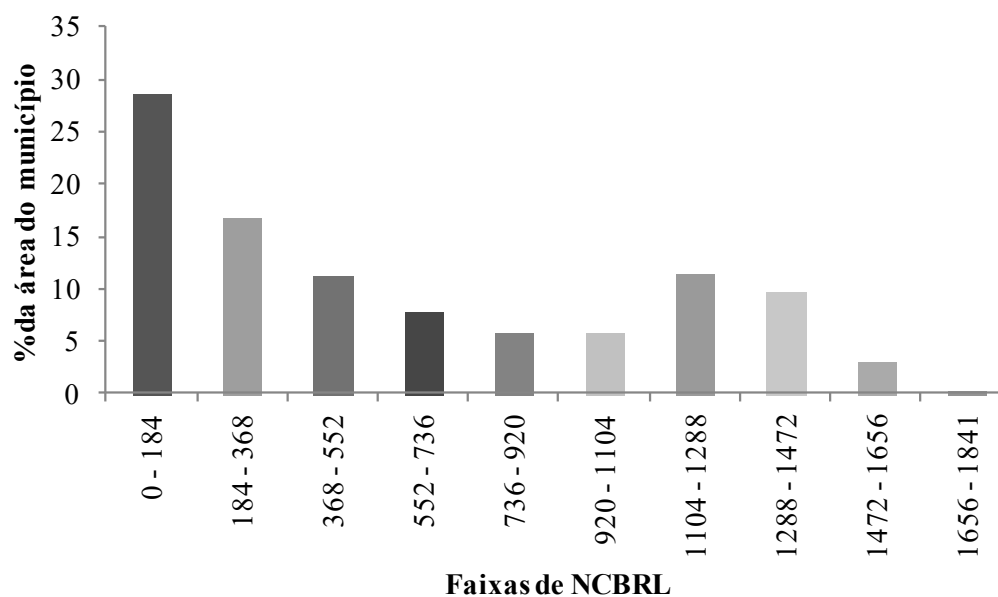
**Figura 24.** Mapa do atributo secundário índice de umidade da área da IG de Paraty.



**Figura 25.** Mapa do atributo secundário Nível do Canal da Base da Rede Local da área da IG de Paraty.



**Figura 26.** Relação de faixas do índice de Umidade e a área da IG de Paraty.



**Figura 27.** Relação do índice Nível do Canal da Base da Rede Local e a área de estudo no município de Paraty.

### 13.1.3. Avaliação dos atributos do terreno nas UPCs

As UPCs apresentam áreas muito pequenas (Tabela 15) e fragmentadas, o que impõe uma escala para representação gráfica maior, exigindo células de tamanho mais reduzido que a obtida no MDE gerado.

As UPCs 1, 3, 5 e 6 apresentam os menores tamanhos totais (Tabela 15). As UPCs 3 e 5, por se tratarem de posses, tiveram o tamanho total da propriedade igual ao tamanho dos canaviais que foram os únicos mensurados. O canavial com maior tamanho foi o da UPC 4 com 4,287 ha, enquanto que com 1,456 ha a UPC 6 teve a menor área com cultivo da cana-de-açúcar.

Quanto à altitude, a UPC 1 tem a menor elevação, apresenta ponto mínimo de 3 m, e com 366 m de altitude no ponto mais alto a UPC 7 é a mais elevada entre as unidades estudadas. A temperatura do ar varia de acordo com a altitude sendo admitido que a cada elevação de 200 m diminui em 1°C a temperatura média, dessa forma tem se a possibilidade de uma diferença de 2°C entre as áreas estudadas. Isso pode influenciar na maturação da cana-de-açúcar por indução térmica.

O relevo das áreas variou de plano (0 -3 %) a escarpado (> 75%). A UPC 1 apresentou a menor declividade, sendo classificada como de relevo plano. As UPCs 4 e 7 apresentaram os maiores valores, sendo enquadradas na classe de relevo escarpado. A elevada declividade na UPC 4 é devida ao fato de se considerar a propriedade toda nessa medição. Apesar de amplitudes elevadas dentro das propriedades a média da declividade levou a ser classificada como forte ondulado (20 a 45 %).

É observado um predomínio de superfícies convexas e divergentes nas UPCs, onde na Tabela 15, pode se observar a combinação para cada UPC. A UPC 1 é a única que apresenta superfície retilínea e plana em sua área e no entorno desta. Isto é compatível com a menor declividade já que se trata de área de baixada. Quanto às faces de exposição, a Tabela 15 apresenta as direções dominantes nas UPCs, sendo que as UPCs 3 e 5 estão voltadas para o oeste, as UPCs 2 e 6 para o norte, as UPCs 2 e 4 para o leste, e a UPC 1 é a única em que predomina superfície voltada para o sul.

Os atributos secundários para cada UPCs estão na Tabela 16. Por motivos de resolução, não foi possível estratificar as UPCs com estes atributos.



**Tabela 15.** Áreas totais, dos canaviais e os atributos primários das UPCs.

UPC	Área total ha	Área com cana ha	Altitude min. m	Altitude Max. m	Declividade min. %	Declividade max. %	Perfil de curvatura	Plano de curvatura	Face de exposição
1	3,28	3,28	4	13	2	13	retilíneo	plano	sul
2	12,55	1,80	7	108	8	48	convexo	divergente	norte
3	1,57	1,57	70	77	2	15	convexo	divergente	oeste/noroeste
4	49,45	4,29	29	247	0	55	convexo	plano/divergente	sudeste/leste
5	2,09	2,09	53	123	26	54	convexo	plano/divergente	noroeste
6	3,28	1,46	39	53	1	16	convexo	plano/divergente	norte
7	14,43	2,85	192	366	6	58	convexo	plano/divergente	leste

**Tabela 16.** Atributos secundários das UPCs.

UPC	AACN MIN	AACN MAX	MRFV MIN	MRFV MAX	UMIDADE MIN	UMIDADE MAX
1	0,0	3,7	0	3	6,9	17,5
2	0,0	87,6	0	1	4,3	7,9
3	12,3	22,3	0	3	5,2	11,0
4	0,0	152,1	0	3	4,4	19,4
5	3,2	52,9	0	0	5,8	7,1
6	1,5	14,7	0	3	5,4	15,2
7	0,0	116,6	0	2	5,3	16,2

### 13.2. Caracterização dos Solos das UPCs

As características geomorfológicas da região são singulares no estado do Rio de Janeiro. Ocorrem feições de serra junto ao litoral com relevo movimentado, caracterizando sistemas de encosta, e sistemas de baixadas com áreas planas sobre influência fluvial e/ou costeira, e essa paisagem leva a grande diversidade de solos e terrenos.

A classificação dos perfis em 7 UPCs é apresentada na Tabela 17. A descrição dos perfis e caracterização analítica dos perfis é apresentada no Anexo B.

**Tabela 17.** Relação de perfis de solo e sua classificação até quarto nível categórico segundo o SiBCS (EMBRAPA, 2006).

Perfil/UPC	Classes de solos	Símbolo
1	CAMBISSOLO FLÚVICO Tb Distrófico típico	P1-CYbd
2	LATOSSOLO AMARELO Distrófico argissólico	P2-LAd
3	ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico	P3-PAd
4	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico	P4-LAd
5	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico	P5-CXbd
6	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico	P6-CXbd
7	ARGISSOLO AMARELO Distróficos típicos	P7-PAd

Quanto aos atributos químicos (Anexo), todos os solos apresentam CTC estimada da fração argila que os caracteriza como de baixa atividade, e na maioria dos horizontes diagnósticos o valor foi inferior a  $9 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ . A saturação por bases foi baixa e todos os perfis apresentaram o caráter distrófico, onde o maior valor V observado foi 38%. O baixo teor de bases (Valor S) e a elevada saturação por alumínio nos solos advêm dos minerais que caracterizam o material de origem dos solos, gnaisses e granitos.

Entretanto é importante salientar que a cultura da cana-de-açúcar mostra-se relativamente tolerante ao alumínio do solo (RIBEIRO, GUIMARÃES & ALVAREZ, 1999; AZEREDO & MANHÃES, 1998), portanto, os teores elevados de Al nos solos podem representar menor limitação comparada a outras lavouras.

Dentre os fatores de formação os que apresentam maior influência na pedogênese foram o material de origem, o clima e o relevo. A pluviosidade e as temperaturas elevadas são os fenômenos climatológicos mais relevantes na formação dos solos, favorecendo a elevada atividade biológica do solo, aumentando a decomposição da matéria orgânica e promovendo a alteração dos minerais primários de menor resistência ao intemperismo e a lixiviação das bases. A integração dos fatores - rochas ricas em quartzo, micas e feldspatos, o primeiro sendo mineral resistente ao intemperismo, o relevo acidentado e a elevada pluviosidade levam a grande ocorrência de terrenos caracterizados por rochiosidade e pedregosidade e solos pouco profundos. Já, nas formas de relevo que não favorecem o transporte das partículas do solo para fora do sistema, associada à vegetação de Mata Atlântica observa-se solos mais profundos e com maior grau de alteração.

Os critérios para estabelecimento e subdivisão das classes de solos são os do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (EMBRAPA, 2006). Na classificação dos solos das UPCs foram observados os atributos e critérios diagnósticos a seguir, cujo detalhamento tem o intuito de auxiliar o leitor no entendimento e identificação das classes de solos existentes na região:

- a) **Solos com horizonte B latossólico** – apresentam as seguintes características diagnósticas: solos profundos, em avançado estágio de intemperização; relação silte/argila normalmente inferior a 0,7; capacidade de troca de cátions (T) da fração argila baixa, igual ou inferior a  $17 \text{ cmol}_c/\text{kg}$  de argila; grau de

floculação em torno de 100%; virtualmente destituídos de minerais primários ou secundários menos resistentes ao intemperismo e de fragmentos de rocha.

O solo na UPC que apresenta essas características é o Latossolo Amarelo Distrófico.

- b) **Solos com horizonte B textural** - apresentam as seguintes características diagnósticas: incremento de argila no horizonte B em relação ao A decorrente de acumulação absoluta ou relativa e decorrente de vários processos, sendo definido por relação textural B/A maior que 1,8 nos solos com menos de 15% de argila no horizonte A; ou maior que 1,7 nos solos com 15 a 40% de argila; ou maior que 1,5 nos solos com mais de 40% de argila. Podem ainda ser caracterizados pela presença de horizonte E ou de cerosidade indicativa de expressão de iluviação significativa de argila do A para o B.

O solo na UPC que foi incluído nessa classe é o Argissolo Amarelo Distrófico.

- c) **Solos com horizonte B incipiente** - apresentam as seguintes características diagnósticas: espessura mínima de 10 cm; desenvolvimento de estrutura do solo, ou ausência da estrutura da rocha original, em 50% ou mais de seu volume; 4% ou mais de minerais primários alteráveis (menos resistentes ao intemperismo), ou 6% ou mais de muscovita, determinadas na fração areia; ou um conjunto de características que os separe de outros horizontes diagnósticos, mas ainda indique desenvolvimento pedogenético.

Os solos na UPC que foram incluídos nessa classe são o Cambissolo Háplico e o Cambissolo Flúvico, sendo este último observado em áreas de várzeas e originado de sedimentos aluvionares e alúvio coluvionares.

- d) **Afloramento de rocha** - tipo de terreno usado para designar as exposições rochosas que ocorrem na área.

e) **Outros atributos:**

- **Caráter Flúvico** - usado para solos formados sob influência de sedimentos de natureza aluvionar, que apresentam distribuição irregular (errática) do conteúdo de carbono orgânico em profundidade, não relacionada a processos pedogenéticos; e/ou camadas estratificadas em 25% ou mais do volume do solo.

- **Saturação por Bases** - refere-se à proporção (taxa percentual,  $V\% = 100 \cdot S/T$ ) de cátions básicos trocáveis em relação à capacidade de troca determinada a pH 7.

- **Caráter Distrófico e Eutrófico** - empregados, respectivamente, para solos com saturação de bases ( $V\%$ ) inferior a 50% e maior ou igual a 50%, no horizonte diagnóstico subsuperficial.

- **Atividade da fração argila** - refere-se à capacidade de troca de cátions (T) da fração mineral, correspondente à fração argila, calculada pela expressão -  $Tx100/\%$  de argila. Onde a classe atividade alta (Ta) designa valor igual ou superior a 27 cmolc/kg de argila e a atividade baixa (Tb), valor inferior a este. Para essa distinção é considerada a atividade das argilas no horizonte B ou no C, quando não existe B.

Em todos os perfis descritos, o horizonte superficial foi classificado como A moderado. O teor de matéria orgânica no horizonte A variou de 20,86 a 36,89 g.kg<sup>-1</sup> e a espessura de 9 a 26 cm. Devido às condições climáticas intensas (temperatura, pluviosidade e

umidade), o material vegetal é decomposto muito rapidamente, sendo intensa também a ciclagem de nutrientes, portanto os teores de carbono orgânico no solo são em geral baixos.

A seguir são apresentadas as características morfológicas, físicas e químicas dos perfis, por ordem de solo.

### 13.2.1. Argissolos

A classe dos Argissolos é definida no SiBCS pela presença de horizonte B textural, com argila de baixa ou alta atividade conjugada com saturação de bases baixa (EMBRAPA, 2006). Os perfis 3 e 7 foram classificados como ARGISSOLO AMARELO Distróficos típicos. O P3-PAd está localizado a 71 m de altitude enquanto o P7-PAd está a 281 m de altitude. Ambos se encontram em relevo movimentado e têm textura argilosa.

O P3-PAd tem como material de origem sedimentos coluviais, originados de partes mais altas da encosta, indicados pela coloração e a posição da paisagem, e não apresenta pedregosidade e rochividade (Tabela 18). O P7-PAd teve sua formação a partir de material autóctone, ou seja do gnaiss, é ligeiramente pedregoso e moderadamente rochoso a rochoso.

**Tabela 18.** Características morfológicas dos perfis de ARGISSOLOS na área da IG de Paraty-RJ.

Horiz	Prof.	Cor	Textura expedita	Estrutura	Consistência
P3-PAd - ARGISSOLO AMARELO distrófico típico					
Ap	0 – 9	10YR 5/2	fr ar arenosa	gr, fc, pe e bl sa, fc, pe	lg du; mt fr; lg pl, lg pg
BA	09 – 31	10YR 5/4	fr ar arenosa	bl sa, fc, pe e me, com aspecto de mç	lg du; fr; lg pl, lg pg
Bt1	31 – 47	10YR 5/6	ar arenosa	bl sa, mo, me	dr; fr; pl, lg pg
Bt2	47 – 79	10YR 5/6	argilosa	bl sa e ag, mo, pe e me	lg du; fr; pl; lg pg
Bt3	79 – 95	7,5YR 5/6	argilosa	bl sa, pe, me	lg du; fr; lg pl; pg
BC	95 – 112+	7,5YR 5/8	argilosa	bl sa, fc	dr; fi; lg pl; pg
P7-PAd - ARGISSOLO AMARELO distróficos típicos					
Ap	0 - 7	10YR 4/2	fr arenosa	gr, fc, pe e me, apresenta grãos simples	mt fr; lg pl, lg pg
A	7 – 20	10YR 4/3	fr ar arenosa	bl sa, fc/mo, pe e me, que se desfaz em gr, mo, pe e me	mt fr; lg pl, lg pg
BA	20 – 35	7,5YR 5/4	argilosa	bl sa, mo, pe e me	mt fr; lg pl, lg pg
Bt1	35 – 58	7,5YR 5/6	mt argilosa	bl sa, mo, pe e me	fr; lg pl, pg
Bt2	58 – 84	7,5YR 5/8	mt argilosa	bl sa, mo, pe e me	fr; lg pl, pg
Bt3	84 – 115+	7,5YR 5/8	mt argilosa	bl sa, fc/mo, pe e me	fr; lg pl

Horiz: horizontes; Prof.: Profundidade; fr ar arenosa: franco argilo arenosa; ç ar arenosa: argilo arenosa; fr arenosa: franco arenosa; mt argilosa: muito argilosa; gr: granular; fc: fraca; pe: pequeno; bl sa: bloco subangular; me: médio; mç: maciça; mo: M; bl ag: bloco angular; lg du: ligeiramente duro; mt fr: muito friável; lg pg: ligeiramente pegajoso; fr: friável; dr: duro; pl: plástico; fi: firme

Quanto às características físicas observa-se maior teor de cascalho no P7-PAd (Tabela 19) e o elevado grau de floculação do solo nos horizontes subsuperficiais. A saturação por alumínio (m) foi muito alta, variando de 61 a 99 % nos horizontes subsuperficiais, e a saturação por bases nestes horizontes é baixa, na faixa de 1 a 11% (Tabela 20).

**Tabela 19.** Características físicas dos perfis de ARGISSOLOS da área da IG de Paraty-RJ.

Horiz.	Prof (cm)	Cascalho	TFSA	Areia	Silte	Argila	Argila natural	GF (%)	Si/Ar	DS. g.cm <sup>-3</sup>	D.P. (%)	VTP (%)
P3-PAd - ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico												
Ap	0 – 9	5	994,8	728	90	182	152	16	0,49	1,36	2,53	46
BA	09 – 31	7	992,8	596	84	320	277	13	0,26	1,56	2,5	38
Bt1	31 – 47	5	995,1	574	65	361	28	92	0,18	1,68	2,6	35
Bt2	47 – 79	7	993	536	67	397	2	99	0,17			
Bt3	79 – 95	7	992,8	510	67	423	1	100	0,16			
BC	95–112+	69	931,1	487	75	438	1	100	0,17			
P7-PAd - ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico												
Ap	0 - 7	56	943,8	753	110	137	102	26	0,8	1,39	2,56	46
A	7 – 20	101	899,4	617	193	190	162	15	1,02	1,58	2,58	39
BA	20 – 35	25	975,5	443	183	374	310	17	0,49	1,69	2,59	35
Bt1	35 – 58	19	981,4	366	180	454	11	98	0,4			
Bt2	58 – 84	20	979,7	334	162	504	12	98	0,32			
Bt3	84 – 115+	48	951,9	305	142	553	9	98	0,26			

Horiz: horizontes; Prof.: profundidade; TFSA: terra fina seca ao ar; GF: grau de floculação; Si/Ar: relação silte-argila; D.S.: densidade do Solo; D.P.: densidade da partícula; VTP: volume total de poros.

**Tabela 20.** Características químicas dos perfis de ARGISSOLOS da área da IG de Paraty-RJ.

Horiz.	P	K	pH (1:2,5)		Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	S	T	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup> Al	m	V	C.org.
	mg. <sub>i</sub> kg <sup>-</sup>		Água	KCl	cmolc. kg <sup>-1</sup>						(%)		g. kg <sup>-1</sup>	
P3-PAD - ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico														
Ap	1	43	4,8	4,1	0,2	0,2	0,02	0,5	3,53	0,7	3,0	57	15	12,1
BA	1	10	4,7	4	0,1	0,1	0,02	0,2	3,25	1,3	3,0	84	8	6,0
Bt1	1	5	4,7	4	0,1	0	0,01	0,1	2,92	1,2	2,8	91	4	4,3
Bt2	1	3	4,6	4	0	0	0,01	0	2,72	1,2	2,7	99	1	3,5
Bt3	1	5	4,9	4	0	0	0,01	0	2,72	1,3	2,7	98	1	3,5
BC	1	7	4,8	4	0	0	0,02	0	3,94	1,2	3,9	97	1	3,5
P7-Pad - ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico														
Ap	3	52	5,1	4,4	1,1	0,5	0,02	1,8	4,65	0,2	2,9	10	38	13,2
A	2	29	4,9	4,1	0,8	0,4	0,02	1,3	4,79	0,4	3,5	24	27	13,2
BA	1	14	4,8	4	0,3	0,1	0,01	0,4	4,05	1,0	3,6	69	11	8,2
Bt1	1	10	4,8	4	0,1	0,1	0,02	0,2	3,75	1,3	3,5	84	7	7,3
Bt2	2	12	4,9	4,1	0,1	0	0,02	0,2	3,55	0,9	3,4	86	4	5,6
Bt3	3	12	4,9	4,2	0,3	0,1	0,02	0,5	4,05	0,7	3,6	61	11	4,3

Horiz: horizonte; P: fósforo; K: potássio; Ca: cálcio; Mg: magnésio; Na: sódio; S: soma de bases; T: capacidade troca catiônica; Al: alumínio tóxico; H+Al: acidez potencial; m: saturação por alumínio; V: saturação por bases; C.org: carbono orgânico.

### 13.2.2. Cambissolos

Esta classe se caracteriza por solos poucos desenvolvidos cujo horizonte B diagnóstico se diferencia do material originário por: desenvolvimento de estrutura pedogenética; alteração do material de origem expressa pela quase ausência da estrutura da rocha, ou da estratificação dos sedimentos, e cores com croma mais forte e matizes mais vermelhos ou amarelos.

Foram classificados nesta classe os perfis 1, 5 e 6 sendo o perfil 1 CAMBISSOLO FLÚVICO Tb Distrófico típico, e o 5 e 6, CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos típicos.

O P1-CYbd apresentou distribuição errática do conteúdo de carbono orgânico em profundidade, resultante da influência de sedimentos de natureza aluvionar, que é identificada pelo caráter flúvico. A elevação na paisagem onde o perfil está localizado é de 5 m, tendo por material de origem do solo sedimentos colúvio-aluvionares e o relevo local é plano. O perfil apresenta como características morfológicas distintas as cores com mosqueado, a drenagem imperfeita e a textura (Tabela 21). O perfil apresentou os maiores valores de relação silte/argila, de até 1,35 no horizonte com textura média, indicando seu menor grau de intemperismo (Tabela 22). O horizonte Ab tem os maiores teores de cálcio ( $1,8 \text{ cmolc.kg}^{-1}$ ), magnésio ( $0,8 \text{ cmolc.kg}^{-1}$ ), carbono ( $24,90 \text{ g.kg}^{-1}$ ) e maior valor de atividade da argila ( $51,40 \text{ cmolc.kg}^{-1}$ ) (Tabela 23).

Nos perfis P5-CXbd e P6-CXbd foram observados atributos indicativos de solo autóctone, tais como a pedregosidade e rochiosidade, além da sua localização em relevo de ondulado a forte ondulado (Tabela 21) (Tabela 22). Algumas diferenças entre eles são a drenagem imperfeita no P6-CXbd e a boa drenagem do P5-CXbd, o que está relacionado a posição dos perfis na vertente. O grau de floculação, com valor de 95% nos horizontes diagnósticos do P6-CXbd, foi também superior.

**Tabela 21.** Características morfológicas dos perfis de Cambissolos da área da IG de Paraty-RJ.

Horiz.	Prof.	Cor	Textura expedita	Estrutura	Consistência
P1-CYbd - CAMBISSOLO FLÚVICO Tb Distrófico típico					
Ap	0 - 12	10YR 3/3	fr ar arenosa	gr, fc, pe e bl sa, mo, pe/me	lg du; mt fr; lg pl; lg pg
C1	12 - 21	10YR 4/3	fr arenosa	gr, fc, pe	lg du; fr; lg pl; n pg
Ab	21 - 29 (27 - 32)	10YR 4/2	fr ar arenosa	bl sa, fc, pe	lg du; fr; lg pl
C1b	29 - 55	10YR 5/3	ar siltosa	mç	dr; fr; pl; pg
C2b	55 - 70+	10YR 5/3	fr ar arenosa	mç	dr; fr; lg pl, lg pg
P5-CXbd - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico					
Ap	0 - 11	10YR 4/2	ar arenosa	gr, fc, pe	lg du; mt fr; lg pl, lg pg
AB	11 - 21	10YR 4/3	fr ar arenosa	mç e bl sa, fc, pe	lg du; mt fr; lg pl, lg pg
Bi	21 - 42	10YR 5/6	ar arenosa	bl sa, fc, pe e me	lg du; fr; lg pl, lg pg
BC	42 - 57+	10YR 5/6	ar arenoso	Mc	lg du; fr; lg pl, lg pg
P6-CXbd - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico					
Ap	0 - 11	10YR 4/2	ar arenosa	gr, mo, pe e me	lg du; mt fr; pl, lg pg
BA	11 - 25	10YR 5/2	ar arenoso	bl sa, fc	lg du; fr; pl, lg pg
Bi1	25 - 42	7,5YR 5/5	argilosa	mç com bl sa, fc	lg du; fr; pl, lg pg
Bi2	42 - 65+	7,5YR 5/6	argilosa	mç com bl sa, fc	lg du; fr; pl, pg

Horiz: horizontes; Prof.: Profundidade; fr ar arenosa: franco argilo arenosa; ç ar arenosa: argilo arenosa; fr arenosa: franco arenosa; mt argilosa: muito argilosa; gr: granular; fc: fraca; pe: pequeno; bl sa: bloco subangular; me: médio; mç: maciça; mo: M; bl ag: bloco angular; lg du: ligeiramente duro; mt fr: muito friável; lg pg: ligeiramente pegajoso; fr: friável; dr: duro; pl: plástico; fi: firme

**Tabela 22.** Características físicas dos perfis de Cambissolos da área da IG de Paraty.

Horiz.	Prof (cm)	Cascalho	TFSA	Areia	Silte	Argila	Argila natural	GF (%)	Si/Ar	D.S. g.cm <sup>-3</sup>	D.P. (%)	VTP (%)
P1-CYbd - CAMBISSOLO FLÚVICO Tb Distrófico típico												
Ap	0 - 12	10	989,7	707	157	136	61	55	1,15	1,26	2,47	49
C1	12 - 21	10	990,3	703	167	130	40	69	1,28	1,31	2,47	47
Ab	21 – 29 (27–32)	9	991,3	603	228	169	35	79	1,35	1,16	2,44	52
C1b	29 – 55	1	999,3	528	225	247	127	49	0,91			
C2b	55 – 70+	17	982,6	587	157	256	163	36	0,61			
P5-CXbd - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico												
Ap	0 – 11	61	938,8	535	185	280	214	24	0,66	1,56	2,5	38
AB	11 – 21	30	969,7	552	159	289	251	13	0,55	1,59	2,53	37
Bi	21 – 42	33	966,8	529	129	342	162	53	0,38	1,52	2,53	40
BC	42–57+	31	969,3	510	116	374	68	82	0,31			
P6-CXbd - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico												
Ap	0 – 11	20	980,1	545	171	284	203	29	0,6	1,35	2,56	47
BA	11 – 25	16	984	497	126	377	321	15	0,33	1,35	2,6	48
Bi1	25 – 42	21	979,3	438	118	444	20	95	0,27	1,36	2,6	48
Bi2	42–65+	10	989,8	469	131	400	22	95	0,33			

Horiz: horizontes; Prof.: profundidade; TFSA: terra fina seca ao ar; GF: grau de floculação; Si/Ar: relação silte-argila; D.S.: densidade do Solo; D.P.: densidade da partícula; VTP: volume total de poros.

**Tabela 23.** Características químicas dos perfis de Cambissolo da área da IG de Paraty-RJ.

Horiz.	P	K	pH (1:2,5)	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	S	T	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>	m	V	C.org.	
	mg. kg <sup>-1</sup>		Água KCl	cml. kg <sup>-1</sup>							(%)		g. kg <sup>-1</sup>	
P1-CYbd - CAMBISSOLO FLÚVICO Tb Distrófico típico														
Ap	12	17	5,3	4,2	1,2	0,4	0,02	1,7	6,16	0,5	4,5	23	27	14,8
C1	13	17	5,2	4,2	1,2	0,5	0,02	1,8	6,06	0,5	4,3	22	29	14,8
Ab	13	26	5,2	4,2	1,8	0,8	0,02	2,7	8,69	0,5	6,0	16	31	24,9
C1b	15	7	4,9	4	0,4	0,3	0,01	0,7	5,73	1,1	5,0	60	13	11,6
C2b	15	5	4,6	4,1	0,3	0,2	0,01	0,5	5,02	1,1	4,5	68	10	9,6
P5-CXbd - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico														
Ap	2	29	5,2	4,1	0,4	0,2	0,02	0,7	4,19	0,7	3,5	50	17	12,1
AB	1	12	5	4	0,2	0,1	0,02	0,4	3,85	1,0	3,5	74	9	8,7
Bi	1	7	4,9	4	0,1	0	0,01	0,1	2,93	0,9	2,8	88	4	6,4
BC	1	7	4,8	4	0,1	0	0,01	0,1	2,83	0,9	2,7	88	5	5,1
P6-CXbd - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico														
Ap	4	64	5,1	4,5	1,7	0,6	0,02	2,5	7,28	0,2	4,8	7	34	15,9
BA	3	12	5	4,6	0,5	0,3	0,01	0,8	3,64	0,1	2,8	11	23	8,2
Bi1	4	7	5,3	4,8	0,4	0,2	0,04	0,7	3,46	0,1	2,8	13	19	6,4
Bi2	3	5	5,1	4,5	0,2	0,1	0,03	0,3	3,44	0,3	3,1	47	10	6,4

Horiz: horizonte; P: fósforo; K: potássio; Ca: cálcio; Mg: magnésio; Na: sódio; S: soma de bases; T: capacidade troca catiônica; Al: alumínio tóxico; H+Al: acidez potencial; m: saturação de alumínio; V: saturação por bases; C.org: carbono orgânico.

### 13.2.3. Latossolos

São solos com avançado estágio de intemperização, com atuação expressiva do processo de latolização e caracterizados pelo horizonte diagnóstico B latossólico.

Os perfis 2 e 4 tiveram as seguintes classificações: LATOSSOLO AMARELO Distrófico argissólico e LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, pouco diferindo entre eles. Os perfis P2-LAd e P4-LAd estão localizados em terreno com elevação de cerca de 42 e 87 metros, respectivamente. Ambos têm como material originário sedimentos coluviais, oriundos da alteração de material das rochas gnáissicas, estão em relevo forte ondulado, apresentam erosão forte ondulada e são acentuadamente drenado (Tabela 24). No P2-LAd foi também observada na paisagem rochosidade ligeira.

Quanto à estrutura do solo, apresentaram agregação em blocos subangulares nos horizontes diagnósticos, assim como textura argilosa e relação silte/argila menor que 0,6 (Tabela 25). Quanto aos teores de nutrientes ambos os perfis apresentaram baixos valores de cálcio, magnésio, fósforo e potássio (Tabela 26). Os valores da saturação por bases foram abaixo de 21% em todos os horizontes e o teor de carbono orgânico inferior a 21 g.kg<sup>-1</sup>, sendo este valor no horizonte A do perfil P2 - Lad.

**Tabela 24.** Características morfológicas dos perfis de Latossolo da área da IG de Paraty-RJ.

Horiz.	Prof.	Cor	Textura expedita	Estrutura	Consistência
P2-LAd - LATOSSOLO AMARELO Distrófico argissólico					
Ap	0 - 7	10YR 3/3	fr arenosa	gr, mo, pe e me	lg du; mt fr; pl, lg pg
A	7 - 26	10YR 3/4	fr ar arenosa	gr, fc, pe e bl sa, fc, me	lg du; mt fr; lg pl, lg pg
BA	26 - 37	7,5YR 5/6	ar arenosa	bl sa, mo, me	dr; mt fr; pl, pg
Bw1	37 - 61	7,5YR 5/7	ar arenosa	bl sa, mo, me	dr; mt fr; pl, pg
Bw2	61 - 97	7,5YR 6/8	argilosa	bl sa, mo, me	lg du; mt fr; mt pl, pg
Bw3	97 - 150+	7,5YR 5/8	argilosa	bl sa que se desfazem em gr me e pe	lg du; fr; mt pl, pg
P4-LAd - LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico					
Ap	0 - 12	10YR 3/3	argilosa	bl sa, mo, pe e gr, mo, pe e me	lg du; mt fr; pl, lg pg
BA	12 - 27	10YR 4/6	mt argilosa	bl sa, mo, pe e me	lg du; mt fr; pl, pg
Bt1	27 - 58 (53-64)	7,5YR 4/6	mt argilosa	bl sa, fo, me e gd	dr; fr; lg pl, pg
Bt2	58 - 82 (79-85)	7,5YR 5/6	mt argilosa	bl sa, fo, me e gd	dr; fr; lg pl, pg
BC	82 - 113+	5YR 5/6	mt argilosa	bl sa, mo, pe e me	dr; fr; lg pl, pg

Horiz: horizontes; Prof.: Profundidade; fr ar arenosa: franco argilo arenosa; ar arenosa: argilo arenosa; fr arenosa: franco arenosa; mt argilosa: muito argilosa; gr: granular; fc: fraca; pe: pequeno; bl sa: bloco subangular; me: médio; mc: maciça; mo: M; bl ag: bloco angular; lg du: ligeiramente duro; mt fr: muito friável; lg pg: ligeiramente pegajoso; fr: friável; dr: duro; pl: plástico; fi: firme



**Tabela 25.** Características físicas dos perfis de Latossolo da área da IG de Paraty-RJ.

Horiz.	Prof	Cascalho	TFSA	Areia	Silte	Argila	Argila natural	GF	Si/Ar	D.S.	D.P.	VTP
	(cm)	g.kg <sup>-1</sup>						(%)		g.cm <sup>-3</sup>		(%)
P2-LAd - LATOSSOLO AMARELO Distrófico argissólico												
Ap	0 - 7	31	969,3	430	197	373	276	26	0,53	1	2,5	60
A	7 – 26	32	967,9	505	158	337	229	32	0,47	1,15	2,53	55
BA	26 – 37	26	973,9	435	145	420	349	17	0,35	1,31	2,53	48
Bw1	37 – 61	42	958,5	372	134	494	11	98	0,27	1,36	2,56	47
Bw2	61 – 97	18	982,4	374	98	528	1	100	0,19			
Bw3	97 – 150+	37	963,1	390	99	511	3	99	0,19			
P4-LAd - LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico												
Ap	0 – 12	20	980,1	435	244	321	244	24	0,76	1,26	2,56	51
BA	12 – 27	12	987,8	338	249	413	302	27	0,6	1,4	2,56	45
Bw1	27 – 58 (53-64)	10	990,2	286	191	523	234	55	0,37	1,3	2,63	51
Bw2	58 – 82 (79-85)	44	956,4	228	222	550	4	99	0,4			
BC	82 – 113+	42	957,5	225	329	446	2	100	0,74			

Horiz: horizontes; Prof.: profundidade; TFSA: terra fina seca ao ar; Si: silte; Ar: argila; AN: argila natural; GF: grau de floculação; Si/Ar: relação silte-argila; D.S.: densidade do Solo; D.P.: densidade da partícula; VTP: volume total de poros.

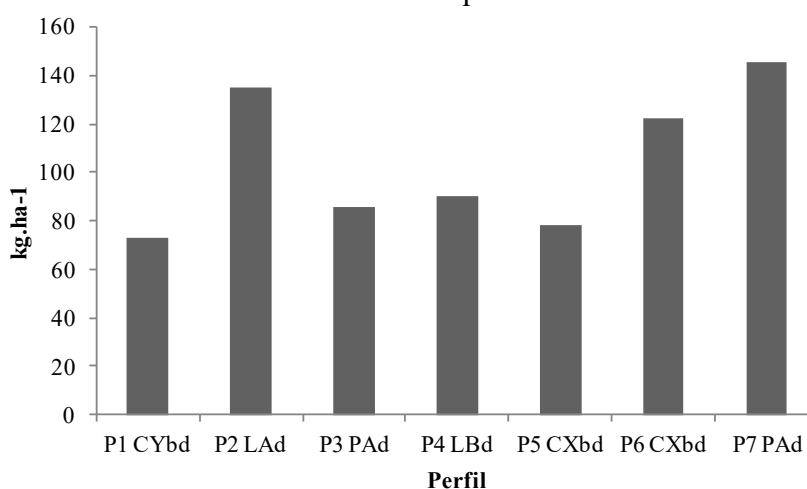
**Tabela 26.** Características químicas dos perfis de Latossolo da área da IG de Paraty-RJ.

Horiz.	P	K	pH (1:2,5)		Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	S	T	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup> Al	m	V	C.org.
	mg.kg <sup>-1</sup>		Água	KCl	----- cmol <sub>c</sub> . kg <sup>-1</sup>								(%)	g. kg <sup>-1</sup>
P2-LAD - LATOSSOLO AMARELO Distrófico argissólico														
Ap	2	57	4,8	4,1	0,3	0,4	0,02	0,9	6,77	1,1	5,9	56	13	20,8
A	2	41	4,8	4	0,4	0,6	0,03	1,1	7,93	1,4	6,8	55	14	21,4
BA	1	10	4,7	4	0	0,1	0,01	0,1	4,14	1,2	4,0	90	3	10,6
Bw1	1	7	4,7	4	0	0,1	0,01	0,1	3,13	0,9	3,0	88	4	7,3
Bw2	1	3	4,6	4	0	0,1	0,01	0,1	3,32	0,6	3,2	83	4	5,1
Bw3	2	3	4,7	4	0	0	0,01	0	2,62	0,4	2,6	96	1	3,9
P4-Lad - LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico														
Ap	2	45	4,7	3,9	0,4	0,2	0,04	0,8	3,76	1,2	3	62	20,11	18,3
BA	1	10	4,8	3,9	0,2	0,1	0,03	0,4	5,06	1,8	4,7	84	7,03	11,1
Bw1	1	3	4,9	4	0,1	0	0,02	0,1	4,63	1,3	4,5	91	2,76	7,3
Bw2	2	3	5	4,2	0	0	0,02	0	4,03	0,8	4,0	97	0,69	6,0
BC	3	3	5	4,1	0	0	0,02	0	3,53	1,6	3,5	98	0,78	4,7

Horiz: horizonte; P: fósforo; K: potássio; Ca: cálcio; Mg: magnésio; Na: sódio; S: soma de bases; T: capacidade troca catiônica; Al: alumínio tóxico; H+Al: acidez potencial; m: saturação de alumínio; V: saturação por bases; C.org: carbono orgânico.

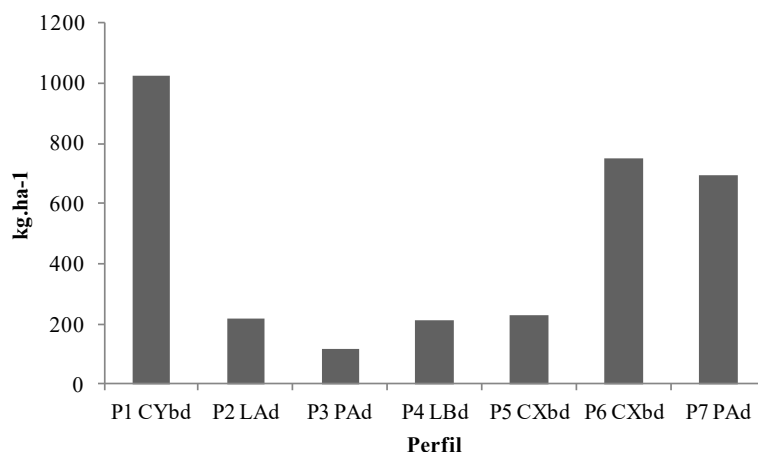
### 13.3. Estoques de Nutrientes e Carbono e Fertilidade das Áreas Estudadas

A Figura 28 apresenta valores de estoque de K, onde são observados, respectivamente, valores mínimo e máximo de 72,89 e 145,65 kg.ha<sup>-1</sup>. O CV% foi de 28, o segundo menor valor de coeficiente de estoque de elementos entre os solos. O solo P1-CYbd apresentou menor estoque de K, possivelmente por este nutriente ser cátion monovalente, e aliada ao menor teor de argila e esta é de baixa atividade, logo, favorecendo maior lixiviação do K ou remoção nos períodos de cheia do rio. O ARGISSOLO AMARELO descrito no P7-PAd foi o solo que apresentou o maior estoque de K, o que está relacionado a queima da palhada após a colheita da cana, uma vez que não é feita adubação potássica da lavoura por este APC. A prática da queima da palhada foi verificada quando da avaliação da área do P2 – LAd, o que contribui para o maior valor de K no solo. Magalhães et al. (2013) avaliando o estoque de nutrientes em diferentes sistemas de uso do solo, na região amazônica, observou que o K foi o nutriente com menor valor e Ca o de mais alto estoque.



**Figura 28.** Estoque de K na profundidade de 0,3 m para os solos estudados em Paraty-RJ.

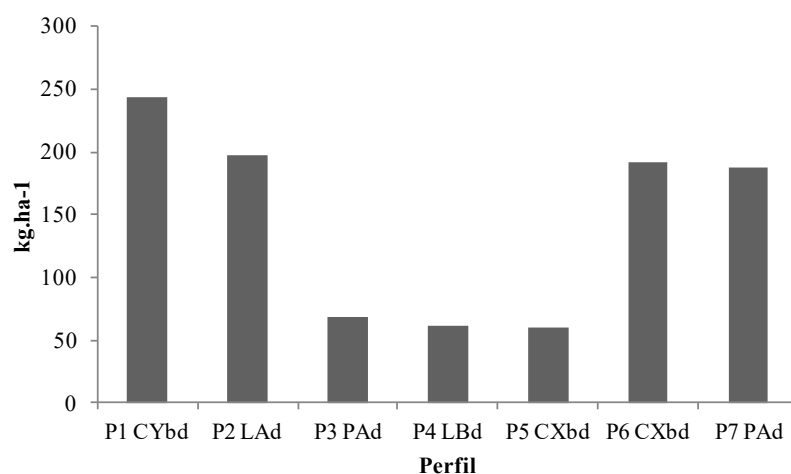
O maior estoque de nutrientes foi observado para o cálcio, que também apresentou a maior variação de valores entre os solos estudados (CV% igual a 76). No P1 – CYbd, o valor foi de 1021,68 kg.ha<sup>-1</sup> (Figura 29). Ainda, os maiores valores foram observados nos perfis P1 – CYbd, P6 – CXbd e P7 – PAd, o que está relacionado ao uso de calcário nestas áreas, sendo o P1 – CYbd corrigido mais recentemente. Não foi observada nenhuma relação entre o estoque de Ca e os atributos físicos avaliados.



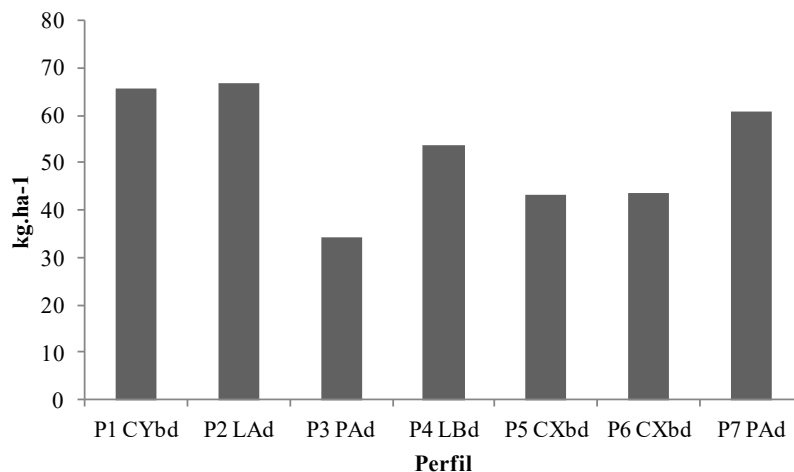
**Figura 29.** Estoque de Ca na profundidade de 0,3 m para os solos estudados em Paraty-RJ.

Apesar de ter variação menor que o Ca, o estoque de Mg mostrou comportamento similar nos solos estudados (Figura 30). Sendo o perfil P2 – LAd a exceção, pois apresentou valores baixos de estoque de Ca e foi o segundo maior valor para o Mg, tendo 197,21 kg.ha<sup>-1</sup> de Mg a 30cm de profundidade. O estoque de Mg variou de 60,26 a 243,54 kg.ha<sup>-1</sup>, sendo os valores extremos observados nos perfis P5 – CXbd e P1 – CYbd, respectivamente.

A menor variação dos valores de estoque foi obtida para o carbono orgânico no solo (CV% de 23). Os estoques de C mostraram variação de 34,47 a 66,87 kg.ha<sup>-1</sup>, sendo o mínimo e máximo para P3 – PAd e P2 – LAd, respectivamente (Figura 31). A dinâmica do carbono do solo é muito influenciada pelo manejo e pelo clima. Na área de estudo, as temperaturas elevadas e a boa drenagem e aeração na maior parte dos perfis favorecem a mineralização da matéria orgânica, liberando rapidamente os seus nutrientes para as plantas (LEPSCH, 2002).



**Figura 30.** Estoque de Mg na profundidade de 0,3 m para os solos estudados em Paraty-RJ.



**Figura 31.** Estoque de carbono na profundidade de 0,3 m para os solos estudados em Paraty-RJ.

Os resultados das análises das amostras de fertilidade coletadas ao longo das áreas onde foram descritos os solos compartilham similaridades com os valores observados nos perfis. As amostras de fertilidade mostram baixos teores de nutrientes nas áreas avaliadas (Tabela 27). A matéria orgânica apresentou, na maioria, valores decrescentes nas duas profundidades amostradas, a exceção da amostra F2 - LAd onde o valor aumentou e na amostra F5 - CXbd onde os valores foram iguais. Os teores de Ca e Mg foram baixos e

apresentaram grande variação (CV% de 78 e 59, respectivamente). O valor da soma das bases foi muito baixo, acompanhando os teores de Ca e Mg, que compõe a maior parte do Valor S.

**Tabela 27.** Atributos químicos das UPCs obtidos de amostras de fertilidade coletadas onde foram descritos os perfis da área da IG de Paraty.

Prof. = profundidade; MO: matéria orgânica; Valor S: soma de bases; m: saturação de alumínio; V: saturação por bases.

As áreas com cana-de-açúcar em Paraty estudadas totalizam 17,32 ha, englobando 7 UPCs. Foram feitas 7 incursões a campo, densidade de amostragem de 0,4 observações/ha, e em média um local descrito e amostrado em diferentes profundidades a cada 2,5 ha. O levantamento de solos com estas características é classificado como detalhado.

**Tabela 28.** Unidades de mapeamento – UMs e suas legendas, com as respectivas UPC e suas expressões geográficas.

Legenda	Perfil/ UPC	UM	Área (ha)	%
CY1	P1 CYbd	CAMBISSOLO FLÚVICO Tb Distrófico típico, A moderado, relevo plano, imperfeitamente drenado, erosão ligeira.	3,28	19
LA1	P2 LAd	LATOSSOLO AMARELO Distrófico argissólico, A moderado, relevo forte ondulado, acentuadamente drenado, ligeiramente pedregoso, erosão forte.	1,80	10
PA1	P3 PAd	ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico, A moderado, relevo ondulado, bem drenado, erosão forte.	1,57	9
LA2	P4 LAd	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, A moderado, relevo forte ondulado, acentuadamente drenado, erosão forte.	4,29	26
CX1	P5 CXbd	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, A moderado, relevo forte ondulado, bem drenado, ligeiramente pedregosa, rochosa, erosão moderada.	2,09	12
CX2	P6 CXbd	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, A moderado, ondulado, relevo ondulado, ligeiramente pedregosa, rochosa, erosão forte.	1,46	8
PA2	P7 PAd	ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico, A moderado, relevo forte ondulado, acentuadamente drenado, ligeiramente pedregoso, rochoso, erosão moderada.	2,85	16

De modo geral, os solos apresentaram baixa fertilidade natural (distróficos), frequente ocorrência de erosão, mais intensa nos solos em relevo mais movimentado, e diferentes graus de desenvolvimento e profundidade, e relevo ondulado a forte ondulado, a exceção do CAMBISSOLO FLÚVICO (relevo plano de várzea). Algumas áreas apresentaram ainda pedregosidade e rochosidade, o que configura um impedimento ao manejo mais mecanizado da lavoura de cana-de-açúcar.

### 13.5. Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola da Terra (SAAAT)

A aptidão dos solos foi avaliada segundo os graus de limitações para os cinco fatores tidas como básicos para exploração agrícola, quais sejam: fertilidade natural ( $\Delta F$ ), deficiência de água ( $\Delta A$ ), deficiência de oxigênio (ou excesso de água) ( $\Delta O$ ), suscetibilidade à erosão ( $\Delta E$ ) e impedimentos à mecanização (ou ao manejo) ( $\Delta M$ ), estabelecidos no SAAAT e para os três níveis de manejo por eles propostos (RAMALHO FILHO & BEEK, 1995). Foi utilizado como referência o quadro guia para região de clima tropical-úmido, e as classificações da aptidão das terras estudadas estão na Tabela 29.

A classificação da aptidão do P1 – CYbd foi 2ab(c), ou seja, classe de aptidão regular para lavoura nos níveis de manejo A e B, e classe restrita para lavoura no nível C. O fator mais limitante neste solo foi à deficiência de oxigênio, principalmente no período chuvoso pelo risco de inundação com a cheia dos cursos d'água. Este foi o único solo que apresentou aptidão para lavoura, o que foi favorecido pela sua localização em baixada.

As terras dos perfis P2 – LAd, P3 – PAd e P4 – LAd tiveram sua aptidão avaliada como 4p, ou seja, uso regular para pastagem plantada. O fator impedimento ao manejo se mostrou o mais limitante, já que a área apresenta relevo ondulado à forte ondulado, impossibilitando a mecanização tratorizada convencional. Outros fatores que também limitaram a aptidão foram susceptibilidade a erosão e deficiência de fertilidade. A susceptibilidade a erosão teve na declividade do solo a principal condição para atribuir o grau de limitação MF (Muito Forte) para o nível de manejo A. Para os outros níveis de manejo são propostas práticas de melhoramento das deficiências conduzindo até ao grau M2, no nível de manejo C. Práticas de conservação de solo e de engenharia de baixo a alto custo podem

diminuir consideravelmente os riscos de erosão. Para a deficiência de fertilidade foi atribuído o grau de limitação F (Forte) ou MF/F, com possibilidade de aplicação de práticas de melhoramento apenas de classe 1, pois existem restrições ao uso de máquinas e implementos agrícolas necessários para a classe 2 de melhoramento da fertilidade, assim foi atribuído o grau M1 nos níveis de manejo B e C.

A aptidão para as terras descritas acima é incompatível com a realidade da região, principalmente pela recomendação de pastagens plantadas em detrimento a lavouras. Devido ao alto impacto ambiental da pecuária, principalmente a extensiva, esta é altamente desestimulada pelas instituições ambientais. Um exemplo consiste no programa Gado Zero do IBAMA, entre outras razões, criado para inibir o uso de áreas dentro das Unidades de Conservação para pastejo dos animais. O fechamento do abatedouro municipal e o atual pequeno número de pecuaristas no município foram reflexos desta política.

Com aptidão restrita para pastagem natural, a área do perfil P6 – CXbd foi a única que se enquadrou no grupo 5 de aptidão. A maior suscetibilidade a erosão resultou em classes inaptas para os níveis B e C e apenas não restringe inteiramente o uso no nível de manejo A e pastagem natural. Porém, também não é aplicável essa classe de aptidão, já que a vegetação natural desta região não é pastagem, e sim a Mata Atlântica (floresta tropical subperenifólia). Baseado nesse fato, essas terras devem ser destinadas à preservação de flora e fauna.

As áreas dos perfis P5 – CXbd e P7 – PAd não apresentam aptidão agrícola, segundo o quadro guia usado, sendo recomendadas à preservação de flora e fauna. Os fatores de limitação que levaram a esta classificação foram o impedimento ao manejo e susceptibilidade à erosão. Estes dois fatores tiveram graus de limitação F, MF/F e MF, devido à alta declividade e pelas terras apresentarem rochoso e pedregoso.

Com relação à comparação entre o uso atual das terras e a sua aptidão agrícola, apenas a área representada pelo perfil P1 CYbd apresenta uso adequado, ou seja o seu uso é compatível com a classe de aptidão atribuída. Esta área constitui cerca de 19% (3,280 ha) da área estudada e o uso atual é de lavoura de cana-de-açúcar, sendo o agricultor considerado como de nível de manejo B. As outras áreas apresentam situação inadequada, isto é, ocorre uso mais intensivo que a classe de aptidão agrícola. Assim, em relação as propriedades rurais avaliadas em Paraty, a cana-de-açúcar é cultivada, por agricultor de nível A e B, principalmente em terras consideradas inaptas para tal uso. Esta inadequação ocorre em 82% (14,04 ha) das áreas das UPCs estudadas.

Tal resultado mostra, por um lado, a importância histórica da agricultura nestas terras, e de práticas locais dos pequenos agricultores na produção da cana-de-açúcar, fazendo com que ainda no tempo atual e por um longo período de tempo sejam cultivadas com essa lavoura e para o fim de produção de cachaça. Outro aspecto é que, o sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras – SAAAT não se mostrou adequado para as características da região, quando se compara o tipo de uso recomendado e o ambiente de Mata Atlântica. Haja vista as classes de aptidão para pastagens, plantadas e natural, em áreas que devem ser destinadas para outros fins, inclusive preservação.

Assim é preciso estabelecer um novo sistema de avaliação da aptidão para áreas como a estudada e para pequenos agricultores, que levem em conta parâmetros distintos, entre eles os abordados no Capítulo I.

**Tabela 29.** Perfis modais/UPCs, estimativa dos graus de limitação para deficiência de fertilidade ( $\Delta F$ ), deficiência de água ( $\Delta A$ ), deficiência de oxigênio ( $\Delta O$ ), suscetibilidade à erosão ( $\Delta E$ ), e impedimentos ao manejo ( $\Delta M$ ), e aptidão agrícola segundo SAAAT (RAMALHO FILHO & BEEK, 1995) e situação do uso atual para as UPCs de cana-de-açúcar em Paraty.

Perfil/ UPCs	Deficiência de Fertilidade			Deficiência de Água			Deficiência de oxigênio			Suscetibilidade à Erosão			Impedimento ao manejo			Aptidão agrícola	Situação do uso atual <sup>4</sup>
	A <sup>1</sup>	B <sup>2</sup>	C <sup>3</sup>	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C		
P1 CYbd	L	N1	N1	N	N	N	M	L/M1	L2	N	N	N	L	L	L	2ab(c)	A
	a	b	C	A	B	C	a	b	(c)	A	B	C	A	B	C		
P2 LAd	F	M1	M1	N	N	N	N	N	N	MF	F1	M2	F	F	F	4p	IN
	n	p	-	A	B	C	A	B	C	-	p	-	(a)	p	-		
P3 PAd	F/MF	M1	M1	N	N	N	N	N	N	F	M1	M1	F	F	F	4p	IN
	(n)	(b)	-	A	B	C	A	B	C	(a)	(b)	-	(a)	p	-		
P4 LAd	F/MF	M1	M1	N	N	N	N	N	N	MF	F1	F1	F	F	F	4p	IN
	(n)	(b)	-	A	B	C	A	B	C	-	p	-	(a)	p	-		
P5 CXbd	F/MF	M/F1	M/F1	N	N	N	N	N	N	MF	F1	M2	F/MF	F/MF	F/MF	6	IN
	(n)	p	-	A	B	C	A	B	C	-	p	-	N	-	-		
P6 CXbd	F	M1	M1	N	N	N	N/L	N/L	N/L	F	M1	L2	F/MF	F/MF	F/MF	5N	IN
	n	(b)	-	A	B	C	A	B	C	N	(b)	(c)	N	-	-		
P7 PAd	F	M1	M1	N	N	N	N	N	N	MF	F1	F1	F/MF	F/MF	F/MF	6	IN
	n	(b)	-	A	B	C	A	B	C	-	p	-	N	-	-		

<sup>1</sup> Nível de manejo primitivo, <sup>2</sup> Nível de manejo pouco desenvolvido, <sup>3</sup> Nível de manejo desenvolvido, N = nulo; L = ligeiro; M = moderado; F = forte; MF = muito forte; / = intermediário;  
<sup>4</sup> A = Adequado, IN = Inadequado. As letras abaixo dos graus de limitação representam a classe de aptidão para o nível de manejo indicado no início da coluna para o fator de limitação correspondente. As letras A, B e C indicam aptidão para lavoura nos diferentes níveis de manejo; a letra P indica aptidão para pastagem plantada; a letra N aptidão para pastagem natural e a letra S aptidão para a silvicultura. A letra maiúscula indica classe boa; a letra minúscula indica classe regular; a letra minúscula entre parênteses a classe restrita e o traço indica classe inapta.

### **13.6. Aptidão Agrícola das Terras para Cana-de-açúcar para Cachaça - Adaptação do SAAAT para Paraty**

O SAAAT é um dos sistemas de avaliação agrícola do potencial de uso das terras mais usado no Brasil, e possui vantagens e desvantagens. Dentre as vantagens, se constitui em um método relativamente flexível, o que permite ajustes a condições específicas, além de incluir uma avaliação das potencialidades do ambiente, de acordo com diferentes níveis tecnológicos e de utilização de insumos (RESENDE et al., 2007; CARVALHO FILHO, 2008). Como principal desvantagem, carece de ajustes para aplicações específicas, como é o caso da atividade canavieira voltada para produção de cachaça, em pequena escala, como em Paraty.

Neste sentido, foi proposta uma adaptação ao SAAAT, a partir do levantamento do nível tecnológico de produção da lavoura da cana-de-açúcar em Paraty (Capítulo I), incorporando na proposta tal informação. A maior diferença está no fato de que a cana-de-açúcar é contemplada no SAAAT original como forma de uso intensivo e em áreas extensas e continua, com a produção voltada para produção de álcool e açúcar, assim diferindo da realidade da produção de cana-de-açúcar em Paraty.

A proposta de adaptação do SAAAT permite a avaliação da aptidão agrícola das terras utilizadas historicamente com o cultivo de cana-de-açúcar em Paraty de forma específica, e respeitando as peculiaridades da agricultura familiar. Portanto, pode ser usada para orientar a exploração agropecuária de forma adequada e para o pequeno produtor, já caracterizado no Capítulo I.

A classificação das UPCs utilizando a adaptação do SAAAT, para a lavoura de cana-de-açúcar, é apresentada na Tabela 30, bem como os graus de limitação correspondentes.

A UPC 1/P1CYbd foi classificada como regular para os níveis de manejo A e B e como boa para nível de manejo C, sendo esta a única área classificada como classe de aptidão agrícola boa. Os fatores mais restritivos foram o impedimento ao manejo e a eventual deficiência de oxigênio, devido a sua classe de drenagem.

A UPC 3/P3 PAd foi classificada como regular para o nível de manejo B, restrita para o nível de manejo A e inadequada para o nível de manejo C. A deficiência de fertilidade e a suscetibilidade a erosão foram os fatores que mais limitam esta área, onde todos os critérios relativos a deficiência de fertilidade foram restritivos, e o gradiente textural associado à fase de relevo condicionaram a maior suscetibilidade a erosão.

As UPC 2 / P2 LAd e UPC 4 / P4 LAd apresentaram classificação restrita para os três níveis de manejo. Ambas as áreas apresentaram os mesmos graus de limitação para os cinco fatores de solo e ambiente, sendo o mais restritivo a deficiência de fertilidade.

Com o nível mais restritivo para o cultivo com a lavoura de cana-de-açúcar, as UPC 5 / P5 CXbd, UPC 6 / P6 CXbd e UPC 7 / P7 PAd foram consideradas como de uso restrito para o nível de manejo A e inadequadas para B e C.

O contraste entre o uso atual e a classificação das terras pela proposta de adaptação do SAAAT indicou que 84% (14,475 ha) das áreas estão em situação adequada e 16% (2,848 ha) são inadequadas. A UPC 7 / P7 foi considerada inadequada por ter exploração da lavoura da cana-de-açúcar, por agricultor de nível de manejo B, quando a aptidão das terras indica classe restrita para o nível de manejo A e inadequada para os agricultores de nível B e C.

Os resultados indicam que a adaptação do SAAAT, utilizando parâmetros de fácil obtenção na região e para a cultura de cana-de-açúcar, foi adequada, permitindo recomendar e restringir o uso agrícola, dentro da aptidão das terras da região e considerando a relação dos agricultores locais com as propriedades rurais.



**Tabela 30.** Unidades produtoras de cana-de-açúcar (UPC)/Unidades de Manejo, graus de limitação para deficiência de fertilidade ( $\Delta F$ ), deficiência de água ( $\Delta A$ ), deficiência de oxigênio ( $\Delta O$ ), suscetibilidade à erosão ( $\Delta E$ ), e impedimentos ao manejo ( $\Delta M$ ), unidades de manejos correspondentes e situação do uso atual.

UPC/UMs	Deficiência de Fertilidade			Deficiência de Água			Deficiência de Oxigênio			Suscetibilidade à Erosão			Impedimento ao manejo			Unidades de manejo	Situação do uso atual <sup>14</sup>
	A <sup>1</sup>			B			A			B			A				
	B <sup>2</sup>	C <sup>3</sup>	N	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C		
P1 CYbd	M	L1	N2	N	N	N	M	L1	N2	N	N	N	L	L	N2	abC	A
	a	B	C	A	B	C	a	b	C	A	B	C	a	b	C		
P2 LAd	F	M1	M1	M	M	M	N	N	N	L	N1	N1	L	L	N2	(abc)	A
	(a)	b	(c)	(a)	(b)	(c)	A	B	C	a	B	C	a	b	C		
P3 PAd	F	M1	M1	L	L	L	N	N	N	M	L1	L1	N	N	N	(a)b	A
	(a)	b	(c)	a	b	c	A	B	C	(a)	b	-	A	B	C		
P4 LAd	F	M1	M1	M	M	M	N	N	N	L	N1	N1	L	L	N2	(abc)	A
	(a)	b	(c)	(a)	(b)	(c)	A	B	C	a	B	(c)	a	b	C		
P5 CXbd	F	M1	M1	M	M	M	N	N	N	M	L1	L1	M	M	L2	(a)	A
	(a)	b	(c)	(a)	(b)	(c)	A	B	C	a	B	-	(a)	-	-		
P6 CXbd	M	L1	L1	N	N	N	M	L1	N2	N	N	N	M	M	L2	(a)	A
	a	B	c	A	B	C	a	b	C	A	B	C	(a)	-	-		
P7 PAd	M	L1	L1	L	L	L	N	N	N	L	N1	N1	M	M	L2	(a)	IN
	a	B	c	a	b	c	A	B	C	a	B	(c)	(a)	-	-		

<sup>1</sup> Nível de manejo primitivo; <sup>2</sup> Nível de manejo pouco desenvolvido; <sup>3</sup> Nível de manejo desenvolvido; <sup>4</sup> Nível de limitação N = nulo; L = ligeiro; M = moderado; F = forte; MF = muito forte; / = intermediário; A = Adequado, IN = Inadequado.

**Notas:** As letras abaixo dos graus de limitação representam a classe de aptidão para o nível de manejo indicado no início da coluna para o fator de limitação correspondente. A letra maiúscula indica classe boa; a letra minúscula classe regular; a letra minúscula entre parênteses classe restrita e o traço a classe inapta.

## 14. CONCLUSÕES

Os modelos digitais de elevação gerados a partir de fontes gratuitas permitiram avaliações das áreas em Paraty, apesar de algumas limitações pela baixa resolução.

As classes de solos nas áreas onde é cultivada a cana-de-açúcar, nas UPCs em Paraty, foram: ARGISSOLOS AMARELOS, CAMBISSOLOS HÁPLICOS, CAMBISSOLOS FLÚVICOS e LATOSSOLOS AMARELOS. Estes solos se encontram em condições de relevo ondulado e forte ondulado, a exceção do CAMBISSOLO FLÚVICO, em relevo plano de várzea. O distrofismo é uma característica comum nos solos avaliados.

A classificação das terras segundo o SAAAT resultou em que a maior parte das terras cultivadas com a cana-de-açúcar está em situação de uso inadequado quando comparada a sua aptidão. Os maiores contrastes se dão quanto à aptidão indicada para pastagem, plantada ou natural, em ambiente de Mata Atlântica e com relevo ondulado e forte-ondulado.

A proposta de adaptação do SAAAT, segundo características dos agricultores e da produção de cana-de-açúcar em Paraty, mostrou se mais apropriada à região, obtendo adequação maior em relação ao uso atual.

## CONCLUSÕES GERAIS

Entre os produtores rurais paratienses foram avaliados os que se dedicam a lavoura de cana-de-açúcar, cujo perfil socioeconômico não difere muito do da população residente em geral. A área de exploração agrícola, o nível de escolaridade, a renda familiar, a força de trabalho, entre outros parâmetros classifica os produtores rurais como agricultores familiares.

Quanto ao manejo agrícola, práticas tradicionais de produção chamam atenção. O uso de variedades de cana-de-açúcar tecnicamente desconhecidas, a falta de renovação do canavial, o sistema de plantio em cova, a falta de manejo de fertilidade, o uso de transporte animal, o agrupamento dos colmos colhidos em feixe, o acesso ruim as lavouras, entre outras características, foram identificados e são informações que devem ser usadas para o fomento e desenvolvimento da atividade no município.

A cana-de-açúcar se mostra adaptada à região, e a introdução de novas variedades, assim como as variedades existentes na região, sob manejo técnico tem grande potencial produtivo. O ganho de produção e produtividade pode ser suficiente para atender a demanda das agroindústrias de cachaça assim como de outros produtos como melado, açúcar mascavo, etc, derivados da cana-de-açúcar.

Nesse estudo as ferramentas de geoprocessamento utilizadas permitiram a obtenção de muitas informações sobre a paisagem em Paraty. Contudo de modo a incorporar tais informações sobre o relevo na predição de classes em levantamento de solos detalhados, mapas bases em escalas mais detalhadas e de elevada resolução são também necessários.

Os solos cultivados com cana-de-açúcar em Paraty apresentam características morfológicas, químicas e físicas que necessitam de manejo específico para tornar a atividade econômica, ambiental e socialmente viável. Diversas técnicas de manejo para a cana-de-açúcar estão disponíveis em outras regiões, mas a criação e a adaptação de técnicas, com a devida avaliação de viabilidade, a realidade de Paraty são fundamentais.

O levantamento pedológico das áreas de plantio de cana-de-açúcar por propriedade rural permitiu a caracterização da área de produção fornecendo aos agricultores e técnicos amplas informações. Munido destes dados são importantes para a tomada de decisão, quanto qual tecnologia utilizar para o manejo da lavoura.

A cultura da cana-de-açúcar tem manejo diferenciado quando destinada a cachaça, e outros derivados que não o açúcar e o etanol, condicionado pela pequena dimensão da área cultivada. A proposta de adaptação do SAAAT foi sensível a estas características na área e nas propriedades estudadas, sendo recomendada a sua aplicação, com ajustes em cada caso, em outras regiões.

A lavoura canavieira em Paraty tem que ser manejada de forma ambientalmente consciente e com técnicas agrícolas corretas, preservando as características locais, mas promovendo maior produtividade e produção. Diversificação genética, manejo de fertilidade, controle da erosão, manejo fitossanitário, planejamento de lavoura e logística de colheita são os principais pontos a serem trabalhados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAMS, M.; HOOK, S. & RAMACHANDRAN, B. **ASTER User Handbook**, ver. 2. Jet Propulsion Laboratory, EROS Data Center. 2002
- ANA – Agência Nacional de Águas. **HIDROWEB** – Sistema de Informações Hidrológicas. Disponível em: [www.hidroweb.ana.gov.br](http://www.hidroweb.ana.gov.br). Acessado em: 12 de agosto 2013.
- ANDRADE, L. A. DE B. & ANDRADE, P. P. Implantação e condução de canaviais. In.: **Cana-de-açúcar**. Informe Agropecuário. EPAMIG Belo Horizonte. v.28, N.239, 2007
- ANDRADE, L. A. DE B. Cultura da cana-de-açúcar. In: CARDOSO, M. das G. (Ed.). **Produção de aguardente de cana**. 2ed, Lavras: Editora UFLA, 2006.
- ANDRADE, L.A. DE B.; ANJOS, I.A.; FIGUEIREDO, P.A.M.; QUINTELA, A.C.R. Utilização de variedades selecionadas de cana-de-açúcar na produção de cachaça de alambique. In: EPAMIG. **Cachaça Artesanal de Minas**. Informe Agropecuário. Belo Horizonte. v.23, n. 217. 2002.
- ANJOS, L.H.C. dos; PEREIRA, M.G. Métodos de análise em função da classe de solo e do nível de levantamento. In: XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2003, Ribeirão Preto, SP SBCS/UNES. **Anais...** - Solo: Alicerce dos Sistemas de Produção, 2003. v. 1. p. 1-15.
- APACAP. Associação dos Produtores e Amigos da Cachaça Artesanal de Paraty, **O que é IG**. Disponível em: <http://www.apacap.com.br>. Acessado em 25 de maio de 2011.
- APACAP. **Estatuto Social** – Ata da Assembléia Geral do dia 10 de outubro de 2006. Associação dos Produtores e Amigos da Cachaça Artesanal de Paraty, 2006.
- ASSAD, M. L. L. Uso de um sistema de informações geográficas na determinação da aptidão agrícola de terras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, p.133-139, 1995.
- AZEREDO, D. F. & MANHÃES, M. DOS S. Análise química do solo para recomendação de adubação. **Boletim Técnico nº 9**. UFRRJ, Campos dos Goitacazes – RJ, 1998.
- BARBOSA, E. A. **Avaliação fitotecnia de cinco variedades de cana-de-açúcar para o município de Salinas – MG**. 2005. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – UESB, Vitória da Conquista – BA, 2005.
- BARBOSA, M. H. P. SILVEIRA, L. C. I.; MACÊDO, G. A. R.; PAES, J. M. V. Variedades melhoradas de cana-de-açúcar para Minas Gerais. In: EPAMIG. **Cana-de-açúcar** Informa Agropecuário. Belo Horizonte, v.28, n. 239, 2007.
- BCB – Banco Central do Brasil. **Manual de Crédito Rural**. Disponível em: <http://www.bcb.gov.br>. Acessado em 12 de setembro de 2012.
- BECKER, F. G. Aplicações de sistemas de informação geográfica em ecologia e manejo de bacias hidrográficas. In: **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus: Editus, 2002.
- BEVEN, K.; WOOD, E.F. Catchment geomorphology and the dynamics of runoff contributing areas. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v. 65, n. 1, p. 139-158, 1983.
- BOCK, M & KOTHE, R. Predicting the depth of hydrologic soil characteristics hamburger beiträge zur physischen geographie und landschaftsökologie –**Heft**, 19, 2008.

BÖHNER, J.; BOCK, M.; CONRAD, O.; RINGELER, A.; WICHMANN. **System for an automated geographical analysis**. Available at: <<http://www.saga-gis.org>>. Acesso em 19 de março de 2012.

BRASIL. **Anuário estatístico da agroenergia**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília: Mapa/ACS, 2009.

CALASANS, N. A. R.; LEVY, M. C. T. & MOREAU, M. Interrelações entre clima e vazão. In: **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus: Editus, 2002.

CÂMARA, G. & MEDEIROS, J.S. Mapas e suas representações computacionais In: ASSAD, E.D. & SANO, E.E. **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. Brasília: Embrapa, 1998.

CÂMARA, G. SOUZA, R. C. M.; FREITAS, U. M.; GARRIDO, J. Spring: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, v.20 p.395-403, 1996.

CAMPOS, M. C. C.; CARDOZO, N. P.; MARQUES JR., J. Modelos de paisagem e sua utilização em levantamentos pedológicos. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.6, p.104-114, 2006.

CAMPOS, M. C. C.; MARQUES JR., J.; PEREIRA, G. T.; MONTANARI, R.; CAMARGO, L. A. Relações solo paisagem em uma litossequência arenito basalto na região de Pereira, SP. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.519-539, 2007.

CAMPOS, S.; SANTOS, T. G.; SILVA, C. L.; BARROS, Z. X.; CARDOSO, L. G. Capacidade de uso das terras da microbacia do Ribeirão Água Fria - Bofete. **Irriga**, Botucatu, v. 7, n. 2, 2002;

CARVALHO FILHO, A. de. **Solos e ambientes do Quadrilátero Ferrífero (MG) e aptidão silvicultural dos Tabuleiros Costeiros**. 2008. p.: 225. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - UFLA, Lavras, MG. 2008.

CASCUDO, L. C. da. Prelúdio da cachaça: etnografia, história e sociologia da aguardente no Brasil. Rio de Janeiro, 291 p. (Coleção canavieira, 1). 1968.

CASTRO, C.A.M.R. **A problemática da agroindústria no estado do Rio de Janeiro**. 1995.(Monografia), Faculdade Candido Mendes, Campos, p.53, 1995,

CHAGAS, C S.; FERNANDES FILHO, E. I.; ROCHA, M. F.; CARVALHO JUNIOR, W.; SOUZA NETO, N. C. Avaliação de modelos digitais de elevação para aplicação em um mapeamento digital de solos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande. v.14, n.2, p.218–226, 2010

COELHO NETO, A . L. & DANTAS, M. E. Recursos hídricos. In: G. Mitchell (coord.), **Relatório final do projeto Mata Atlântica**, UFRJ/FURNAS Centrais Elétricas S.A./Fundação BIO-RIO, cap. IV, p. 110-149. 1995.

CONAB. **Indicadores da Agropecuária**. Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília. Ano XXII n. 6. Junho – 2013.

COOPAMA. **Cachaça Abaira**. Cooperativa dos produtores de cana e seus derivados da micro região de Abaira. Disponível. [www.cachacaabaira.com/historia.htm](http://www.cachacaabaira.com/historia.htm). Acessado em 28 de outubro 2013.

COPERSUCAR - Cooperativa dos produtores de cana, açúcar e álcool do Estado de São Paulo. **Recomendação de adubação para a cultura da cana-de-açúcar**. Piracicaba – SP: Centro de Tecnologia Copersucar, 7 p. 1988.

COSTA, N. M. C. **Análise do Parque Estadual da Pedra Branca (RJ) por geoprocessamento: uma contribuição ao seu plano de manejo**. 2002. 138 p. Tese (doutorado em Ciências Exatas e da Terra, área de Geociências). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2002.

CPRM. Mapa geológico do Estado do Rio de Janeiro. **Serviço Geológico do Brasil**. Escala 1:500.000. Projeção Cônica Conforme de Lambert. 2000.

CUNHA, P. MARQUES JR., J.; CURI, N.; PEREIRA, G. T.; LEPSCH, I. F. Superfícies geomórficas e atributos de Latossolos em uma sequência arenítico-basáltico da região de Jaboticabal (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.81-90, 2005.

DANIELS, J.; ROACH, B. T. Taxonomy and evolution. In: HEINZ, D. J. (Ed.) **Sugarcane improvement through breeding**. Amsterdam: Elsevier, 1987. P 7-84.

EMATER-RIO. **Acompanhamento Sistemático da Produção Agropecuária**. Disponível em: [HTTP://www.emater.rj.gov.br](http://www.emater.rj.gov.br). Acessado em: 24 de janeiro de 2013.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo** / Centro Nacional de Pesquisa de Solos. – 2. ed. rev. atual. – Rio de Janeiro. 212p. : il. (EMBRAPA-CNPS. Documentos; 1) 1997.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 306p. 2006.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos**. Rio de Janeiro. 101p. (Embrapa Solos) 1995.

FARIA, A.L.L.; XAVIER-DA-SILVA, J. & GOES, M.H.B. Análise ambiental por geoprocessamento em áreas com susceptibilidade à erosão do solo na bacia hidrográfica do Ribeirão do Espírito Santo, Juiz de Fora (MG). **Caminhos de Geografia**, v.4(9):50-65, 2003.

FARR, T. G.; ROSEN, P.A.; CARO, E.; CRIPPEN, R.; DUREN, R.; HENSLEY, S.; KOBRICK, M.; PALLER, M.; RODRIGUEZ, E.; ROTH, L.; SEAL, D.; SHAFFER, S.; SHIMADA, J.; UMLAND, J.; WERNER, M.; OSKIN, M.; BURBANK, D.; ALSDORF, D. The Shuttle Radar Topography Mission, **Revista Geophys.**, 45p, 2007.

FERNANDES, M. DO C. & MENEZES, P. M. L. De. Comparação entre métodos para geração de MDE para a obtenção de observações em superfície real no maciço da Tijuca RJ **Revista Brasileira de Cartografia**, Nº 57/02, 2005.

FIGUEIREDO, P.; LANDELL, M. G. A. & CAMPANA, M. P. **Cana-de-açúcar**. 6. Ed. Campinas: IAC, (IAC. Boletim 200). 1995.

FIORIO, P. R.; DEMATTÊ, J. A. M.; FORMAGGIO, A. R. & EPIPHANIO, J. C. N. Geoprocessamento e topossequências na determinação de levantamentos de solos em diferentes escalas. **Magistra**, Cruz das Almas – BA, v. 15, n. 2, jul/dez 2003.

FISHER, P. & TATE, N. Causes and consequences of error in digital elevation models. **Progress in Physical Geography**, v. 30, n.4, 467-489, 2006.

FORMAGGIO, A. R., ALVES, D. S. & EPIPHANIO, J. C. N. Sistemas de informações geográficas na obtenção de mapas de aptidão agrícola e de taxa de adequação de uso das terras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 16, p.249-256, 1992.

FREIRE, L. R.; BALIEIRO, F. C.; ZONTA, E.; ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G.; LIMA, E.; GUERRA, J. G. M.; FERREIRA, M. B. C.; LEAL, M. A. A.; CAMPOS, D. V. B.;

- POLIDORO, J. C. **Manual de calagem e adubação do Estado do Rio de Janeiro**. Brasília, DF. Embrapa; Seropédica, RJ; Editora Universidade Rural, 430p. 2013.
- FUCKNER, M. A. FLORENZANO, T. G. & MORAES, E.C. Avaliação altimétrica de modelos digitais de elevação extraídos de imagens ASTER em áreas com configuração topográfica distinta. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, **Anais**, pp. 683-690. 2009.
- GALLANT, J. C. & DOWLING, T. I. A multi-resolution index of valley bottom flatness for mapping depositional areas. **Water Resource Research**, v.39, p.1347, 2003.
- GIBOSHI, M.; RODRIGUES, L. H. A. & LOMBARDI NETO, A. Sistema de suporte a decisão para recomendação de uso e manejo da terra. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 4, p. 861-866, 2006.
- GLERIANI, J. M. BARROS, M. G. M.; PEREIRA, J. L. G.; CÂMARA, G.. Planejamento e Realidade: Aptidão Agrícola Versus Uso da Terra no Estado de São Paulo. In: **X Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 2001, Foz do Iguaçu, 2001.
- HANSEN, M. K.; BROWN, D. J.; DENNISON, P. E.; GRAVES, S. A., BRICKLEMYER. Inductively mapping expert-derived soil landscape units within Dambo wetland catenae using multispectral and topographic data. **Geoderma**, v.150, p.72- 84, 2009.
- HASUI, Y.; MIOTO, J.A.; HARALYI, N.L.E., SAAD, A.R.; CAMPANHA, V.A.; HAMZA, V.M.; GALLI, V.A. **Compartimentação estrutural e evolução tectônica do Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, IPT, Relatório Técnico n. 27394. 1989.
- HUTCHINSON, M.F. A new procedure for gridding elevation and stream line data with automatic removal of spurious pits. In: **Journal of Hidrology**.pp. 211-232. 1989.
- IBAMA. **Plano de manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina**. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2005. Disponível em: [www.icmbio.gov.br/parna\\_bocaina](http://www.icmbio.gov.br/parna_bocaina) . 2005. Acesso 24 agosto 2012
- IBGE. **Infográficos Cidades: Parati**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Acesso 24 Janeiro 2013.
- IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 92p. (Séries Manuais Técnicos em Geociências, número 1). 1992.
- IBGE. **Manual Técnico de Pedologia**. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2ª edição, 316p. (Séries Manuais Técnicos em Geociências) 2007.
- IBGE. **Senso Agropecuário 2006**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2006.
- INCAPER. **Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural PROATER 2011-2013**. São Roque do Canaã. Incaper – Secretaria de Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca do Estado do Espírito Santo. São Roque de Canaã. 25p. 2011.
- INCRA. Estabelece o Módulo Fiscal de cada Município, previsto no Decreto nº84.685 de 06 de maio de 1980. Instrução Especial/INCRA/Nº 20, 28 de maio de 1980.
- JACINTHO, L. R. C. Geoprocessamento e sensoriamento remoto como ferramentas na gestão ambiental de unidade de conservação: o caso da área de proteção ambiental (APA) do Capivari-Monos. 2003. 121p. Dissertação (Mestrado em Recursos Minerais e Hidrogeologia). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.



- LAMPARELLI, R. A. C.; ROCHA, J. V. & BORGHI, E. **Geoprocessamento e agricultura de precisão**. Guaíba: Agropecuária, 118 p. 2001.
- LANDAU, E.C.; GUIMARÃES, D.P. Análise Comparativa entre os modelos digitais de elevação ASTER, SRTM e TOPODATA. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR) 2011, Paraná. **Anais...** Curitiba: INPE, 2011. Artigos p.4003-4010.
- LEPSCH, I. F. **Solos: formação e conservação**. São Paulo: Oficina de Texto, 2002.
- LEPSCH, I. F. BELLINAZZI JÚNIOR, R.; BERTOLINI, D. & ESPÍNDOLA, C.R. Manual para o levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983. 175p
- LIMA, E. R. V., KUX, H. J. H. & SAUSEN, R. M. Sistemas de informações geográficas e técnicas de sensoriamento remoto na elaboração de mapas de riscos de erosão no sertão da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 16, p. 257-263, 1992.
- LIN, H. S. KOGELMANN, W.; WALKER, C; BRUNS, M. A. Soil moisture patterns in a forested catchment: A hydropedological perspective. **Geoderma**, v.131, p.345-368, 2006.
- MAGALHÃES, S. S. DE A, WEBER, O. L. S.; SANTOS, C. H.; VALADÃO, F. C. A. Estoque de nutrientes sob diferentes sistemas de uso do solo de Colorado do Oeste-RO. **Acta Amazonica**. Vol.43, p. 63-72. 2013.
- MANZATTO, C. V. ; BACCA, J. F. M. ; PEREIRA, S. E. M. ; ASSAD, E. D. ; MEIRELLES, M. S. P. ; BACA, A. F. M. ; NAIME, U. J. ; MOTTA, P. E. F. . Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar: abordagem metodológica para integração temática de grandes áreas territoriais. In: PRADO, R.B.; TURETA, A. P. D. e ANDRADE, A. G.. (Org.). Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais. 01ed.Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010, v. 01, p. 193-214.
- MARCOMIM, F.E.; SANTOS, J. E.; NETO, F.L. & PIRES, J.S.R. Análise ambiental e avaliação quali-quantitativa da perda de solo para o manejo de uma bacia hidrográfica. In: SANTOS, J. E.; CAVALHEIRO, F.; PIRES, J. S. R.; HENKE-OLIVEIRA, C & RODRIGUES-PIRES, A. M. Z. C. **Faces da Polissemia da Paisagem: ecologia, planejamento e percepção**. São Carlos: RiMa, p 177-205. 2004.
- MARIN, F. R. Solo. **Cana de Açúcar**. Agência de Informação Embrapa. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br> Acessado em: 27 de janeiro de 2011
- MATSUOKA, S.; GARCIA, A. A. F. & ARIZONO, H. Melhoramento da cana-de-açúcar. In: BOREN, A. (Ed.) **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2 ed. Viçosa: UFV, P. 205-251. 1999.
- MCKENZIE, N. J. & GALLANT, J. C. Digital soil mapping with improved environmental predictors and models of pedogenesis. In: LAGACHERIE, P.; MCBRATNEY, A. B.; VOLTZ, M. **Developments in Soil Science**, v.31, p.327-349, 2007.
- MELLO, D. **Paraty estudante**. Instituto Histórico e Artístico de Paraty. Guaratinguetá, SP, Frei Galvão gráfica e editora, 2006
- DIAS, F.M.; MICELI, B.S.; SEABRA, F.M.; SANTOS, P.R.A.; FERNANDES, M.C. Avaliação vertical de modelos digitais de elevação (MDEs) em diferentes configurações topográficas para médias e pequenas escalas. **Revista Brasileira de Cartografia**, v.63, n. 1, p. 191- 201, 2011.



MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 23 junho 2012.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZÔNIA LEGAL. Detalhamento da metodologia para execução do zoneamento ecológico econômico pelos estados da Amazônia Legal. Brasília: MMA, 43p. 1997.

MÖLLER, M. KOSCHITZKI, T.; HARTMANN, K.; JAHN, R. Plausibility test of conceptual soil maps using relief parameters. **Catena**, v.88, p.57-67, 2012.

OLIVEIRA, R. A. P. **Adequação da dinâmica do uso agrícola e avaliação socioeconômica das terras do município de Aguaí/SP**. 2001. 109 p. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Desenvolvimento Rural Sustentável) - FEAGRI, UNICAMP, Campinas, 2001.

OLIVEIRA, R. R. ZAÚ, A. S.; LIMA, D. F.; SILVA, M. B. R.; VIANNA, M. C.; SODRÉ, D. O.; SAMPAIO, P. D. Significado ecológico da orientação de encostas no Maciço da Tijuca, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: **Oecologia Brasiliensis**, [s.l.] v. 1, 1995, p 523-524.

PARATY, PREFEITURA MUNICIPAL. Revisão do plano diretor municipal de Paraty e leis complementares. 2010.

PARK, S.J. & BURT, T.P. Identification and characterization of pedogeomorphological processes on a hillslope. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 66:1987-1910, 2002.

PEI, T.; QIN, C. Z.; ZHU, A. X.; YANG, L.; LUO, M.; LI, B.; ZHOU, C. Mapping soil organic matter using the topographic wetness index: A comparative study based on different ow-direction algorithms and kriging methods. **Ecological Indicators**, v.10, p.610-619, 2010.

PINHEIRO, H.S.K. BARBOSA, A. M.; ANJOS, L. H. C.; CARVALHO JR., W.; CHAGAS, C. S. Avaliação de diferentes fontes de dados na obtenção do modelo digital de elevação para mapeamento digital dos solos da bacia hidrográfica do Rio Guapi-Macacu, RJ. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Curitiba, 2011. **Anais**. p.9136, 2011.

PIRES, J. S. R. Análise ambiental voltada ao planejamento e gerenciamento do ambiente rural: abordagem metodológica aplicada ao município de Luiz Antonio – SP. 1995. 202 p. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais). Universidade de São Carlos, São Carlos, 1995.

PIRES, J. S. R.; PIRES. A. M. Z. C. R. & SANTOS, J. E. Avaliação da integridade ecológica em bacias hidrográficas. In: SANTOS, J. E. et. al. **Faces da Polissemia da Paisagem: ecologia, planejamento e percepção**. São Carlos: Ed. RiMa, 2004. p 123-150.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E & DEL PRETTE, M. E. A utilização do conceito de bacia hidrográfica para a conservação dos recursos naturais. In: **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus: Editus, 2002. cap.1.

PRADO; H. do; PÁDUA JUNIOR, A. L.; GARCIA, J. C.; MORAES, J. F. L. de; CARVALHO, J. P. DE; DONZELI, P. L. Solos e ambientes de produção. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONSELOS, A. C. M. DE; & LANDELL, M. G. A. (Ed). **Cana de Açúcar**. Campinas, Instituto agrônômico. 1ª Ed. 179-204 p. 2010.

PRATES, V.; SOUZA, L.C. de P. & OLIVEIRA JUNIOR, J.C. de. Índices para a representação da paisagem como apoio para levantamento pedológico em ambiente de geoprocessamento. **Rev. Bras. de Eng. Agrícola e Ambiental**, v.16, n.4, p.408–414, 2012.

RAMALHO FILHO, A. & BEEK, K.J. **Sistema de avaliação da aptidão das terras**. 3ª edição, EMBRAPA - CNPS, Rio de Janeiro/RJ, 1995.

- RAMALHO FILHO, A. & PEREIRA, L. C. Aptidão agrícola das terras do Brasil: potencial de terras e análise dos principais métodos de avaliação— Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**, 36p. – (Embrapa Solos. Documentos; 1). 1999.
- RESENDE, M.; CURTI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 5.ed. Lavras: UFLA, 2007. 322p.
- RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G & ALVAREZ, V.H.V Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - **5ª Aproximação.**, Editores. – Viçosa, MG, 359p. il. 1999.
- RIDESA - Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro. Liberação nacional de novas variedades “RB” de cana-de-açúcar. **Catálogo** – Curitiba, 64 p. il. 2010.
- ROMÃO, P.A. Modelagem de terreno com base na morfometria e em sondagens geotécnicas - Região de Goiânia, GO. 2006.( Tese Doutorado) Brasília: Universidade de Brasília, 2006. 192p.
- ROSSETO, R. & SANTIAGO, A.D. Preparo do solo. **Cana de Açúcar**. Agência de Informação Embrapa. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br> Acessado em: 27 de janeiro de 2011.
- SALGADO, M.P.G.; FORMAGGIO, A.R. & RUDORFF, B.F.T. Comparação entre métodos para geração de modelos digitais de elevação a partir de dados cartográficos. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.8880
- SANTOS, R.D. dos; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.; ANJOS, L.H.C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 95p. 2005.
- SEBRAE – MG. **Diagnóstico da cachaça de Minas Gerais**. Belo Horizonte: SEBRAE – MG, 259 P. 2001.
- SEMA-RJ/IBAMA. **Programa de gestão para o desenvolvimento sustentável da bacia contribuinte à baía da Ilha Grande**. Vol. I: Diagnóstico Ambiental da Baía da Ilha Grande. Rio de Janeiro. PNMA-DAI. 1997:
- SILVA, J. **Geoprocessamento para análise ambiental**. Rio de Janeiro: edição do autor, 227 p. 2001.
- SOUSA, J.G.A. & DEMATTÊ, J.A.M. Modelo digital de elevação na caracterização de solos desenvolvidos de basalto e material arenítico. **R. Bras. Ci. Solo**, 32:449-456, 2008.
- SUMFLETH, K. & DUTTMANN, R. Prediction of soil property distribution in paddy soil landscape using terrain data and satellite information as indicators. **Ecological Indicators**, London, v. 8, n. 5, p. 485-501, Sept. 2008.
- TEIXEIRA, C.V. & CASTRO, C.E. Geoprocessamento no licenciamento ambiental: estudo de caso – mineração. **XI Congresso de Cartografia**, 2003, Belo Horizonte: Anais eletrônicos.
- TERRAMOTO, E.R. Avaliação e aplicação de modelos de estimativas de produção de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) baseados em parâmetros do solo e do clima. 2003. 86 p. Tese (Doutorado em agronomia)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2003.

TRENTO FILHO, A.J.; DAROS, E.; MACCARI JR. A.; MENON, M.U. Produtividade de canaviais no município de Morretes (PR). **Ambiência**. V. 8; n 1. 2012. P 13 – 21.

VALERIANO, M.M. & ALBUQUERQUE, P.C.G. **TOPODATA: Processamento dos dados SRTM**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos: INPE, 2010. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/index.php>. Acesso em: 23 junho de 2012.

VALERIANO, M.M. Topodata: **Guia de utilização de dados geomorfométricos locais**. São José dos Campos: INPE, 2008. 44p.

VELOSO, H.P. & GOES FILHO, L. **Fitogeografia Brasileira**; classificação fisionômica ecológica. Ecologia de Vegetação Neotropical. Bol. Tec. do Proj. Radambrasil, Serie vegetação, v.1, p. 1-80. 1982.

WANG, D.; LAFFAN, S.W.; LIU, Y.; WU, L. Morphometric characterization of landform from DEMs. **Intern. Journal of Geographical Information Science**, v.24, p.305- 326, 2010.

## ANEXOS

## ANEXO A. QUESTIONÁRIO SEMI-ESTRUTURADO.

## Levantamento da agricultura canavieira

Nome do Produtor			Apelido		CPF
Telefone	Celular	E-mail		Data	
Atividade profissional				Escolaridade	
Renda Familiar					
( ) < 1 s. mínimo ( ) 1 a 2 s. mínimo ( ) 3 a 4 s. mínimo ( ) 5 a 6 s. mínimo ( ) 7 a 8 s. mínimo ( ) > 8 s. mínimo					
Nº de Interantes da família (Parentesco, idade e escolaridade)					
N de funcionários		Especificar se permanente ou temporário			

Nome da propriedade			
Endereço			
Estrutura Fundiária (Proprietário, Arrendatário, Comodatário, Usufruário, Possessor, outros)			
Área total do imóvel	Área com culturas	Área de Pastagem	Área de Mata
Valor da propriedade		Recursos Hídricos (nascente, rio, riacho, lago natural, poço, açude, outros)	
Condição de acesso (Asfalto-bom, asfalto-ruim, terra-bom, terra-ruim)			

[illegible]

CULTIVO DA CANA-DE-AÇÚCAR			
Tempo do Canavial (Ciclo)		Plantio ( ) Cova ( ) Sulco	
Capina (Se realiza, qual a frequência)			
Produtividade			
Forma de venda ( ) feixe ( ) tonelada ( ) _____	Preço atual R\$	Qualidade ( ) Boa ( ) Regular ( ) ruim	Forma de Pagamento

[illegible]

Roteiro para a entrevista:

Histórico da Propriedade e do proprietário (há quanto tempo tem a propriedade, quais as principais mudanças neste período, como é a administração, tomada de decisões?)

Como é feita a comercialização?(Para quem/ por quanto/ quando)

Como é o sistema de cultivo utilizado?

É realizado a transformação da produção vegetal na propriedade? Quais? (produto, quantidade, unidade, preço médio de venda, insumo utilizado, quantidade, custo)

Quais as instalações e benfeitorias existentes?

Quais as máquinas e equipamentos são utilizados?

Como vê as perspectivas da propriedade nos próximos anos?

Tem outras formas de Renda? (Artesanatos, prestação de serviços, agroindústria, extrativismo)

Quais as cultura para autoconsumo?

Utiliza insumos agrícolas? (tipo, destinação, quantidade, custo médio)

Como faz o tratamento do esgoto?

Como cuida do lixo?

De onde vem a água que usa? Como trata?

Pertence a alguma instituição? (sindicato, cooperativa, associação, igreja)

Como percebe o turismo?

## **ANEXO B. DESCRIÇÃO DOS PERFIS E CARACTERIZAÇÃO ANALÍTICA**

### **DESCRIÇÃO DO PERFIL 1**

PERFIL: P1-CYbd

DATA – 24/09/2012

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO FLÚVICO Tb Distrófico típico.

LOCALIZAÇÃO: Estrada Catimbau, Barra Grande, Paraty – RJ; na margem direita no sentido Angra dos Reis/Paraty.

COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 23 K 529932,128(S) 7446226,506(O), datum SIRGAS 2000.

SITUAÇÃO E DECLIVE: Baixada, cultivada com cana-de-açúcar, com declive 3%.

ALTITUDE: 5 m.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Depósito Colúvio-Aluvionar.

PERÍODO: Quaternário.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Sedimentos colúvio-aluvionar.

PEDREGOSIDADE: Ausente.

ROCHOSIDADE: Ausente.

RELEVO LOCAL: Plano.

RELEVO REGIONAL: Forte ondulado a montanhoso.

EROSÃO: Ligeira.

DRENAGEM: Imperfeitamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Transição entre floresta tropical subperenifólia e higrófila de várzea.

USO ATUAL: Cultivo de cana-de-açúcar.

CLIMA: Tipo Af, tropical superúmido, sem estação seca, segundo Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Giovane Leal de Souza Silva, João Flávio Costa dos Santos, Lucia Helena Cunha dos Anjos, Michele Menezes.

### **DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

Ap – 0 – 12 cm; bruno escuro (10YR 3/3, cor úmida), bruno claro acinzentado (10YR 6/3, cor seca); franco argilo arenosa; granular, fraca, pequeno e blocos subangulares, moderada, pequeno/médio; ligeiramente duro, muito friável; ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; transição plana e abrupta.

C1 – 12 - 21 cm; bruno (10YR 4/3, cor úmida), mosqueado bruno acinzentado (10YR 5/2), comum, pequeno, difuso e bruno avermelhado (5YR 4/4), comum, pequeno, proeminente; franco arenosa; granular, fraca, pequena; ligeiramente duro; friável; ligeiramente plástico, não pegajoso; transição plana e abrupta.

Ab – 21 – 29(27 – 32) cm; bruno acinzentado escuro (10YR 4/2, cor úmida), mosqueados bruno avermelhado (5YR 4/4) comum, média, proeminente e bruno acinzentado (10YR 5/2), pouco, médio, difuso; franco argilo arenosa; blocos subangulares, fraca, pequena; ligeiramente duro; friável; ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; transição ondulada e clara.

C1b – 29 – 55 cm; bruno (10YR 5/3, cor úmida), mosqueado bruno forte (7,5YR 5/6) comum, pequenos, proeminente e bruno oliváceo (2,5YR 3,5/4), comum, pequeno, distinto; argilo siltosa; maciça; duro; friável; plástico, pegajoso; transição plana e clara.

C2b – 55 – 70+ cm; bruno (10YR 5/3, cor úmida), mosqueado cinzento avermelhado escuro (5YR 4/2), pouco, difuso e vermelho amarelado (5YR 4/6), comum, distinto; franco argilo arenosa; maciça; duro; friável; ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso.

Observações –

Raízes: muito abundantes no horizonte A, sendo estas finas e bem distribuídas, no horizonte C1 poucas e finas, no Horizonte Ab muitas raízes médias/finas, no horizonte C1b poucas raízes médias, e no horizonte C2b as raízes são raras e finas quando presentes.

Horiz.	Prof (cm)	Calhaus e cascalho	TFSA	Areia g.kg <sup>-1</sup>	Silte	Areia	Argila Natural	GF (%)	Si/Ar	D.S. g.cm <sup>-3</sup>	DP	VTP (%)
Ap	0 - 12	10	990	707	157	136	61	55	1,15	1,26	2,47	49
C1	12 - 21	10	990	703	167	130	40	69	1,28	1,31	2,47	47
Ab	21-29 (27-32)	9	991	603	228	169	35	79	1,35	1,16	2,44	52
C1b	29 - 55	1	999	528	225	247	127	49	0,91			
C2b	55 - 70+	17	983	587	157	256	163	36	0,61			
Horiz.	P mg. kg <sup>-1</sup>	K mg. kg <sup>-1</sup>	pH (1:2,5) Água	Ca <sup>+2</sup> KCl	Ca <sup>+2</sup> Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup> Na <sup>+</sup>	S cml.c. kg <sup>-1</sup>	T	Al <sup>3+</sup> H + Al	m (%)	V	C.org. g.kg <sup>-1</sup>
Ap	12	17	5,3	4,2	1,2	0,4	0,02	1,7	0,5	4,5	23	15
C1	13	17	5,2	4,2	1,2	0,5	0,02	1,8	0,5	4,3	22	15
Ab	13	26	5,2	4,2	1,8	0,8	0,02	2,7	0,5	6,0	16	25
C1b	15	7	4,9	4,0	0,4	0,3	0,01	0,7	1,1	5,0	60	12
C2b	15	5	4,6	4,1	0,3	0,2	0,01	0,5	1,1	4,5	68	10

Horiz.= horizonte; Prof.= profundidade; TFSA= terra fina seca ao ar; GF= grau de flocculação; Si/Ar= relação silte/argila; D.S.= densidade do solo; D.P.= densidade de partículas; VTP= volume total de poros; S= soma de bases; Ac. Ext.= acidez extraível; Valor T= capacidade de troca de cátions a pH 7,0 em cml.c.dm<sup>-3</sup>; V= saturação de bases; m= saturação por alumínio; C.org.= carbono orgânico.

### Amostras de fertilidade

Perfil	Amostra	Prof. (cm)	MO g.kg <sup>-1</sup>	pH (1:2,5) Água	Ca <sup>+2</sup> KCl	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup> cml.c. kg <sup>-1</sup>	S	T	Al <sup>3+</sup> (%)	H + Al	M	V	P	K
1	1	0 - 10	38,10	4,9	4,3	1,5	0,6	0,03	2,3	7,86	0,5	5,6	18	29	10
	2	10 - 20	31,55	5,0	4,4	1,6	0,7	0,03	2,4	7,23	0,3	4,8	11	34	10

Prof.= profundidade; MO= matéria orgânica; S= soma de bases; Ac. Ext.= acidez extraível; Valor T= capacidade de troca de cátions a pH 7,0 em cml.c.dm<sup>-3</sup>; V= saturação de bases; m= saturação por alumínio.

## DESCRIÇÃO DO PERFIL 2

PERFIL: P2-LAd

DATA – 24/09/12

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO AMARELO Distrófico argissólico.

LOCALIZAÇÃO: Sítio Santo Antônio, Corumbê, Paraty, RJ.

COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 23 K 530725,799(S) 7437700,499(O), datum SIRGAS 2000.

SITUAÇÃO E DECLIVE: Perfil descrito e coletado em corte de barranco de beira de estrada, em terço médio de encosta.

ALTITUDE: 42m

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Granitoide Tardi-tectônicos, Suíte Getulândia (Granito Parati).

PERÍODO: Cambriano (Brasiliano III).

MATERIAL ORIGINÁRIO: Sedimento coluviais.

PEDREGOSIDADE: Ausente.

ROCHOSIDADE: Ligeiramente rochosa.

RELEVO LOCAL: Forte ondulado.

RELEVO REGIONAL: Forte ondulado/ montanhoso.

EROSÃO: Forte

DRENAGEM: Acentuadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta tropical subperenifólia.

USO ATUAL: Cultivo de cana-de-açúcar.

CLIMA: tipo Af, tropical superúmido, sem estação seca, segundo Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Giovane Leal de Souza Silva, João Flávio Costa dos Santos, Lucia Helena Cunha dos Anjos, Michele Menezes.

## DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap – 0 - 7 cm; bruno escuro (10YR 3/3, cor úmida), bruno claro acinzentado (10YR 6/3, cor seca); franco arenosa; granular, moderada, pequena e média; ligeiramente duro; muito friável; plástica, ligeiramente pegajosa; transição clara e plana;

A – 7 – 26 cm; bruno amarelado (10YR 3/4, cor úmida, 10YR 5/4, cor seca); franco argilo arenosa; granular, fraca, pequena e blocos subangulares, fraca, média; ligeiramente duro; muito friável; ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição clara e plana;

BA – 26 – 37 cm; bruno forte (7,5YR 5/6, cor úmida); argilo arenosa; blocos subangulares, moderada, média; duro; muito friável; plástica, pegajosa; transição gradual e plana;

Bw1 – 37 – 61 cm; bruno forte (7,5YR 5/7, cor úmida); argilo arenosa; blocos subangulares, moderada, média; duro; muito friável; plástica, pegajosa; transição difusa e plana;

Bw2 – 61 – 97 cm; amarelo avermelhado (7,5YR 6/8, cor úmida); argilosa; blocos subangulares, moderada, médio; ligeiramente duro; muito friável; muito plástica, pegajosa; transição difusa e plana;

Bw3 – 97 – 150+ cm; bruno forte (7,5YR 5/8, cor úmida); argilosa; blocos subangulares que se desfazem em granular média e pequena; ligeiramente duro; friável; muito plástica, pegajosa.

**Observações** – Raízes abundantes, fasciculadas e finas no horizonte Ap, muitas e médias no horizonte A, no horizonte BA elas são poucas finas/médias e no seguintes horizontes são finas e raras. No horizonte BA é observado intensa atividade biológica



Horiz.	Prof. (cm)	Calhaus e cascalho	TFSA	Areia g.kg <sup>-1</sup>	Areia	Silte	Areia	GF (%)	Si/Ar	D.S. g.cm <sup>-3</sup>	DP g.cm <sup>-3</sup>	VTP (%)
Ap	0 - 7	31	969	430	197	373	276	26	0,53	1,00	2,5	60
A	7 - 26	32	968	505	158	337	229	32	0,47	1,15	2,53	55
BA	26 - 37	26	974	435	145	420	349	17	0,35	1,31	2,53	48
Bw1	37 - 61	42	959	372	134	494	11	98	0,27	1,36	2,56	47
Bw2	61 - 97	18	982	374	98	528	1	100	0,19			
Bw3	97 - 150+	37	963	390	99	511	3	99	0,19			

Horiz.	P	K	pH (1:2,5)	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	S	T	Al <sup>3+</sup>	H + Al	m	V	C.org. g.kg <sup>-1</sup>
Ap	2	57	4,8	0,3	0,4	0,02	0,9	6,8	1,1	5,9	56	13	20,80
A	2	41	4,8	0,4	0,6	0,03	1,1	7,9	1,4	6,8	55	14	21,40
BA	1	10	4,7	0,0	0,1	0,01	0,1	4,1	1,2	4,0	90	3	10,60
Bw1	1	7	4,7	0,0	0,1	0,01	0,1	3,1	0,9	3,0	88	4	7,30
Bw2	1	3	4,6	0,0	0,1	0,01	0,1	3,3	0,6	3,2	84	4	5,10
Bw3	2	3	4,7	0,0	0,0	0,01	0,0	2,6	0,4	2,6	96	1	3,90

Horiz.= horizonte; Prof.= profundidade; TFSA= terra fina seca ao ar; GF= grau de flocculação; Si/Ar= relação silte/argila; D.S. = densidade do solo; D.P.= densidade de partículas; VTP= volume total de poros; S= soma de bases; Ac. Ext.= acidez extraível; Valor T= capacidade de troca de cátions a pH 7,0 em cm<sup>3</sup>.dm<sup>-3</sup>; V= saturação de bases; m= saturação por alumínio; C.org.= carbono orgânico.

## Amostras de fertilidade

Perfil	Amostra	Prof. (cm)	MO g.kg <sup>-1</sup>	pH (1:2,5)	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	S	T	Al <sup>3+</sup>	H + Al	m	V	P	K
				Água	KCl			cm <sup>3</sup> .kg <sup>-1</sup>				(%)		mg.kg <sup>-1</sup>	
2	1	0 - 10	32,58	4,7	4,0	0,2	0,03	0,5	6,3	1,3	5,8	71	8	2	41
	2	10 - 20	26,38	4,6	4,1	0,1	0,02	0,3	5,5	1,2	5,2	81	5	1	24

Prof.= profundidade; MO= matéria orgânica; S= soma de bases; Ac. Ext.= acidez extraível; Valor T= capacidade de troca de cátions a pH 7,0 em cm<sup>3</sup>.dm<sup>-3</sup>; V= saturação de bases; m= saturação por alumínio.

### DESCRIÇÃO DO PERFIL 3

PERFIL: P3-PAd

DATA – 25/09/2012

CLASSIFICAÇÃO: ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico.

LOCALIZAÇÃO: Fazenda Cabral, estrada do Cabral, Cabral, Paraty, RJ.

COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 23 K 530205,695(S) 7426653,444(O), datum SIRGAS 2000.

SITUAÇÃO E DECLIVE: Perfil descrito e coletado em trincheira.

ALTITUDE: 71 m.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Granitóides pré a sincolisionais precoce, Complexo Rio Negro.

PERÍODO: Neoproterozoico (Brasiliano II).

MATERIAL ORIGINÁRIO: sedimento coluvial.

PEDREGOSIDADE: não pedregosa.

ROCHOSIDADE: não rochosa.

RELEVO LOCAL: ondulado.

RELEVO REGIONAL: forte ondulado.

EROSÃO: forte.

DRENAGEM: bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: floresta tropical subperenifólia.

USO ATUAL: cana-de-açúcar, área em repouso por 2 anos.

CLIMA: tipo Af, tropical superúmido, sem estação seca, segundo Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Giovane Leal de Souza Silva, João Flávio Costa dos Santos, Lucia Helena Cunha dos Anjos, Michele Menezes.

### DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap – 0 – 9 cm; bruno acinzentado (10YR 5/2, cor seca), bruno acinzentado escuro (10YR 4/2, cor úmida); franco argilo arenosa; granular, fraca, pequeno e blocos subangulares, fraca, pequeno; ligeiramente duro; muito friável; ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; transição clara plana;

BA – 9 – 31 cm; bruno oliváceo claro (10YR 5/4, cor úmida), mosqueado bruno acinzentado (10YR 5/2), pouco, pequeno, difuso; franco argilo arenoso; blocos subangulares, fraca, pequeno e médio, com aspecto de maciça; ligeiramente duro; friável; ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana;

Bt1 – 31 – 47 cm; bruno oliváceo claro (10YR 5/6, cor úmida); argilo arenosa; blocos subangulares, moderado, médio; ligeiramente duro; friável; plástico, ligeiramente pegajoso; transição gradual plana;

Bt2 – 47 – 79 cm; bruno oliváceo claro (10YR 5/6, cor úmida); argilosa; blocos subangulares e angulares, moderado, pequeno e médio; ligeiramente duro; friável; plástico; ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana;

Bt3 – 79 – 95 cm; bruno forte (7,5YR 5/6, cor úmida); argilosa; blocos subangulares, pequeno, médio; ligeiramente duro; friável; ligeiramente plástico; pegajoso; transição clara e plana;

BC – 95 – 112+ cm; bruno forte (7,5YR 5/8); argilosa; blocos subangulares, fraco,

**Observações** – No horizonte Ap tem-se raízes comuns e médias, no horizonte BA poucas raízes finas e nos horizontes restantes as raízes são raras e finas.

Horiz.	Prof. (cm)	Cal e Cas.	TFSA	Areia g.kg <sup>-1</sup>	Areia	Silte	Areia	GF (%)	Si/Ar	D.S. g.cm <sup>-3</sup>	D.P. g.cm <sup>-3</sup>	VTP (%)
Ap	0 – 9	5	995	728	90	182	152	16	0,49	1,36	2,53	46
BA	09 – 31	7	993	596	84	320	277	13	0,26	1,56	2,5	38
Bt1	31 – 47	5	995	574	65	361	28	92	0,18	1,68	2,6	35
Bt2	47 – 79	7	993	536	67	397	2	99	0,17			
Bt3	79 – 95	7	993	510	67	423	1	100	0,16			
BC	95 – 112+	69	931	487	75	438	1	100	0,17			

Horiz.	P mg. kg <sup>-1</sup>	K mg. kg <sup>-1</sup>	pH (1:2,5) Água	KCl	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	S	T	Al <sup>3+</sup>	H + Al	m	V (%)	C.org. g. kg <sup>-1</sup>
Ap	1	43	4,8	4,1	0,2	0,2	0,02	0,5	3,5	0,7	3,0	57	15	12,10
BA	1	10	4,7	4,0	0,1	0,1	0,02	0,2	3,3	1,3	3,0	84	8	6,00
Bt1	1	5	4,7	4,0	0,1	0,0	0,01	0,1	2,9	1,2	2,8	91	4	4,30
Bt2	1	3	4,6	4,0	0,0	0,0	0,01	0,0	2,7	1,2	2,7	99	1	3,50
Bt3	1	5	4,9	4,0	0,0	0,0	0,01	0,0	2,7	1,3	2,7	98	1	3,50
BC	1	7	4,8	4,0	0,0	0,0	0,02	0,0	3,9	1,2	3,9	97	1	3,50

Horiz.= horizonte; Prof.= profundidade; TFSA= terra fina seca ao ar; GF= grau de flocculação; Si/Ar= relação silte/argila; D.S. = densidade do solo; D.P.= densidade de partículas; VTP= volume total de poros; S= soma de bases; Ac. Ext.= acidez extraível; Valor T= capacidade de troca de cátions a pH 7,0 em cm<sup>3</sup>.dm<sup>-3</sup>; V= saturação de bases; m= saturação por alumínio; C.org.= carbono orgânico.

### Amostras de fertilidade

Perfil	Amostra	Prof. (cm)	MO g.kg <sup>-1</sup>	pH (1:2,5) Água	KCl	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	S	T	Al <sup>3+</sup>	H + Al	m	V (%)	P mg. kg <sup>-1</sup>	K mg. kg <sup>-1</sup>
3	1	0 – 10	28,45	4,8	4,0	0,3	0,3	0,02	0,7	5,2	1,0	4,5	59	13	2	24
	2	10 – 20	21,72	4,8	4,1	0,2	0,2	0,02	0,5	4,0	1,0	3,5	69	11	1	12

Prof.= profundidade; MO= matéria orgânica; S= soma de bases; Ac. Ext.= acidez extraível; Valor T= capacidade de troca de cátions a pH 7,0 em cm<sup>3</sup>.dm<sup>-3</sup>; V= saturação de bases; m= saturação por alumínio.

## DESCRIÇÃO DO PERFIL 4

PERFIL: P4-LAd

DATA – 25/09/2012

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico.

LOCALIZAÇÃO: Sítio Pedra Branca, Estrada Pedra Branca, Ponte Branca, Paraty-RJ.

COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 23 K 523882,032(S) 7432465,130(O), datum SIRGAS 2000.

SITUAÇÃO E DECLIVE: O perfil se encontra em terço médio da encosta, foi descrito em corte de estrada sob vegetação de pastagem de braquiária.

ALTITUDE: 88 m.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Granitóide tardi-tectônicos, Suíte Getulânia (Granito Parati).

PERÍODO: Cambriano (Brasiliano III).

MATERIAL ORIGINÁRIO: Sedimento coluvionar.

PEDREGOSIDADE: ausente.

ROCHOSIDADE: ausente.

RELEVO LOCAL: forte ondulado.

RELEVO REGIONAL: forte ondulado a montanhoso.

EROSÃO: forte.

DRENAGEM: acentuadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: floresta tropical subcaducifólia.

USO ATUAL: pastagem de braquiária.

CLIMA: tipo Cfa, mesotérmico úmido sem estação seca, com verão quente, segundo Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Giovane Leal de Souza Silva, João Flávio Costa dos Santos, Lucia Helena Cunha dos Anjos, Michele Menezes.

## DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- Ap – 0 – 12 cm; bruno amarelado (10YR 5/4, cor seca), bruno escuro (10YR 3/3, cor úmida); argilosa; blocos subangulares, moderado, pequenos e granular, moderado, pequeno e médio; ligeiramente duro; muito friável; plástica, ligeiramente pegajoso; transição clara e plana;
- BA – 12 – 27 cm; bruno amarelado escuro (10YR 4/6, cor úmida); muito argilosa; blocos subangulares, moderado, pequeno e médio; cerosidade fraca e pouco; ligeiramente duro; muito friável; plástica, pegajoso; transição gradual e plana;
- Bw1 – 27 – 58(53-64) cm; bruno forte (7,5YR 4/6, cor úmida); muito argilosa; blocos subangulares, forte, médio e grande; cerosidade fraca, comum/abundante; duro; friável; ligeiramente plástica, pegajoso; transição gradual ondulada;
- Bw2 – 58 – 82(79-85) cm; bruno forte (7,5YR 5/6, cor úmida); muito argilosa; blocos subangulares, forte, médio e grande; cerosidade fraca e comum; duro; friável; ligeiramente plástico, pegajoso; transição gradual ondulada;
- BC – 82 – 113+ cm; vermelho amarelado (5YR 5/6, cor úmida); muito argilosa; blocos subangulares, moderado, pequeno e médio; cerosidade fraca, comum; duro; friável; ligeiramente plástico, pegajoso.

**Raízes** – horizonte Ap apresenta muitas raízes finas e os seguintes horizontes poucas raízes finas.

**Observações:** Horizonte BC apresenta mosqueado devido presença de minerais primários.

Cascalhos e calhaus são constituídos por fragmentos de quartzo arestados e suba arredondados e concreções ferruginosas e ferroargilosa, com presença de ilmenita, principalmente nos horizontes Bw2 e BC.

Horiz.	Prof (cm)	Calhaus e cascalho	TFSA	Areia g.kg <sup>-1</sup>	Areia	Silte	Areia	GF (%)	Si/Ar	D.S. g.cm <sup>-3</sup>	D.P. g.cm <sup>-3</sup>	VTP (%)
Ap	0 – 12	20	980	435	244	321	244	24	0,76	1,26	2,56	51
BA	12 – 27	12	987	338	249	413	302	27	0,60	1,40	2,56	45
Bw1	27 – 58 (53-64)	10	990	286	191	523	234	55	0,37	1,30	2,63	51
Bw2	58 – 82 (79-85)	44	956	228	222	550	4	99	0,40			
BC	82 – 113+	42	957	225	329	446	2	100	0,74			

Horiz.	P	K mg. kg <sup>-1</sup>	pH (1:2,5) Água	Ca <sup>+2</sup> KCl	Ca <sup>+2</sup> Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup> Mg <sup>+2</sup>	S cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup>	T	Al <sup>3+</sup> H + Al	m	V (%)	C.org. g.kg <sup>-1</sup>
Ap	2	45	4,7	3,9	0,4	0,2	0,04	0,8	1,2	3,0	61	18,30
BA	1	10	4,8	3,9	0,2	0,1	0,03	0,4	1,8	4,7	83	11,10
Bw1	1	3	4,9	4,0	0,1	0,0	0,02	0,1	1,3	4,5	91	7,30
Bw2	2	3	5,0	4,2	0,0	0,0	0,02	0,0	0,8	4,0	97	6,00
BC	3	3	5,0	4,1	0,0	0,0	0,02	0,0	1,6	3,5	98	4,70

Horiz.= horizonte; Prof.= profundidade; TFSA= terra fina seca ao ar; GF= grau de flocculação; Si/Al= relação silte/argila; D.S.= densidade do solo; D.P.= densidade de partículas; VTP= volume total de poros; S= soma de bases; Ac. Ext.= acidez extraível; Valor T= capacidade de troca de cátions a pH 7,0 em cm<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; V= saturação de bases; m= saturação por alumínio; C.org.= carbono orgânico.

### Amostras de fertilidade

Perfil	Amostra	Prof. (cm)	MO g.kg <sup>-1</sup>	pH (1:2,5) Água	Ca <sup>+2</sup> KCl	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup> cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup>	S	T	Al <sup>3+</sup> H + Al	m	V (%)	P mg.kg <sup>-1</sup>	K mg.kg <sup>-1</sup>
4	1	0 – 10	28,45	4,9	4,0	0,4	0,03	0,7	5,4	1,2	63	13	1	26
	2	10 – 20	35,86	4,8	4,0	0,6	0,04	1,3	6,9	1,1	5,6	47	18	2 48

Prof.= profundidade; MO= matéria orgânica; S= soma de bases; Ac. Ext.= acidez extraível; Valor T= capacidade de troca de cátions a pH 7,0 em cm<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; V= saturação de bases; m= saturação por alumínio.

## DESCRIÇÃO DO PERFIL 5

PERFIL: P5-CXbd

DATA – 25/10/2012

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico.

LOCALIZAÇÃO: Sítio Conceição, estrada do corisquinho, corisco, Paraty-RJ.

COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 23 K 524658,966(S) 7428741,313(O), datum SIRGAS 2000.

SITUAÇÃO E DECLIVE: Perfil descrito e coletado em trincheira em terço médio de encosta sob cultivo de cana-de-açúcar.

ALTITUDE: 59 m.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Granitóide tardi-tectônicos, Suíte Getulândia (Granito Parati).

PERÍODO: Cambriano (Brasiliano III).

MATERIAL ORIGINÁRIO: Alteração do material supracitado.

PEDREGOSIDADE: ligeiramente pedregosa.

ROCHOSIDADE: rochosa.

RELEVO LOCAL: forte ondulado.

RELEVO REGIONAL: forte ondulado a montanhoso.

EROSÃO: moderada.

DRENAGEM: bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: floresta tropical subperenifólia.

USO ATUAL: cultivo de cana-de-açúcar.

CLIMA: tipo Cfa, mesotérmico úmido sem estação seca, com verão quente.

DESCRITO E COLETADO POR: Giovane Leal de Souza Silva, João Flávio Costa dos Santos, Lucia Helena Cunha dos Anjos, Michele Menezes.

## DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap – 0 – 11 cm; bruno amarelado claro (10YR 6/4, cor seca), bruno acinzentado escuro (10YR 4/2, cor úmida), argilo arenosa; granular, fraca, pequena; ligeiramente duro; muito friável; ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana;

AB – 11 – 21 cm; bruno (10YR 4/3, cor úmida); mosqueado bruno amarelado (10YR 5/6), franco argilo arenosa; aspecto maciço com blocos subangulares, fraca, pequena; ligeiramente duro; muito friável; ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; transição clara e plana;

Bi – 21 – 42 cm; bruno amarelado (10YR 5/6, cor úmida), argilo arenosa; blocos subangulares, fraca, pequeno e médio; ligeiramente duro; friável; ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana;

BC – 42 – 57+ cm; bruno amarelado (10YR 5/6, cor úmida); argilo arenoso; maciça; ligeiramente duro; friável; ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso.

**Raízes** – Os horizontes Ap e AB apresentam poucas raízes finas e média, os horizontes Bi e BC apresenta raízes raras e finas.

Observações:

O 1º horizonte apresenta aspecto coeso, provavelmente devido à compactação.

O horizonte AB tem presença de mosqueados difuso.

Fração cascalho constituída predominantemente por grãos de quartzo arestados e sub-arredondados com concreções ferruginosas e fragmentos do material de origem em mais de 6%.

Horiz.	Prof (cm)	Calhaus e cascalho	TFSA	Areia g.kg <sup>-1</sup>	Areia	Silte	Areia	GF (%)	Si/Ar	D.S. g.cm <sup>-3</sup>	D.P.	VTP (%)
Ap	0 – 11	61	939	535	185	280	214	24	0,66	1,56	2,5	38
AB	11 – 21	30	970	552	159	289	251	13	0,55	1,59	2,53	37
Bi	21 – 42	33	967	529	129	342	162	53	0,38	1,52	2,53	40
BC	42 – 57+	31	969	510	116	374	68	82	0,31			

Horiz.	P	K	pH (1:2,5) Água	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	S	T	Al <sup>3+</sup>	H + Al	m	V	C.org. g.kg <sup>-1</sup>
Ap	2	29	5,2	0,4	0,2	0,02	0,7	4,2	0,7	3,5	50	17	12,10
AB	1	12	5,0	0,2	0,1	0,02	0,4	3,9	1,0	3,5	74	9	8,70
Bi	1	7	4,9	0,1	0,0	0,01	0,1	2,9	0,9	2,8	88	4	6,40
BC	1	7	4,8	0,1	0,0	0,01	0,1	2,8	0,9	2,7	88	5	5,10

Horiz.= horizonte; Prof.= profundidade; TFSA= terra fina seca ao ar; GF= grau de flocculação; Si/Ar= relação silte/argila; D.S.= densidade do solo; D.P.= densidade de partículas; VTP= volume total de poros; S= soma de bases; Ac. Ext.= acidez extraível; Valor T= capacidade de troca de cátions a pH 7,0 em cm<sup>3</sup>.dm<sup>-3</sup>; V= saturação de bases; m= saturação por alumínio; C.org.= carbono orgânico.

### Amostras de fertilidade

Perfil	Amostra	Prof. (cm)	MO g.kg <sup>-1</sup>	pH (1:2,5) Água	-----			S cml.c. kg <sup>-1</sup>	T	Al <sup>3+</sup>	H + Al	-----				
					Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>					m	V	P	K	
5	1	0 – 10	18,27	4,8	4,1	0,7	0,2	0,03	1,0	4,7	0,8	3,7	45	21	1	24
	2	10 – 20	18,27	4,8	4,0	0,4	0,2	0,02	0,7	4,2	0,8	3,5	54	16	1	26

Prof.= profundidade; MO= matéria orgânica; S= soma de bases; Ac. Ext.= acidez extraível; Valor T= capacidade de troca de cátions a pH 7,0 em cm<sup>3</sup>.dm<sup>-3</sup>; V= saturação de bases; m= saturação por alumínio.

## DESCRIÇÃO DO PERFIL 6

PERFIL: P6-CXbd

DATA – 25/09/2012

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico.

LOCALIZAÇÃO: Sítio Bela Vista, estrada do coriscão, corisco, Paraty-RJ.

COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 23 K 523078,256(S) 7429559,180(O), datum SIRGAS 2000.

SITUAÇÃO E DECLIVE: Perfil descrito e coletado em trincheira sub cultivo de cana-de-açúcar, em terço médio de encosta em declive de 18%.

ALTITUDE: 42 m.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Granitóide tardi-tectônicos, Suíte Getulândia (Granito Parati).

PERÍODO: Cambriano (Brasiliano III).

MATERIAL ORIGINÁRIO: Alteração do material supracitado.

PEDREGOSIDADE: ligeiramente pedregosa.

ROCHOSIDADE: moderadamente rochosa a rochosa.

RELEVO LOCAL: ondulado.

RELEVO REGIONAL: forte ondulado a montanhoso.

EROSÃO: forte.

DRENAGEM: moderadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: floresta tropical subperenifólia.

USO ATUAL: cana-de-açúcar.

CLIMA: tipo Cfa, mesotérmico úmido sem estação seca, com verão quente.

DESCRITO E COLETADO POR: Giovane Leal de Souza Silva, João Flávio Costa dos Santos, Lucia Helena Cunha dos Anjos, Michele Menezes.

## DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap – 0 – 11 cm; bruno (10YR 5/3, cor seca), bruno acinzentado escuro (10YR 4/2, cor úmida); argilo arenosa; granular, moderado, pequeno e médio; ligeiramente duro; muito friável; plástica, ligeiramente pegajoso; transição plana e clara;

BA – 11 – 25 cm; bruno acinzentado (10YR 5/2, cor úmida), mosqueado bruno forte (7,5YR 5/6), pouco, distinto ocorrendo ao longo do entorno do sistema radicular; argilo arenoso; blocos subangulares, fraco; ligeiramente duro; friável; plástica, ligeiramente pegajoso; transição plana e clara;

Bi1 – 25 – 42 cm; bruno (7,5YR 5/5, cor úmida); argilosa; aspecto maciço com fraca em blocos subangulares, fraca; ligeiramente duro; friável; plástico, ligeiramente pegajoso; transição plana e difusa;

Bi2 – 42 – 65+ cm; bruno forte (7,5YR 5/6, cor úmida); argilosa; aspecto maciço com fraca em blocos subangulares, fraca; ligeiramente duro; friável; plástica, pegajoso.

**Raízes** – raízes comuns e finas no horizonte Ap, poucas e finas em BA e Bi1, e raras e finas em Bi2.



Horiz.	Prof. (cm)	Calhaus e cascalho	TFSA	Areia g.kg <sup>-1</sup>	Areia	Silte	Areia	GF (%)	Si/Ar	D.S. g.cm <sup>-3</sup>	D.P.	VTP (%)
Ap	0-11	20	980	545	171	284	203	29	0,60	1,35	2,56	47
BA	11-25	16	984	497	126	377	321	15	0,33	1,35	2,60	48
Bi1	25-42	21	979	438	118	444	20	95	0,27	1,36	2,60	48
Bi2	42-65+	10	990	469	131	400	22	95	0,33			

Horiz.	P mg.kg <sup>-1</sup>	K	pH (1:2,5) Água	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	S.B cmolc.kg <sup>-1</sup>	T	Al <sup>3+</sup>	H + Al	m	V (%)	C.org. g.kg <sup>-1</sup>
Ap	4	64	5,1	1,7	0,6	0,02	2,5	7,3	0,2	4,8	7	34	15,90
BA	3	12	5,0	0,5	0,3	0,01	0,8	3,6	0,1	2,8	11	23	8,20
Bi1	4	7	5,3	0,4	0,2	0,04	0,7	3,5	0,1	2,8	13	19	6,40
Bi2	3	5	5,1	0,2	0,1	0,03	0,3	3,4	0,3	3,1	47	10	6,40

Horiz.= horizonte; Prof.= profundidade; TFSA= terra fina seca ao ar; GF= grau de flocculação; Si/Ar= relação silte/argila; D.S.= densidade do solo; D.P.= densidade de partículas; VTP= volume total de poros; S= soma de bases; Ac. Ext.= acidez extraível; Valor T= capacidade de troca de cátions a pH 7,0 em cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; V= saturação de bases; m= saturação por alumínio; C.org.= carbono orgânico.

### Amostras de fertilidade

Perfil	Amostra	Prof. (cm)	MO g.kg <sup>-1</sup>	pH (1:2,5) Água	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	S cmolc.kg <sup>-1</sup>	T	Al <sup>3+</sup>	H + Al	m	V (%)	P mg.kg <sup>-1</sup>	K
6	1	0-10	24,48	4,8	4,2	0,5	0,2	0,03	0,8	6,2	0,7	5,4	46	13	3
	2	10-20	22,76	4,8	4,2	0,4	0,2	0,02	0,7	5,7	0,7	5,0	51	12	2

Prof.= profundidade; MO= matéria orgânica; S= soma de bases; Ac. Ext.= acidez extraível; Valor T= capacidade de troca de cátions a pH 7,0 em cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; V= saturação de bases; m= saturação por alumínio.

## DESCRIÇÃO DO PERFIL 7

PERFIL: P7-PAd

DATA – 02/10/2012

CLASSIFICAÇÃO: ARGISSOLO AMARELO Distróficos típicos.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO E ESTADO: Sítio Nossa Senhora da Penha, Penha, Paraty, RJ.

COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 23 K 520363,828(S) 7432886,782(O), datum SIRGAS 2000.

SITUAÇÃO E DECLIVE: descrito e amostrado em corte de estrada, em declive de 25% de declive.

ALTITUDE: 281 m.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Granitóide tardi-tectônicos, Suíte Getulândia (Granito Parati).

PERÍODO: Cambriano (Brasiliano III).

MATERIAL ORIGINÁRIO: Alteração do material supracitado.

PEDREGOSIDADE: ligeiramente pedregosas.

ROCHOSIDADE: moderadamente rochosa a rochosa.

RELEVO LOCAL: forte ondulado.

RELEVO REGIONAL: forte ondulado e montanhoso.

EROSÃO: moderada.

DRENAGEM: acentuadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: floresta tropical subcaducifólia.

USO ATUAL: Cana-de-açúcar, milho e mandioca.

CLIMA: Tipo Cfa, mesotérmico úmido sem estação seca, com verão quente.

DESCRITO E COLETADO POR: Giovane Leal de Souza Silva.

## DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap – 0 - 7 cm; bruno acinzentado escuro (10YR 4/2, cor úmida); franco arenosa; granular, fraca, pequena e média, apresenta grãos simples; ligeiramente duro; muito friável; ligeiramente plástica, ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.

A – 7 – 20 cm; bruno (10YR 4/3, cor úmida); franco argilo arenosa; blocos subangulares, fraca/moderada, pequena e média, que se desfaz em granular, moderada, pequena e média; ligeiramente duro; muito friável; ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.

BA – 20 – 35 cm; bruno (7,5YR 5/4, cor úmida), mosqueado bruno escuro (7,5YR 3/4) pouco e escuro entre os agregados; argilosa; blocos subangulares, moderada, pequeno e médio; duro; muito friável; ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição gradual plana.

Bt1 – 35 – 58 cm; bruno forte (7,5YR 5/6, cor úmida); muito argilosa; blocos subangulares, moderada, pequeno e médio; duro; friável; ligeiramente plástica, pegajosa; transição gradual e plana.

Bt2 – 58 – 84 cm; bruno forte (7,5YR 5/8, cor úmida); muito argilosa; blocos subangulares, moderada, pequeno e médio; cerosidade fraca e pouco; duro; friável; ligeiramente plástica, pegajosa; transição difusa e plana.

Bt3 – 84 – 115+ cm; bruno forte (7,5YR 5/8, cor úmida); muito argilosa; blocos subangulares, fraca/moderada, pequeno e médio; cerosidade fraca e pouco; ligeiramente duro; friável; ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa.

**Observações** – No horizonte Ap encontra-se muitas raízes e finas, no horizonte A muitas raízes médias, no horizonte BA as raízes são comuns e médias/finas, nos horizontes seguintes as raízes são poucas e médias/finas.

Horiz.	Prof (cm)	Calhaus e cascalho	TFSA	g.kg <sup>-1</sup>				Areia	Silte	Areia	GF (%)	Si/Ar	D.S.		D.P. g.cm <sup>-3</sup>	VTP (%)	
				Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	S						T	Al <sup>3+</sup>			H + Al
				KCl	pH (1:2,5) Água												
Ap	0 - 7	56	944					753	110	137	102	0,80					
A	7 - 20	101	899					617	193	190	162	1,02					
BA	20 - 35	25	976					443	183	374	310	0,49					
Bt1	35 - 58	19	981					366	180	454	11	0,40					
Bt2	58 - 84	20	980					334	162	504	12	0,32					
Bt3	84 - 115+	48	952					305	142	553	9	0,26					
Horiz.	P mg. kg <sup>-1</sup>	K															
Ap	3	52		4,4	5,1			0,5	0,02	1,8	4,7	0,2	2,9	10	38		13,20
A	2	29		4,1	4,9			0,4	0,02	1,3	4,8	0,4	3,5	24	27		13,20
BA	1	14		4,0	4,8			0,1	0,01	0,4	4,0	1,0	3,6	69	11		8,20
Bt1	1	10		4,0	4,8			0,1	0,02	0,2	3,8	1,3	3,5	84	7		7,30
Bt2	2	12		4,1	4,9			0,0	0,02	0,2	3,6	0,9	3,4	86	4		5,60
Bt3	3	12		4,2	4,9			0,1	0,02	0,5	4,0	0,7	3,6	61	11		4,30

Horiz.= horizonte; Prof.= profundidade; TFSA= terra fina seca ao ar; GF= grau de flocculação; Si/Ar= relação silte/argila; D.S.= densidade do solo; D.P.= densidade de partículas; VTP= volume total de poros; S= soma de bases; Ac. Ext.= acidez extraível; Valor T= capacidade de troca de cátions a pH 7,0 em cm<sup>3</sup>.dm<sup>-3</sup>; V= saturação de bases; m= saturação por alumínio; C.org.= carbono orgânico.

## Amostras de fertilidade

Perfil	Amostra	Prof. (cm)	MO g.kg <sup>-1</sup>	pH (1:2,5)		Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	cm <sup>l</sup> . kg <sup>-1</sup>			H + Al	m	V (%)	P	K mg. kg <sup>-1</sup>
				Água	KCl				S	T	Al <sup>3+</sup>					
7	1	0 – 10	21,72	4,8	4,1	0,9	0,4	0,02	1,5	6,4	0,6	4,9	29	23	2	57
	2	10 – 20	17,41	4,6	4,0	0,4	0,2	0,02	0,7	5,0	0,9	4,3	56	14	1	33

Prof.= profundidade; MO= matéria orgânica; S= soma de bases; Ac. Ext.= acidez extraível; Valor T= capacidade de troca de cátions a pH 7,0 em cm<sup>3</sup>.dm<sup>-3</sup>; V= saturação de bases; m= saturação por alumínio.

**ANEXO C. QUADRO-GUIA PARA REGIÃO DE CLIMA TROPICAL ÚMIDO PELO SISTEMA DE AVALIAÇÃO DA APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS –SAAAT**

Aptidão agrícola			Graus de limitação das condições agrícolas das terras para os níveis de manejo A, B e C para o manejo de cana-de-açúcar em Paraty.												Tipo de utilização indicado		
Grupo	Subgrupo	Classe	Deficiência de Fertilidade			Deficiência de Água			Excesso de Água			Suscetibilidade a Erosão			Impedimentos ao manejo		
			A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	1ABC	Boa	N/L	N/L1	N2	L/M	L/M	L/M	L	L1	N/L1	M	L1	N2	M	L	N
2	2abc	Regular	L/M	L1	L2	M	M	M	M	L/M1	L2	M/F	M1	L2	F	M	L
3	3(abc)	Restrita	M/F	M1	L2/M2	M/F	M/F	M/F	M/F	M1	L2/M2	F*	M1/F1	M2	F/MF	F	M
4	4P	Boa		M		M				F1			F1			F	Pastagem plantada
	4p	Regular		M1/F1		M/F				F1			F1/MF			MF	
	4(p)	Restrita		F1		F				F1			MF			MF	
5	5S	Boa		M/F1		M				L1			F1/MF			F	
	5s	Regular		F1		M/F				L1			F1/MF			MF	Silvicultura e /ou Pastagem natural
	5(s)	Restrita		MF		F				L/M1			MF			MF	
	5N	Boa	M/F			M/F			M/F				MF		MF		
	5n	Regular	F			F			F				MF		MF		
	5(n)	Restrita	MF			MF			F				MF		MF		
		Sem aptidão agrícola															
6	6		-			-			-				-			-	Preservação da flora e da fauna