



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**DIAGNÓSTICO DE ÁREA DEGRADADA COM VOÇ  
OROCAMENTO E PROPOSTA DE REABILI  
TAÇÃO AMBIENTAL DO MORRO SANTA CLARA, VOLT  
A REDONDA/RJ.**

**FRANCISCO JÁCOME GURGEL JÚNIOR**

**Orientador: Prof. Dr. Antônio José Teixeira Guerra**

**Área de Concentração: Planejamento e Ge  
stão Ambiental.**

**RIO DE JANEIRO (RJ) DE  
ZEMBRO/2007**

**DIAGNÓSTICO DE ÁREA DEGRADADA COM VOÇOROCAMENTO E PROPOSTA DE REABILITAÇÃO AMBIENTAL DO MORRO SANTA CLARA, VOLTA REDONDA/RJ.**

**Francisco Jácome Gurgel Júnior**

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro (U.F.R.J.), como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ciências em Geografia (M.Sc.).

**APROVADA:**

---

**Prof. Dr. Antônio José Teixeira Guerra - Orientador**

---

**Prof. Dr. Evaristo de Castro Júnior**

---

**Prof. Dr. Aluísio Granato de Andrade (membro externo)**

**Rio de Janeiro/RJ.**

**Data da defesa: \_\_\_\_/\_\_\_\_ de \_\_\_\_.**

## FICHA CATALOGRÁFICA

**GURGEL JÚNIOR, Francisco Jácome**

**DIAGNÓSTICO DE ÁREA DEGRADADA COM VOÇOROCAMENTO E PROPOSTA DE REABILITAÇÃO AMBIENTAL DO MORRO SANTA CLARA, VOLTA REDONDA/RJ.**

**Francisco Jácome Gurgel Júnior – Rio de Janeiro: UFRJ, 2007. 101 páginas**

**Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro/PPGG, 2007.**

**Bibliografia:**

**Degradação; voçorocas; reabilitação ambiental; revegetação; práticas mecânicas.**

**I. UFRJ/PPGG. II. Diagnóstico de área degradada por voçoroca e proposta de reabilitação ambiental do morro Santa Clara. Estudo de caso: Volta Redonda/RJ.**

**Dedico este trabalho à DEUS, pela influência divina que fortalece, aos meus pais, Francisco Jácome Gurgel e Ivonete Melo Jácome Gurgel o inestimável legado de honestidade, fé e esperança em dias melhores transmitido ao longo de nossa frutífera e prazerosa convivência.**

**Nem o ecologismo nem o economismo. O ecologismo manda conservar a natureza, reservando-a à função de paraíso ambiental. O economismo manda transformar o capital ecológico em consumo, acelerando o esgotamento dos recursos. O ponto de equilíbrio será encontrado na planificação racional que compatibilize os objetivos de crescimento da economia com a proteção e desenvolvimento da constelação de recursos naturais, em proveito de metas a um só tempo econômicas e ecológicas. (Góes, 1973)**

## SUMÁRIO

<b>Capítulo 1- Introdução .....</b>	<b>Pág. 01</b>
<b>Capítulo 2- Justificativas .....</b>	<b>Pág. 06</b>
<b>Capítulo 3- Objetivos (gerais e específicos) .....</b>	<b>Pág. 09</b>
<b>Capítulo 4- Uso e ocupação do solo na região e características da área de estudo .....</b>	<b>Pág. 10</b>
4.1- Clima .....	Pág. 11
4.2- Relevo .....	Pág. 12
4.3- Vegetação .....	Pág. 15
4.4- Solos .....	Pág. 17
<b>Capítulo 5- Revisão Bibliográfica .....</b>	<b>Pág. 19</b>
5.1- A importância dos modelos no estudo de voçorocas .....	Pág. 19
5.2- O modelo de desenvolvimento adotado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo .....	Pág. 20
5.3- A importância do solo como recurso ambiental .....	Pág. 22
5.4- A voçoroca (outras definições pertinentes) .....	Pág. 24
5.5- Causas e evolução do voçorocamento .....	Pág. 27
5.6- Reabilitação Ambiental .....	Pág. 30
<b>Capítulo 6- Metodologia técnica e operacional .....</b>	<b>Pág. 31</b>
6.1- Coleta de dados necessários à reabilitação de área degradada .....	Pág. 32
6.2- Planejamento de ações mitigadoras e subdivisão da área total .....	Pág. 35
6.3- Efetivação das medidas de conservação do solo e revegetação de área degradada ... .....	Pág. 37
6.4- Monitoramento das ações mitigadoras (revegetação e práticas mecânicas adotadas) .. .....	Pág. 39
6.5- Monitoramento através de estacas de erosão .....	Pág. 40
<b>Capítulo 7- Intervenções Edafovegetativas Adotadas .....</b>	<b>Pág. 42</b>
7.1- Isolamento da área .....	Pág. 42
7.2- Combate às formigas cortadeiras .....	Pág. 43
7.3- Construção de muro de solo-cimento .....	Pág. 45
7.4- Plantio .....	Pág. 46
7.5- Estratégia e espaçamento de plantio .....	Pág. 47
7.6- Adubação e calagem .....	Pág. 50
7.7- Adensamento de plantio .....	Pág. 50

7.8- Controle de Herbivoria .....	Pág. 51
7.9- Replântio .....	Pág. 53
7.10- Intervenções Mecânicas .....	Pág. 53
<b>Capítulo 8- Resultados e Discussão .....</b>	<b>Pág. 56</b>
8.1- Recuo das voçorocas monitoradas .....	Pág. 56
8.2- Pluviosidade local .....	Pág. 57
8.3- Ocorrência de processos erosivos e suas feições .....	Pág. 62
8.4- A eficiência das intervenções mecânicas adotadas e suas deficiências .....	Pág. 63
8.5- Declividade e resistência do solo com uso do penetrômetro .....	Pág. 65
8.6- Análise dos teores de matéria orgânica e densidade aparente .....	Pág. 65
8.7- Aplicação do lodo de esgoto .....	Pág. 73
8.8- Educação Ambiental .....	Pág. 75
<b>Capítulo 9- Conclusões .....</b>	<b>Pág. 78</b>
<b>10- Referências Bibliográficas .....</b>	<b>Pág. 81</b>

## Índice de Figuras

<b>Figura 01: Imagem de satélite destacando área de estudo, a rede de voçorocas e o entorno densamente habitado por comunidade posseira .....</b>	<b>Pág. 03</b>
<b>Figura 02: Localização do Município de Volta Redonda no contexto estadual. ....</b>	<b>Pág.04</b>
<b>Figura 03: Vista parcial da área degradada por voçorocas antes do plantio de mudas... Pág.07</b>	
<b>Figura 04: Localização da área de estudo no contexto municipal, tipo de solo, área (m<sup>2</sup>) e Coordenadas Geográficas .....</b>	<b>Pág. 08</b>
<b>Figura 05: Mapa de altimetria do Município de Volta Redonda .....</b>	<b>Pág. 14</b>
<b>Figura 06: Mapa de vegetação do Município de Volta Redonda .....</b>	<b>Pág. 16</b>
<b>Figura 07: Mapa de solos .....</b>	<b>Pág. 18</b>
<b>Figura 08: Medição da largura da voçoroca 01 com auxílio de trena digital .....</b>	<b>Pág. 33</b>
<b>Figura 09: Coleta de amostra no perfil de solo .....</b>	<b>Pág. 34</b>
<b>Figura 10 e 11: Aplicação de lodo de esgoto nas mudas .....</b>	<b>Pág. 36</b>
<b>Figura 12: Vista de um muro de saco construído no interior de uma voçoroca para retenção de sedimentos e posterior plantio à montante .....</b>	<b>Pág. 38</b>
<b>Figura 13: Monitoramento do recuo das voçorocas .....</b>	<b>Pág. 41</b>
<b>Figura 14: Placa indicativa do empreendimento proposto pela Prefeitura Municipal de Volta Redonda. ....</b>	<b>Pág.42</b>
<b>Figura 15: Combate inicial às formigas cortadeiras (saúvas) com o emprego de termonebulizador. ....</b>	<b>Pág. 43</b>
<b>Figura 16: Edificação de muros de solo-cimento para retenção de sedimentos carreados de montante. ....</b>	<b>Pág. 45</b>
<b>Figura 17: Plantio de mudas executado em um dos platôs do morro Santa Clara .....</b>	<b>Pág. 49</b>
<b>Figura 18: Controle de herbivoria executado após o plantio com a aplicação de iscas granuladas da marca Mirex. ....</b>	<b>Pág. 52</b>
<b>Figura 19: Foto do pluviômetro instalado no gramado da empresa CESBRA para controle da pluviosidade.....</b>	<b>Pág.56</b>



<b>Figura 20: Vista da cabeceira de uma voçoroca do morro Santa Clara e abaixo, a alcova de regressão causada pela ação do escoamento superficial .....</b>	<b>Pág. 62</b>
<b>Figura 21: Vista de um muro de saco construído no interior de uma voçoroca. Atentar para o fato da retenção excessiva de sedimentos à montante do mesmo .....</b>	<b>Pág. 63</b>
<b>Figura 22: Aferição da declividade da encosta .....</b>	<b>Pág. 68</b>
<b>Figura 23: Laudo da análise do lodo de esgoto aplicado .....</b>	<b>Pág. 74</b>
<b>Figuras 24 e 25: Plantio de mudas executado por alunos do ensino fundamental .....</b>	<b>Pág. 76</b>

## **ANEXOS**

<b>Anexo I: Laudo de análise de solo da área de estudo .....</b>	<b>Pág. 86</b>
<b>Anexo II e III: Matérias jornalísticas abordando o trabalho de reabilitação ambiental da área degradada .....</b>	<b>Pág. 87</b>
<b>Anexo IV: Morfologia das amostras de solo do morro Santa Clara .....</b>	<b>Pág. 89</b>

## **TABELAS**

<b>TABELA 1: Medição de chuva no ano de 2005 .....</b>	<b>Pág. 57</b>
<b>TABELA 2: Medição de chuva no ano de 2006 .....</b>	<b>Pág. 58</b>
<b>TABELA 3: Planilha de controle das estacas de erosão .....</b>	<b>Pág. 61</b>
<b>TABELA 4: Declividade e resistência do solo em 23 pontos do morro Santa Clara ...</b>	<b>Pág. 65</b>
<b>TABELA 5: Teor de Matéria Orgânica das amostras de solo coletadas .....</b>	<b>Pág. 66</b>
<b>TABELA 6: Frações das amostras de solo coletadas .....</b>	<b>Pág. 68</b>
<b>TABELA 7: Granulometria das amostras de solo coletadas .....</b>	<b>Pág. 69</b>
<b>TABELA 8: Densidade das amostras de solo coletadas .....</b>	<b>Pág. 71</b>

## **AGRADECIMENTOS**

**A concretização deste trabalho só se efetivou com a imprescindível colaboração de muitas pessoas a quem devo meus justos e sinceros agradecimentos:**

**Antônio José Teixeira Guerra, meu orientador e amigo, pelos ensinamentos transmitidos ao longo da dissertação, pela extrema dedicação, compreensão e paciência em todos os momentos, bem como pela amizade e confiança construída no decorrer do curso.**

**Simone Lisboa e Stella Peres, graduandas do curso de Geografia da UFRJ e bolsistas, pelo auxílio, orientação e dedicação na coleta das amostras de solo, análises e tabulação das mesmas.**

**Douglas Gil, Rodrigo Ulysses, Cleide, Cíntia, Maria Antônia, João Luiz Delunardo, meus colegas professores pelo prestimoso auxílio nas análises de solo coletado e opiniões enriquecedoras.**

**Aos Professores do P.P.G.G. pela dedicação exemplar no exercício da docência, pela paciência e compreensão nos momentos de dúvida e funcionários que me acolheram com carinho e tornaram minha convivência ainda mais prazerosa.**

**Ao Sr. João Streva Filho, Diretor do Fundo Comunitário de Volta Redonda, pelo apoio na efetivação de ações mitigadoras.**

## RESUMO

Palavras-chave: degradação; voçorocas; reabilitação ambiental; revegetação; práticas mecânicas.

As ações antrópicas em áreas de expansão urbana no Brasil têm-se revelado invariavelmente desastrosas e altamente impactantes por conta da ausência de planejamento pelo administrador da coisa pública.

No caso do morro Santa Clara, em Volta Redonda/RJ, a situação não foi diferente, devido à extração exagerada de material terroso do cumed a área degradada e a conjugação de outros fatores naturais sucessivos de encadeados pelo antropismo inicial.

A proposta deste trabalho é apresentar alternativas viáveis, economicamente e ecologicamente, para a devida revegetação/reabilitação da área impactada pela ação conjunta de diversos processos erosivos de caráter antrópico. A reduzida produção científica de literaturas nacionais/internacionais e referências bibliográficas acerca do assunto é sem dúvida um grande obstáculo ao êxito do empreendimento e também configura um desafio a ser transposto para alcance das metas traçadas, visto que a legislação ambiental brasileira só contempla a imperiosa necessidade de recuperação de áreas degradadas pela exploração de recursos minerais. A insuficiência de recursos municipais, a ausência de visão holística pelo administrador público, o despreparo dos técnicos do município e a falta de percepção socioambiental da população assentada na circunvizinhança são igualmente barreiras a serem transpostas pelos empreendedores para o alcance maior dos objetivos propostos nesta pesquisa.

Este estudo, tem por objetivo, a proposição/implantação de um modelo misto para reabilitação ambiental de área degradada por voçorocas que se utiliza, primariamente, de revegetação e concomitantemente de práticas mecânicas diversas, para o controle e estabilização dos processos erosivos que vêm assolando

constantemente a área impactada. Áreas montanhosas e elevadas são sujeitas à degradação e desgaste pelos processos similares de erosão superficial, subsuperficial e movimentos de massa. A área em tela revela um grande “mosaico”, que requer estudos aprofundados e complexos para a panacéia da questão, face à heterogeneidade das feições do relevo, à ausência parcial de cobertura vegetal e à ocorrência constante de erosão laminar e erosão em ravinas e voçorocas. O trabalho de revegetação, já iniciado, tem a pretensão inicial de reduzir o salpicamento do solo, através da interceptação das gotas de chuva, diminuição do escoamento superficial e da erosão hídrica pelo aumento da infiltração, criando condições favoráveis à adoção secundária de ações mitigadoras complementares de caráter mecânico, bem como a atração da avifauna e a conseqüente dispersão espontânea de sementes.

O adensamento reduzido é outra medida mitigadora a ser adotada que almeja a estimulação, aceleração e disputa entre as espécies das fases primária e secundária iniciais pela luz solar, sugerindo um rápido desenvolvimento das mudas e o conseqüente sombreamento para o futuro plantio das espécies climáticas, impedimento do impacto direto das gotas de chuva, dispersão e quebra da energia das águas de escoamento superficial e aumento da infiltração pela ação expansiva do sistema radicular das mudas.

A adoção das medidas mitigadoras iniciais e a proposição das ações secundárias pretendem também o devido tabulamento de práticas de bioengenharia que possam permear futuros trabalhos de reabilitação a serem executados pelo Poder Público Municipal em demais situações análogas existentes em áreas de risco ocupadas irregularmente por posseiros nos limites da municipalidade e em outras áreas degradadas por voçorocas, tão comuns na região do médio Paraíba.

## Abstract

Key-words: land degradation, gully; environmental rehabilitation; revegetation; mechanical practice

The human action in areas of urban expansion throughout Brazil has been disastrous and shocking, due to the lack of planning by the public administration.

The situation is similar in Santa Clara hill, in Volta Redonda municipality, Rio de Janeiro State, due to the exaggerated extraction of earth material from the peak of the degraded area and other successive natural factors unleashed by human action.

This MSc dissertation wishes to present viable solutions, both economical and ecological for the revegetation/rehabilitation of the impacted area by the joint action of several erosive processes caused by men. The lack of national and international scientific literature about this subject is an obstacle to the success of the task and it is also a challenge to reach the objectives, since the Brazilian environmental legislation only takes into account the recovery of degraded areas by the exploration of mineral resources. The lack of urban financial resources and a holistic vision by the public administration, the unpreparedness of the city technicians and the lack of knowledge by the population living in the vicinity are barriers to be broken to reach the proposed goals of this research.

This dissertation proposes to implement a mixed pattern for the environmental rehabilitation of the degraded area by gullies which will first use revegetation and concomitantly several mechanical practices to control and stabilize erosive processes that have been devastating the impacted area. Mountainous and upper areas are subject to degradation and erosion by similar processes of superficial and subsurface erosion and mass movements. The matter reveals itself to be a great mosaic which demands for deep and complex study, in view of the heterogeneity of landscape features, the partial absence of vegetation cover, the constant erosion of narrow beds of rock and the erosion in rills and gullies. The revegetation intends to reduce the splash of soil particles, through the interception of rain drops, decreasing the superficial of water flow and the water erosion by the increase of infiltration, creating favorable conditions for mechanical complementary measures, as well as the attraction of avifauna and the diffusion of seeds.

The reduced compaction is a measure which can stimulate, accelerate and cause dispute among the species of the first and second stages by sun light, suggesting a fast seedling growth and shading favorable for planting climatic species, stopping the direct impact of rain drops, diffusion and failure of outflow water flow energy and increasing

the infiltration by expanding the root distribution of seedlings.

The adoption of these measures and the proposal of secondary actions also intend to tabulate the practices of bioengineering which can permeate future works of rehabilitation to be executed by the public administration in analogous situations in areas occupied by squatters within the city and in other areas degraded by gullies.

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**A.B.G.E.** Associação Brasileira de Geologia e Engenharia

**A.B.N.T.** Associação Brasileira de Normas Técnicas

**Art.** Artigo

**C.M.D.C** Coordenadoria Municipal de Defesa Civil

**COHAB/VR** Companhia de Habitação de Volta Redonda

**CONAMA** Conselho Nacional de Meio Ambiente

**C.F.** Constituição Federal

**COORDEMA** Coordenadoria de Defesa do Meio Ambiente

**C.S.N.** Companhia Siderúrgica Nacional

**EMBRAPA** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

**E.P.D./VR** Empresa de Processamento de Dados de Volta Redonda

**FURBAN/VR** Fundo de Urbanização de Volta Redonda **F.A.O.** Org

anização para a agricultura e alimentação **G.P.S.** Sistema de Posi  
cionamento Global

**IBAMA** Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

**I.B.G.E.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**I.P.T./S.P.** Instituto de Pesquisa Tecnológica de São Paulo

**M.O.** Matéria Orgânica

**N.A.D.C.** Núcleo de Atividades Didático-científicas

**N.B.R.** Norma Brasileira Registrada

**P.M.V.R.** Prefeitura Municipal de Volta Redonda

**P.E.T.** Poli Tereftalato de Etileno

**pH** Potencial Hidrogeniônico

**P.N.M.A.** Política Nacional de Meio Ambiente

**P.R.A.D.** Plan para Recuperação de Áreas Degradadas

**S.A.A.E./V.R.** Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Volta Redonda

**SISNAMA** Sistema Nacional de Meio Ambiente

**U.F.R.J.** Universidade Federal do Rio de Janeiro

**V.R.** Volta Redonda

## 1-INTRODUÇÃO

O homem urbano e contemporâneo, no seu afã de conquistar novos espaços, exerce forte influência sobre a natureza e seus recursos ambientais (ar, água, solo, subsolo, fauna e flora) antropizando, modificando e “artificializando” a mesma, na busca incessante e insatisfatória de suas emergentes e variadas necessidades.

A intervenção humana sobre o relevo terrestre, quer seja em áreas urbanas e/ou rurais, demanda a ocupação e a transformação da superfície do terreno.

Dependendo do tamanho dessa intervenção, das práticas conservacionistas utilizadas e dos riscos geomorfológicos envolvidos, os impactos ambientais associados poderão causar grandes prejuízos ao meio físico e aos seres humanos (Guerra, 2003). A ocupação e o crescimento urbano requerem, na maioria das situações, movimentação de terra durante a fase de terraplenagem, exploração de jazidas e construção civil. Estas operações acarretam na formação de áreas degradadas (*bad land areas*), devido à extração de material terroso, áreas de empréstimo e formação de taludes de corte e aterro.

A remoção da cobertura vegetal, assim como as alterações no sistema de drenagem, aliadas à exposição do subsolo às chuvas torrenciais, promovem a aceleração dos processos erosivos variados, tais como erosão laminar (*sheet erosion*), ravina (*rill*), voçoroca (*gully*) e voçoroca de terraço (*bank gully*).

É relativamente fácil perceber os sinais que revelam esse desgaste, mas é difícil prever quais serão as más conseqüências futuras. A aceleração do ritmo da erosão produz condições anormais: voçorocas, poças com árvores caídas em estradas, caminhos profundos nas pastagens, entulhamento de reservatório d'água, águas turvas ou barragens nos rios e inundações em campos e cidades ribeirinhas (Lepesch, 2005).

A reabilitação de áreas degradadas se apresenta como sendo uma alternativa viável na questão ambiental, visto que, historicamente, ao longo do tempo, o homem tem tido uma apropriação irregular de recursos naturais, que leva à degradação e à destruição dos biomas (SOS Mata Atlântica, 2006).



Em Volta Redonda (Fig.2), cidade do Sul Fluminense, localizada no vale do Médio Paraíba, entre a Serra do Mar e a Serra da Mantiqueira, o surgimento de área degradada, por empréstimo, decorreu do nivelamento do terreno de baixada aluvionar, onde foram necessárias grandes movimentações de terra, retiradas da base e do topo do morro Santa Clara e depositadas na mesma, integrante do leito maior do rio Paraíba do Sul, possibilitando condições propícias à efetivação de projeto para construção de 600 casas destinadas a funcionários públicos da Prefeitura Municipal de Volta Redonda (Gurgel Júnior & Pestana, 2005). Esta equivocada e desastrosa ação antrópica resultou na extensão de uma grande área de terra exposta à ação dos processos erosivos de padrão exorreico (Fig.3), visto que o empreendimento proposto pela Companhia de Habitação de Volta Redonda (COHAB-VR) não foi levado a cabo.

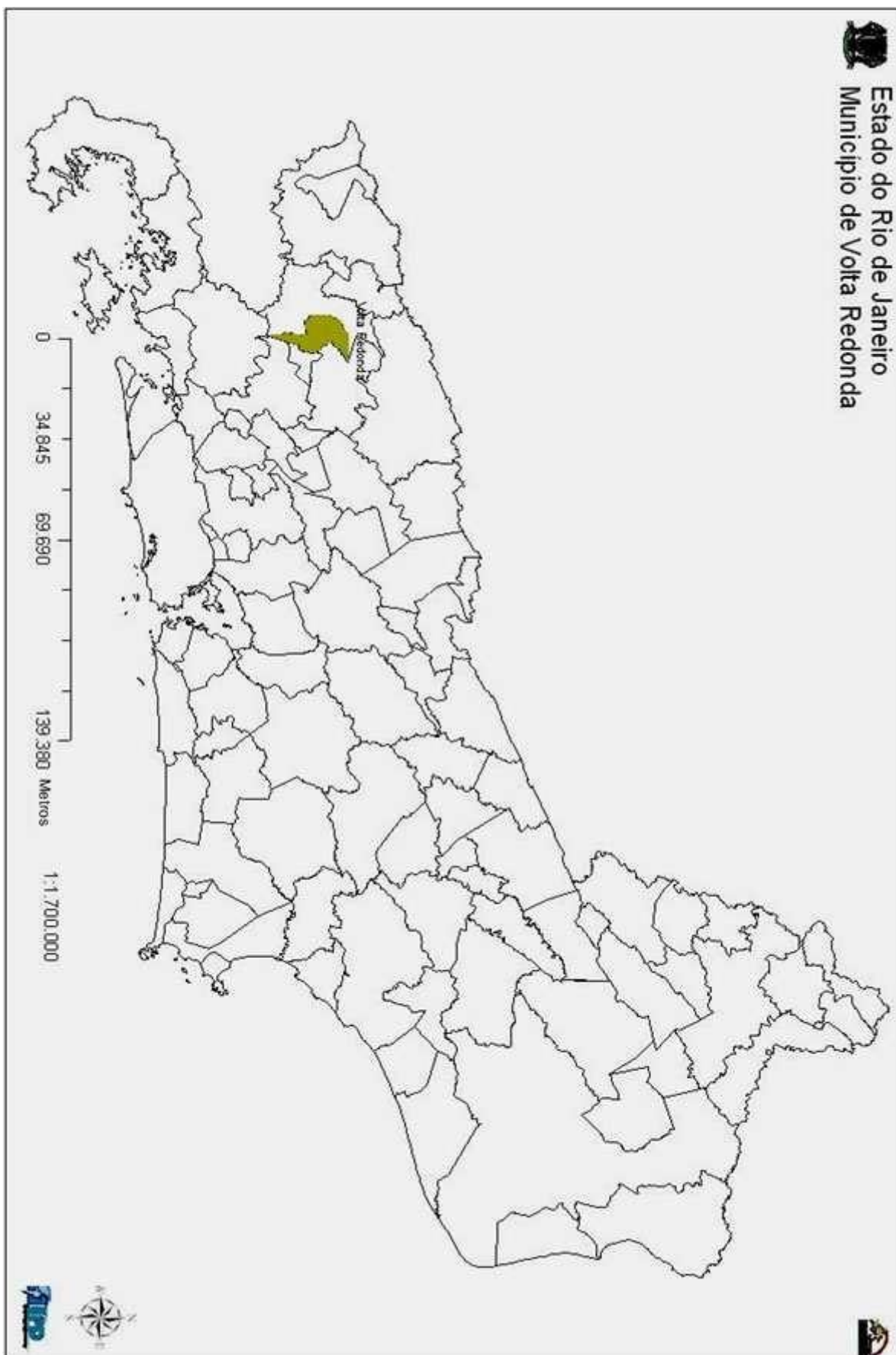
Com as chuvas e o intenso salpicamento (*rainplash*), os primeiros materiais carregados foram partículas de solo desagregado pelas máquinas empregadas na retirada do material, provocando os primeiros impactos *onsite*, os sulcos de erosão (Guerra, 2001). Posteriormente, a concentração de água de chuva e a erosão laminar nesses pontos ganharam volume e velocidade, carregando mais partículas de solo e formando assim as ravinas e, posteriormente, as voçorocas.

O processo evoluiu lenta e gradualmente, sem a adoção de medidas mitigadoras, e, hoje, presenciamos a ocorrência de voçorocas com mais de 10 metros de profundidade, algumas com os ângulos negativos e alcovas de regressão nas cabeceiras e paredes, o que ameaça a estabilidade do morro Santa Clara, a segurança da população residente no entorno do mesmo (Fig.1), localizado no núcleo de posse denominado Parque Vitória, bairro Três Poços, além de acarretar impactos ambientais *offsite*, como o assoreamento dos recursos hídricos (Rio Paraíba do Sul), a perda gradativa dos fragmentos de Mata Atlântica remanescentes nas imediações do morro, bem como a irreversível migração da fauna para outros locais.



**Fig.1:** Foto aérea do morro Santa Clara, seu entorno habitado e seta destacando o sentido de montante para jusante.

Fonte: Setor de Geoprocessamento da P.M.V.R.



**Fig. 2:** Localização de Volta Redonda no contexto estadual.

A história da ocupação tem um papel fundamental para a compreensão da erosão dos solos no vale do Paraíba do Sul. A ocupação, através da monocultura cafeeira, que se iniciou na segunda metade do século XVIII, foi responsável pela derrubada e devastação da Mata Atlântica, causando um desequilíbrio natural, desencadeando processos erosivos acelerados (Guerra e Botelho, 1996), podendo ser observadas, nos dias de hoje, cicatrizes oriundas dessa época.

Conforme destacado por Goudie (1985), a erosão que ocorre numa encosta é resultante de processos como salpicamento, escoamento superficial e ravinamento, que por sua vez dependem da erosividade da chuva, da erodibilidade dos solos, das características das encostas e da natureza da cobertura vegetal. Ainda segundo Goudie e Viles (1997), a erosão acelerada ocorre onde os humanos interferem nesse equilíbrio, iniciando pela remoção da cobertura vegetal e continuando pelo uso e manejo inadequados das atividades agrícolas, urbanização, mineração e outras atividades econômicas.

O impacto ambiental negativo ocorrido nas imediações do morro Santa Clara aponta claramente para a intervenção antrópica que deu início ao processo erosivo na base do mesmo e que, atualmente, avança e assola grande parte dos 3,7 hectares da área degradada por voçorocamento.

O impacto antropogênico sobre as encostas naturais representa o principal fator de influência sobre os processos, as formas e a evolução das encostas, de maneira deliberada ou não.

Salomão (1999) destaca ainda que, no caso brasileiro, a erosão urbana está relacionada à falta de um planejamento adequado, que leve em conta não só o meio físico, mas também as condições socioeconômicas. Por isso mesmo, a erosão urbana é um fenômeno típico dos países em desenvolvimento.

Segundo Blum (2002, *in* GUERRA, 2004), o papel dos solos em sustentar a sociedade e o meio ambiente é complexo e os resultados das pesquisas têm constantemente contribuído para que as funções exercidas pelos solos sejam mais bem compreendidas e, conseqüentemente, a sociedade possa utilizar, de forma mais adequada, esse recurso natural.

## 2- JUSTIFICATIVAS

O alto custo das obras de engenharia (edificação de cortinas a tirantadas, muros de arrimo, sistemas de captação de águas pluviais, canaletas de crista, construção de escadas dissipadoras, etc.), a degradação dos fragmentos florestais remanescentes de Mata Atlântica e principalmente, a integridade física dos moradores do núcleo de posse (Fig. 1), localizado à jusante da área em questão, são por si só motivos relevantes para justificar a adoção de medidas mitigadoras urgentes que venham a minimizar os impactos antrópicos e abióticos causados pelas atividades de retirada excessiva e irregular de material terroso. Ademais, o elevado número de ocorrências de movimentos de massa (*mass movement*) e solicitações de vistorias por parte dos moradores assentados em áreas de elevada declividade são também motivos para se promover pesquisas que possam mensurar e prevenir estes prejuízos ambientais, sociais e materiais e, principalmente, salvaguardar a perda de vidas humanas nas áreas de risco do município objeto da pesquisa. Além disso, não existe para todo o município de Volta Redonda trabalho semelhante de reabilitação de áreas degradadas. (C.M.D.C./V.R., 2005).

Segundo Gerrard (1992, *in* GUERRA, 2004) está cada vez mais claro e aceito pelos cientistas que os problemas ambientais não podem ser compreendidos isoladamente. No estudo dos processos erosivos, por exemplo, as relações entre Geomorfologia e Pedologia, para citar apenas esses dois ramos do conhecimento, são fundamentais para a compreensão e resolução dessa forma de dano ambiental.

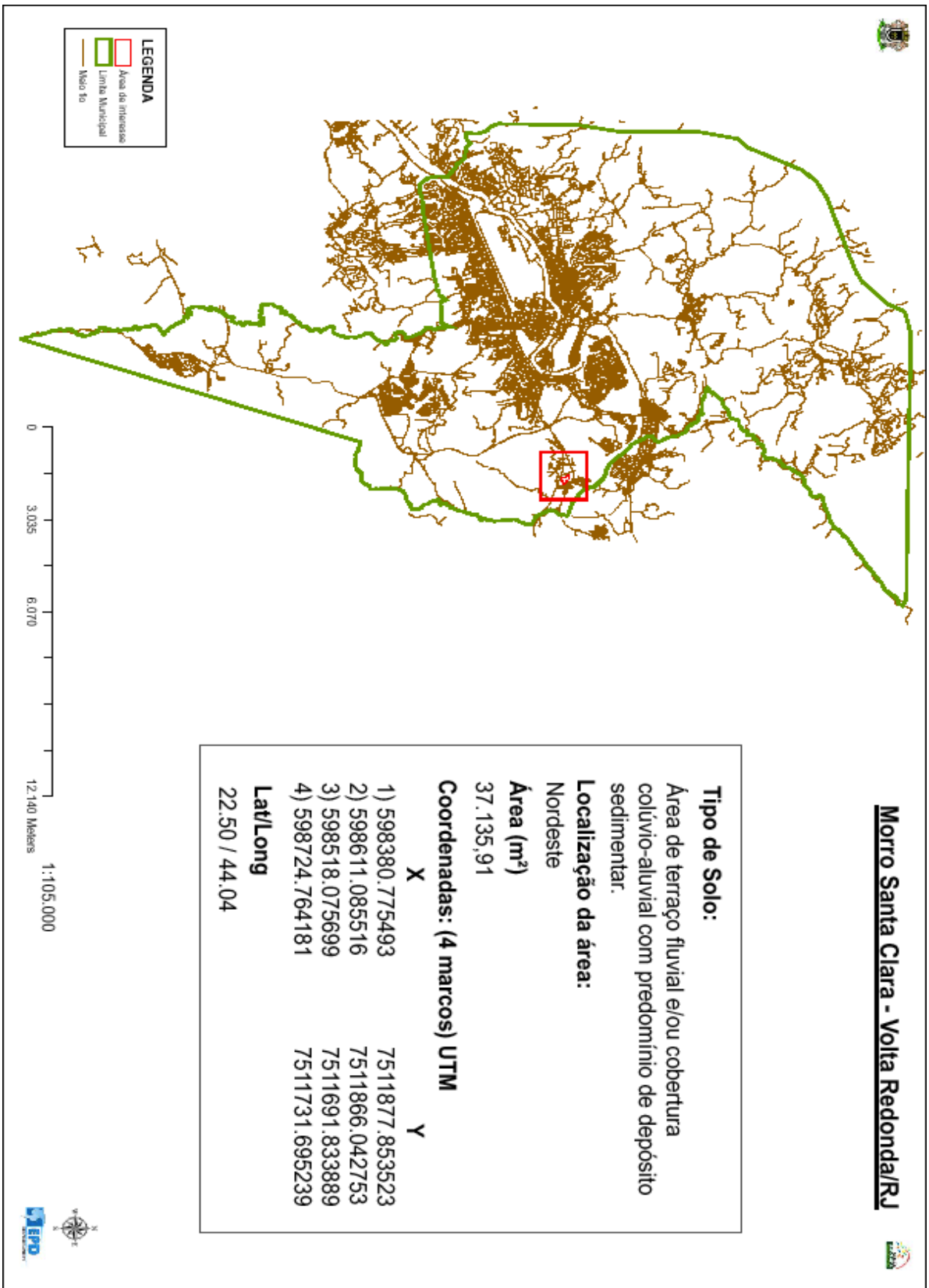
É necessário e vital que os órgãos públicos envolvidos possam se articular e promover as ações mitigadoras a serem efetivadas em conjunto. As ações passadas do Poder Público Municipal têm sido caracterizadas pelo atendimento imediato de cunho meramente emergencial, que somente contempla o salvamento e/ou remoção dos sinistrados e seus pertences para local seguro, após interdição do local visitado, sem adoção de medidas preventivas que possam anteceder os acidentes. Por meio do estudo da ação antropogênica é bem fácil mostrar o relacionamento entre o homem e as encostas.

Os processos de movimento de massa e erosão dos solos têm um impacto direto no uso da terra e podem, em casos extremos, constituir riscos à vida humana e às construções.

O manejo inadequado do solo, tanto em áreas rurais, como em áreas urbanas, é a principal causa da degradação conforme Morgan (1986, *in* Guerra, 2001) e foto abaixo do morro Santa Clara (Fig. 3).



**Fig. 3:** Vista parcial da área degradada por voçorocas antes do plantio de mudas. Ao fundo observa-se o “mar de morros”. Notar a ausência marcante de vegetação na área. Foto: Gurgel Júnior, 2005.



**Fig.4:** Localização da área de estudo no contexto municipal, área (m<sup>2</sup>) e Coordenadas Geográficas. Fonte: [www.portalvr.com](http://www.portalvr.com)

### **3 - OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivos Gerais:**

- \_ Diagnosticar, com o auxílio da Geomorfologia, detalhadamente a causa da ocorrência e evolução de voçorocas no morro Santa Clara, bairro Três Poços, Volta Redonda;
- \_ Proposição e possível efetivação de medidas mitigadoras de caráter vegetativo e mecânico, para minimização dos impactos ambientais negativos *onsite* e *offsite* e a devida estabilização da rede de voçorocas do morro Santa Clara.

#### **3.2 Objetivos Específicos:**

- \_ Investigar a resposta e aclimação das espécies vegetais nativas e exóticas plantadas na área degradada por ravinamento e voçorocas;
- \_ Identificar a espécie utilizada que apresentou a mais alta taxa de aclimação, face às condições específicas do meio físico (climatologia, geologia, geomorfologia, pedologia e hidrologia);
- \_ Proposição de práticas mecânicas destinadas à suavização dos taludes, à construção de paliçadas/gabiões e ao retaludamento; e posterior nivelamento da área degradada por voçorocas;
- \_ Integração do Poder Público e da comunidade residente no entorno da área e sua devida conscientização, visando o apoio às ações mitigadoras e de reabilitação.



#### **4- Uso e ocupação do solo na região e características da área de estudo**

A ocupação do Vale do Paraíba começou a ocorrer em fins do século XVIII, com o declínio da produção do ouro em Minas Gerais. No século seguinte o povoamento expandiu-se, devido à lavoura cafeeira. Em Volta Redonda, a partir de 1820, começaram a se desenvolver as fazendas de café, cuja produção era escoada pelo Rio Paraíba do Sul, até Barra do Piraí, de onde prosseguia para a corte, pela Estrada de Ferro D. Pedro II (posteriormente Central do Brasil). O recurso da navegação fez da localidade um entreposto regional de mercadorias, que se fortaleceu com a construção da ponte de madeira sobre o Rio Paraíba do Sul, em 1864, permitindo que o porto, à margem esquerda, atendesse, também, as fazendas da outra margem. Ao redor do porto surgiu o primeiro núcleo urbano, com seu casario, armazéns e depósitos (atual bairro Niterói). Em 1871, a linha férrea foi estendida até Barra Mansa, inaugurando-se a estação de Volta Redonda. Ao lado desta, rapidamente surgiu o segundo núcleo urbano: uma agência de correios (1871), duas escolas, uma linha de bondes de tração animal (1874) e alguns estabelecimentos comerciais compunham o cenário inicial (P.M.V.R., 2004).

Em 1890, o povoado foi elevado à categoria de Distrito de Paz. Navirado do século, porém, a cultura do café entrou em declínio no Estado do Rio de Janeiro e o povoado de Santo Antônio da Volta Redonda iniciou um acelerado processo de decadência, com o abandono total de diversas fazendas e a conseqüente desvalorização do preço médio de suas terras.

A principal atividade econômica da região passou a ser a pecuária, seguida pela agricultura. Nesse período, foram pequenos os melhoramentos e serviços obtidos pela população: um distrito policial e um cemitério, ainda no século XIX; serviço de captação e canalização de água potável, em 1922; fábrica de produtos cerâmicos, em 1924, que funcionou por curto período; serviço de telefones e iluminação pública e particular, na década de 30 (P.M.V.R., 2004).

Assim, ao se iniciarem os anos 40, o espaço urbano local em pouco diferia daquele surgido no século XIX, com a produção cafeeira: dois núcleos urbanos, um à margem esquerda, outro à margem direita do Rio Paraíba do Sul; antigo casario, alguns poucos equipamentos urbanos e

serviços públicos precários. A partir dos anos 40, no entanto, a vida do povoado, com população inferior a 3.000 habitantes, começou a se transformar rapidamente, devido à implantação da usina da Companhia Siderúrgica Nacional (C.S.N.). As décadas de 50 e 60, especialmente após a emancipação, conheceram considerável expansão da malha urbana, com a implantação de numerosos loteamentos, que deram origem a novos bairros, principalmente na margem esquerda do Rio Paraíba do Sul (P.M.V.R., 2004).

#### **4- ÁREA DE ESTUDO**

##### **4.1 – CLIMA**

O clima no local é mesotérmico, com verões quentes e chuvosos e invernos secos. A umidade relativa do ar é alta (77%), mesmo nos meses de inverno, quando varia entre 71% e 72%. A temperatura média compensada é de 21° C. É importante destacar que a prática usual de desmatamento por fogo contribui para o empobrecimento paulatino dos solos. Em Volta Redonda, o Rio Paraíba do Sul sofre uma redução em sua vazão média, com relação ao Município de Barra Mansa, que está situado imediatamente à montante. A vazão média verificada em Volta Redonda é de, aproximadamente, 318 m<sup>3</sup>/s, enquanto que em Barra Mansa a vazão média é superior em, pelo menos, 6m<sup>3</sup>/s. Tal fato deriva da diferença entre o volume de captação e o volume de contribuição que incidem sobre o rio, no trecho de Volta Redonda. A presença da usina da CSN é fundamental para explicar essa diferença, pois a empresa consome grande volume de água, captando cerca de 12 m<sup>3</sup>/s, através de uma derivação lateral. A média mínima anual do município registrada é de 16,5° C e a média máxima anual de 27,8° C. É comum, no inverno, o fenômeno da inversão térmica, causado pela camada de poluição que permanece sobre a cidade, formando uma barreira à penetração dos raios solares, diminuindo a insolação e impedindo a liberação do calor e das novas cargas de poluentes lançados a cada dia (P.M.V.R., 2004).

A precipitação média anual é de 1.377,9 mm, sendo janeiro e fevereiro os meses com maior incidência de chuvas. No sentido noroeste, porém a localização do Município, em fundo de vale, faz com que, na maior parte do tempo, exista calmaria. Isso dificulta a dispersão dos gases e partículas, lançadas principalmente pela usina siderúrgica, e

provoca alterações no micro-clima. A área de intervenção, Morro Santa Clara, conforme levantamentos de campo é diretamente influenciada pela calha do rio Paraíba do Sul, garantindo parcialmente a umidade necessária à aclimatação e crescimento das mudas ao local de plantio (Kageyama, 2003).

#### **4.2 – RELEVO**

O domínio dos “mares de morros” tem mostrado ser o meio físico, ecológico e paisagístico mais complexo e difícil do país em relação às ações antrópicas. No seu interior tem sido difícil encontrar sítios para centros urbanos de uma certa proporção, locais para parques industriais avançados - salvo no caso das zonas colinosas das bacias de Taubaté e São Paulo - como, igualmente, tem sido difícil e muito custosa a abertura, o desdobramento e a conservação de novas estradas no meio dos morros (Ab’ Saber, 2003).

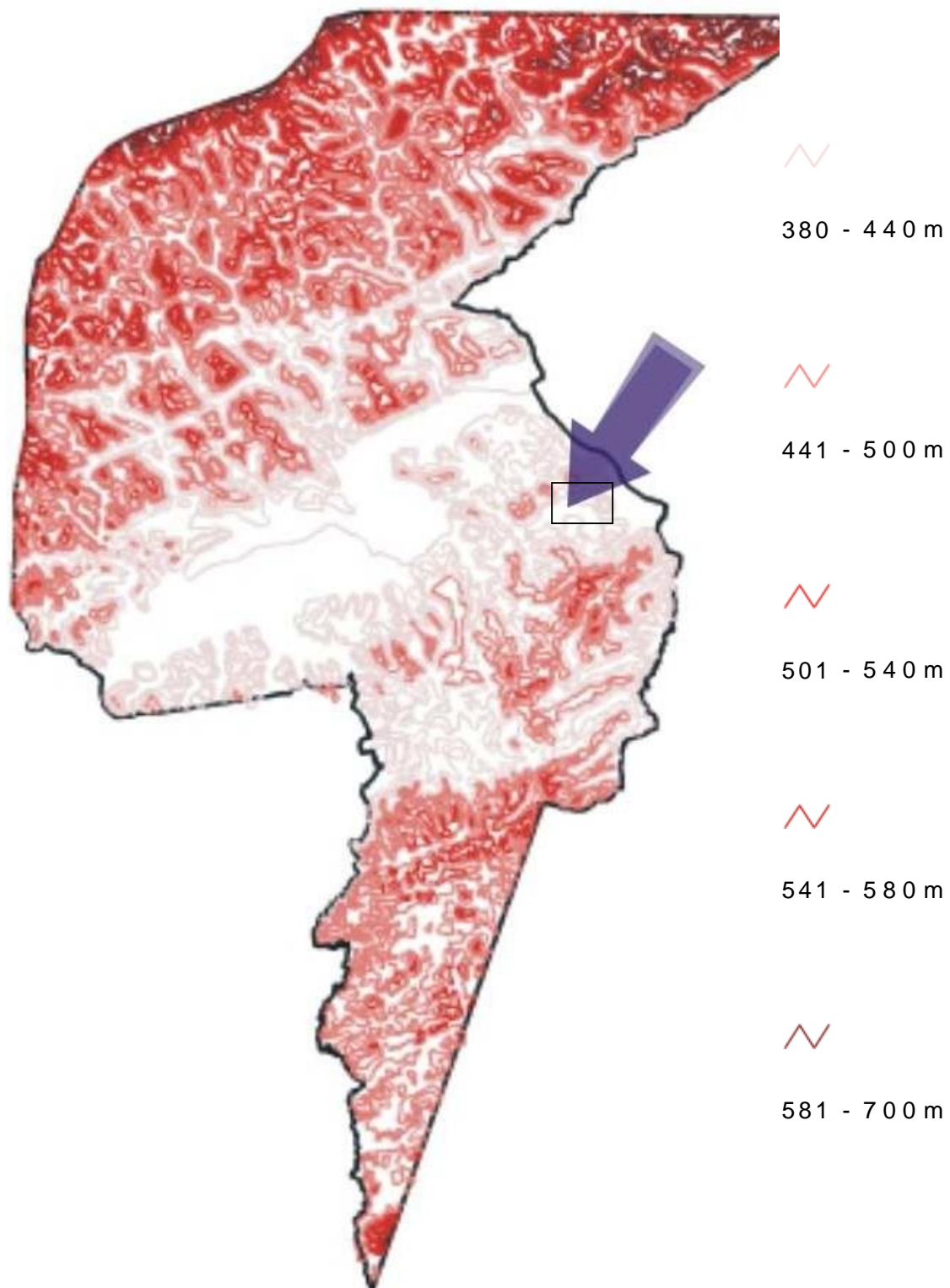
Trata-se, ainda, da região sujeita aos mais fortes processos de erosão e de movimentos coletivos de solos em todo o território brasileiro (faixa Serrado Mar e bacia do Paraíba do Sul). Cada subsetor geológico e topográfico do domínio dos “mares de morros” tem seus próprios problemas de comportamento perante as ações antrópicas, nem sempre extrapoláveis para outros setores, ou mesmo para áreas vizinhas ou até contíguas (Ab’ Saber, 2003).

O Rio Paraíba do Sul atravessa Volta Redonda pelo meio, no sentido sudoeste-nordeste, e a área urbana do Município está situada às suas margens, em planície circundada por colinas. A altitude varia de 350 metros, às margens do Rio, a 707 metros, na ponta nordeste. Do ponto de vista topográfico, o território municipal pode ser dividido em duas grandes áreas: a área de planície aluvial e a área de “mar de morros”. A área da planície aluvial tem, aproximadamente, 20 Km<sup>2</sup>: 15 Km<sup>2</sup> na margem direita e 5 Km<sup>2</sup> na margem esquerda do Rio Paraíba do Sul.

Encontra-se embutida no conjunto de elevações circundantes, que formam a área do “mar de morros”. Esses morros têm forma de “meia-laranja” emboçada, com alturas que variam de 50 a 200 metros com declividades da ordem de 25 a 50%.

No "mar de morros", as áreas mais planas correspondem a pequenos setores descontínuos, situados nos topos achatados dos morros e no fundo dos pequenos vales intermediários.

Observe-se que as altitudes e declividades se acentuam nas áreas próximas da Serra do Mar, ao sul, e da Serra da Mantiqueira, ao norte. Em especial, na porção norte do Município são encontradas encostas íngremes e as maiores altitudes. Na porção sul, em meio ao "mar de morros", encontram-se algumas áreas planas ou de topografia suave, que formam dois conjuntos de áreas planas agregadas (clareiras topográficas), cada um deles com, aproximadamente, um quilômetro quadrado. O primeiro conjunto é o que vem sendo ocupado nas últimas décadas por empreendimentos habitacionais, a partir de Casa de Pedra e Siderópolis, no sentido norte-sul. O segundo localiza-se nas proximidades da Rodovia Presidente Dutra, nos limites do Município (P.M.V.R., 2004).



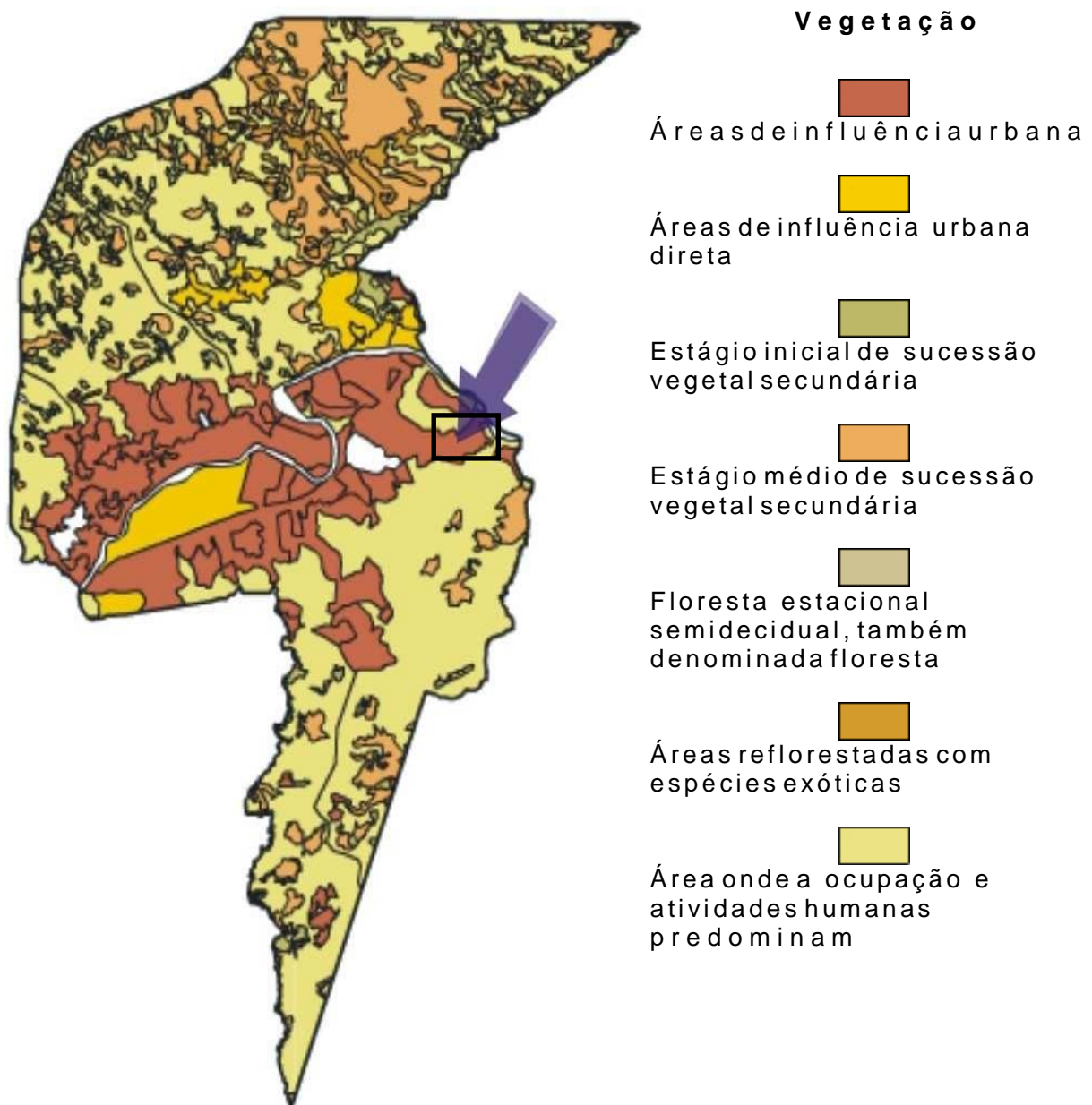
**Figura 5:** Mapa de altimetria com seta apontando para a área de estudo (entre 380-440 m)

**Fonte:** Site institucional da PMVR. Disponível em <http://www.portalvr.com/> (acesso em 15/09/2005)

#### 4.1.3 - VEGETAÇÃO

A floresta tropical, que originalmente cobria a área do "mar de morros", a partir do século passado foi substituída, de forma predatória, pelo cultivo da monocultura cafeeira. Cada vez que o solo apresentava sinais de desgaste, uma área era abandonada e outra era desmatada para ser cultivada. Sem tratamento adequado para recuperar sua fertilidade, passou a sofrer um processo contínuo de erosão. Hoje esta área é recoberta por vegetação rasteira espontânea do tipo pastagem, que é insuficiente para conter adiantados processos erosivos. Restam apenas alguns poucos remanescentes da Mata Atlântica, destacando-se a Floresta da Cicuta, que se tornou área de interesse ecológico pelo Decreto Federal nº 90.792. (P.M.V.R., 2004).

O município de Volta Redonda possui atualmente 65,5% de seu território recoberto por pastagens e 9,4% de vegetação secundária. A área urbana corresponde a 20,6% do território da cidade de Volta Redonda. A outrora floresta ombrófila densa, que revestia a superfície dos cumes de morros da região foi devastada pela ação antrópica, sendo substituída pela vegetação de pastagem que corrobora para a aceleração dos processos erosivos e ocorrência de ravinamento e voçorocamento intensos nas vertentes desnudas (Fundação CIDE, 2004). O percentual de áreas degradadas na área da cidade de Volta Redonda (0,5%, Fundação CIDE) tende a aumentar sensivelmente, pela prática maléfica das queimadas, pela expansão urbana desordenada e pela ausência de políticas públicas direcionadas para o reflorestamento das vertentes e cumes de morro, hoje cobertos por pastagens, definida como formação artificial resultante da ação dos homens, ocorrendo nas áreas onde a vegetação natural primitiva foi substituída. Estes campos antrópicos são utilizados como criatórios de animais (Fundação CIDE, 2004).



**Fig. 6:** Seta indicando a vegetação da área de estudo (área de influência urbana).

**Fonte:** Site institucional da PMVR.

Disponível em <http://www.portalvr.com/> (acesso em 15/09/2005)

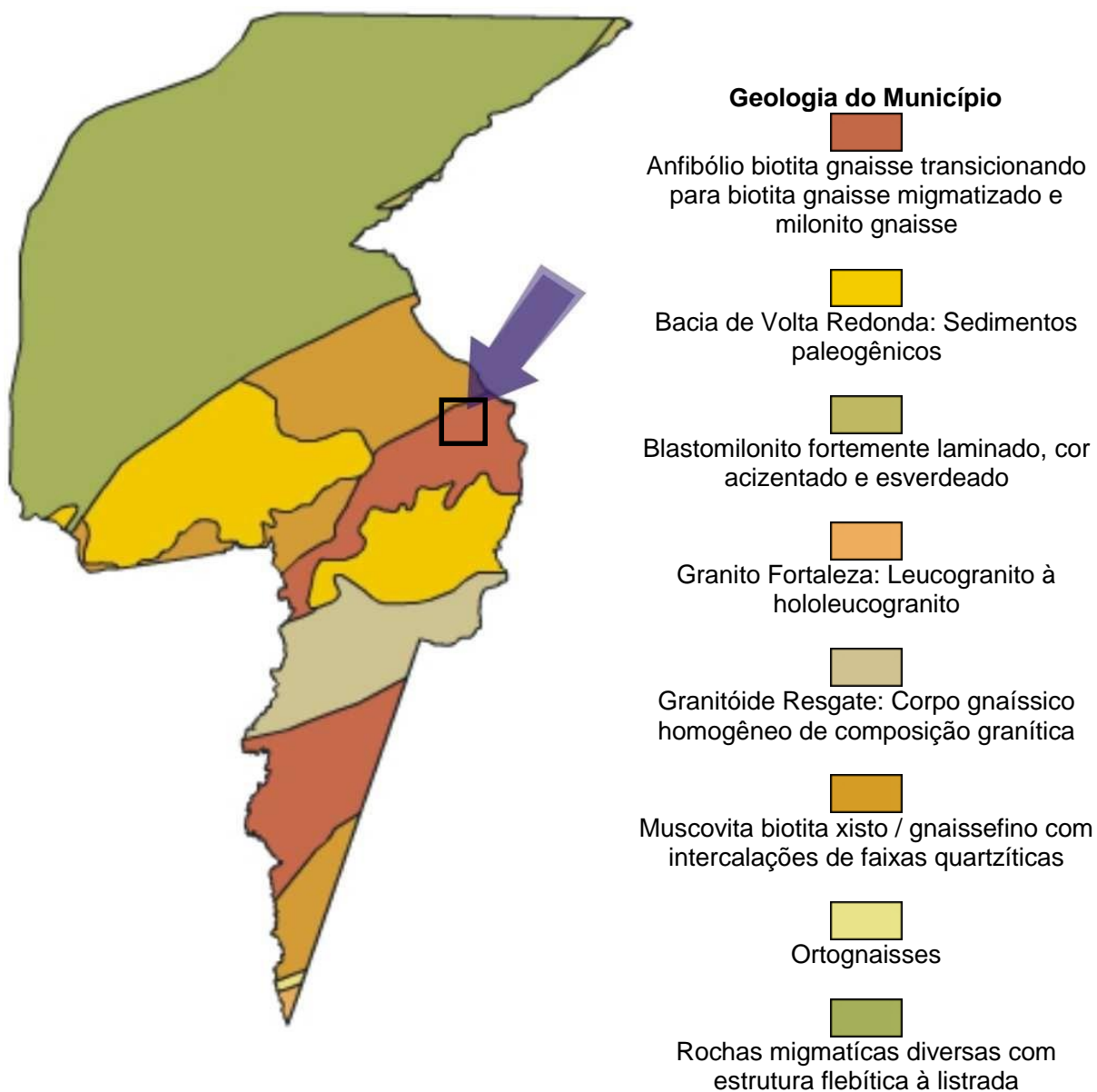
#### 4.4- SOLOS

Os solos argilosos profundos, ácidos e com baixa porosidade (latossolos e argissolos), comuns nas áreas de relevo fortemente ondulado, sob o pisoteio do gado nos pastos "vão, aos poucos, sendo compactados, o que torna pouco permeável" (P.M.V.R., 2004). Assim, as águas das chuvas em vez de infiltrarem-se no solo, escorrem, levando sedimentos (terra, galhos, pequenas raízes, folhas) que vão depositar-se no fundo dos rios e nos pequenos vales que circundam as elevações, causando inundações. Já nas áreas de baixada, às margens dos rios, o solo é fértil (aluvião), pois são sujeitos a encharcamentos e acumulação de matéria orgânica (P.M.V.R., 2004).

O município de Volta Redonda está inserido na área montanhosa que compreende a maior parte dos estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo e partes do leste de São Paulo e Minas Gerais (Lespch, 2005).

Nos espaços com relevo do tipo mamelonar, por vezes referido como "mar de morros", predominam os Argissolos (antes denominados Podzólicos Vermelho-Amarelos) e Latossolos Vermelho-Amarelos, desenvolvidos principalmente em materiais derivados de granitos, gnaisse e xistos. Nas partes serranas, onde os declives são excessivamente fortes, o que impede um bom desenvolvimento dos solos, preponderam os Neossolos Litólicos e Cambissolos diversos (Lespch, 2005).





**Fig. 7:** Geologia da área de estudo (**Anfibólio biotita gnaíse transicionando para biotita gnaíse migmatizado e milonito gnaíse**).

**Fonte:** Site institucional da PMVR. Disponível em <http://www.portalvr.com/> (acesso em 15/09/2005).

## 5- Revisão Bibliográfica

### 5.1 - A importância dos modelos no estudo de voçorocas

A discussão abordada neste capítulo é relativa aos modelos conceituais de voçoroca adotados pelos mais diversos estudiosos e pesquisadores da área. Faz-se extremamente necessário o entendimento do processo erosivo acelerado denominado voçoroca e sua gênese e dinâmica, para que se possa intervir precisamente, visando sua estabilização e reabilitação ambiental em alguns casos.

Outro enfoque que será dado é a ampla discussão na comunidade acadêmica, a partir do modelo apresentado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo em desacordo com os demais modelos aqui relacionados.

As voçorocas constituem a forma de erosão mais severa e se desenvolvem melhor onde há um horizonte C muito profundo e um *solum* de pequena espessura. A decapitação de todo o *solum* em alguma parte da encosta, geralmente nas partes mais baixas, expõe o horizonte C à intensa remoção de partículas e, por solapamento, a voçoroca cresce rapidamente no material pouco coerente e que está intimamente relacionado com o clima, topografia do terreno, gênese do solo, forma de manejo e classe do solo (Macedo *et al*, 1998).

O modelo é uma criação intelectual, produto da reflexão, destinada a representar uma realidade ou alguns de seus aspectos, a fim de torná-lo inteligível qualitativa e quantitativamente, se for o caso (Chorley & Hagget, 1967). A existência de modelos jaz na impossibilidade cultural de descrever os objetos, esgotando as possibilidades de sua observação.

Não sendo transparente para o homem, o mundo se lhe apresenta como um permanente desafio à sua descrição. Dentre os vários aspectos, os modelos apresentam uma analogia, sempre que possível, mas nem sempre desejável, com o objeto real.

De acordo com Chorley & Hagget (1967), a característica mais importante dos modelos é que sua construção implica uma atitude altamente seletiva em relação às informações, na qual não só as interações como os sinais menos importantes são eliminados para permitir que se observe algo da intimidade das coisas. Desta forma, os modelos podem ser considerados como aproximações seletivas que, pela eliminação de detalhes, permitem o aparecimento de alguns aspectos

fundamentais relevantes ou interessantes do mundo real sob alguma forma generalizada. A possibilidade de ser inexato e desigual em relação ao seu original é que, em última análise, permite ao modelo revelar o que se deseja.

Um modelo serve a muitos propósitos, mas serve fundamentalmente para comunicar alguma coisa sobre o objeto da modelagem de forma a gerar um entendimento mais completo sobre a realidade; a ação de modelar, por sua vez, impõe a quem modela uma visão clara e sem ambigüidades de quem ou do que está sendo modelado, além de exigir uma correta seleção dos elementos do universo do discurso que compõem a visão a ser representada.

Como observam Chorley & Hagget (1967), um modelo é uma estruturação simplificada da realidade que apresenta supostamente características ou relações sob forma generalizada. Os modelos são aproximações altamente subjetivas, no sentido de não incluem todas as observações e mensurações e medições associadas, mas, como tais, são válidas por ocultarem detalhes secundários e permitirem o aparecimento dos aspectos fundamentais da realidade. Esta seletividade significa que os modelos têm graus variáveis de probabilidade de aplicação e um alcance limitado de condições sobre as quais se aplicam. Os modelos de maior sucesso têm alta probabilidade de aplicação e extensa gama de condições sobre as quais aparecem apropriados.

Com efeito, o valor de um modelo é muitas vezes diretamente relacionado ao seu nível de abstração. Capra (1983) observa que todas as “leis da natureza”, que os modelos estabelecem são transitórias e destinadas a serem substituídas por leis mais precisas à medida que os modelos são aperfeiçoados. Esse estado provisório é atestado pelas “constantes fundamentais” (por exemplo, a velocidade da luz), ou seja, “quantidades cujos valores numéricos não são explicados pela teoria, mas que nela tem que ser inseridos após terem sido determinados empiricamente”.

## **5.2- O modelo de voçorocas proposto pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo.**

Com base no Manual de Controle de Erosão (1990) preparado pelo Órgão supracitado, que contém bases conceituais e técnicas, diretrizes para o Planejamento Urbano e Regional e orientações para o controle de

voçorocas urbanas, depreende-se que **a formação e desenvolvimento de uma voçoroca ocorre unicamente pela surgência de água de subsuperfície que dá origem a sulcos profundos**, sem a menção de demais fatores desencadeadores igualmente capazes de gerar tal impacto ambiental negativo. A água de subsuperfície é, de acordo com esta definição (I.P.T., 1990), a única e exclusiva responsável pela ocorrência de voçorocas. Este modelo conceitual, segundo a pesquisa desenvolvida, é passível de ocorrência desde que o afloramento intenso e concentrado do aquífero aconteça em um determinado ponto do solo e subsolo, sem a menção e ocorrência de demais fatores desencadeadores (chuvas torrenciais, erosão laminar, erosão em sulcos, ventos, insolação, baixos índices de matéria orgânica, restrição de fauna endopodônica, solos suscetíveis à erosão, etc.), agindo concentradamente nesse ponto e provocando a ruptura dos agregados e os horizontes do solo e por consequência, o desmanche do mesmo pelo afloramento da água subterrânea, de subsuperfície ou ainda, água do lençol freático. O ponto que se questiona preliminarmente sobre o modelo apresentado é sua essência extremamente estreita, limitada e pouco abrangente se levarmos em consideração que a voçoroca é fruto da ocorrência conjunta e/ou cumulativa de diversos eventos e fenômenos naturais e/ou antrópicos que agem sobre o solo e subsolo e propiciam o desencadeamento e progressão de tal degradação ambiental. A interpretação apresentada estrangula e limita indevidamente os fatores que causam a ocorrência de voçorocas, pois restringe erroneamente o aparecimento de voçorocas ao surgimento de águas de subsuperfície, desprezando inúmeros outros agentes naturais/antrópicos, que igualmente concorrem em conjunto ou isoladamente para seu surgimento. Se, adotado fosse, o modelo conceitual do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, a ocorrência de voçorocas por escavação irregular de taludes de encostas, de desnudação de encostas, de exploração desenfreada de jazidas minerais, de precipitação pluviométrica elevada, de evolução de sulcos e ravinas, de retirada excessiva de material terroso de áreas de empréstimo e demais ações causadoras de erosão antrópica/acelerada e/ou natural/geológica deveriam ser reformuladas radicalmente, pois não expressam a realidade e causas da grande maioria das feições erosivas de grande magnitude que se observa em nosso país e em outros, com condições climáticas favoráveis à sua ocorrência e evolução. Imputar exclusivamente às águas de subsuperfície e, tão somente a elas, o aparecimento de voçorocas é,

de acordo com as definições posteriormente pesquisadas e aqui colocadas, um grave erro conceitual que cerceia as causas que dão origem a feição mais danosa do processo erosivo. Pela análise do manual do I.P.T. onde se encontra o modelo objeto do trabalho, pode-se também depreender que o mesmo pode ter sido fruto das condições climáticas propícias à ocorrência e aparecimento de voçorocas encontradas na Bacia do Peixe-Paranapanema e onde se desenvolveram inúmeras pesquisas que contemplaram equações empíricas de perdas de solo que resultaram em mapas de erosividade, erodibilidade, fator topográfico e uso e ocupação do solo, sem a comparação com outras áreas que possuem índices pluviométricos médios diversos daqueles verificados.

### **5.3 - A IMPORTÂNCIA DO SOLO COMO RECURSO AMBIENTAL**

O solo, como a água, é um recurso vital para a humanidade, mas geralmente esse recurso é mal avaliado. Somente 11% da área mundial não apresenta limitações para uso agrícola; em 28% o clima é muito seco, e em 10% é muito úmido; em 23% o solo apresenta desequilíbrios químicos críticos e em 22% é muito raso; os 6% restantes estão permanentemente congelados (FAO, 1980). Existem diferentes formas de degradação relacionadas aos vários componentes verticais de uma unidade de terra: atmosfera, vegetação, solo, geologia e hidrologia.

A degradação ambiental pode ser proveniente, por exemplo, das condições atmosféricas adversas que vêm sendo induzidas pelo homem, provocando a mudança do clima global, ou pode ser pela retirada da própria cobertura vegetal e da população animal (densidade e diversidade), por meio da ação direta do homem e agravada pelos períodos de seca, de natureza mais ou menos cíclica. Dessa forma, a degradação das condições do solo é muito mais séria, no sentido de que não é facilmente reversível, uma vez que os processos de formação e regeneração do solo são muito lentos. A degradação se apresenta de diversas formas, sendo a mais conhecida a erosão. Os processos de formação do solo são lentos, necessitando de duzentos a mil anos para formar 2,5 cm de solo, e isso sob condições agrícolas normais (Kendall e Pimentel, 1994, *in* Araújo *et al*, 2005).

No Brasil, o solo é citado na lei federal nº 6.938/81, que trata da Política Nacional do Meio Ambiente (P.N.M.A.), como recurso ambiental, e, sendo assim, merece tratamento adequado visando a

preservação/proteção de suas características edáficas originais, para o sustento da raça humana, bem como para a devida sustentabilidade da natureza. O Brasil possui o invejável percentual de 75% de seus solos agrícolas e relativamente férteis, significativa diversidade de tipos de solos, subsolos, climas, ecossistemas, fitofisionomias, fauna, biomas, etc; e, sendo assim, justificam-se todos os esforços possíveis e imagináveis que tenham como objetivo precípuo a conservação de nossa megabiodiversidade, enfatizando aí a riqueza de nossos solos e subsolos.

O papel dos solos em sustentar a sociedade e o meio ambiente é complexo, e os resultados das pesquisas têm, constantemente, contribuído para que as funções exercidas pelos solos sejam mais bem compreendidas e, conseqüentemente, a sociedade possa utilizar, de forma mais adequada esse recurso natural.

Portanto, a Geomorfologia, ciência que estuda o relevo da superfície terrestre, sua classificação, descrição, natureza, origem e evolução, incluindo análise dos processos formadores da paisagem (IBGE, 2004), se apresenta como ferramenta adequada para tratar preventivamente de questões que tratem de modelos e assuntos relacionados a perdas de recursos edáficos, processos erosivos diversos, modelagem de relevos e movimentos de massa de diferentes magnitudes que assolam inúmeras áreas urbanas e rurais no Brasil e que demandam grande aplicação de recursos públicos/privados para sua devida mensuração e mitigação. A investigação e estudo dos processos erosivos no Brasil é de extrema importância, levando-se em consideração o clima tropical e a grande espessura do manto de intemperismo, resultado da elevada precipitação e das altas temperaturas que corroboram para o aumento da profundidade, da fertilidade e da fauna endopedônica da grande maioria de nossos solos. A degradação dos solos deve ser combatida sob todos os aspectos, tendo em vista que o processo de formação dos mesmos em solos tropicais é extremamente lento, podendo durar de centenas a milhares de anos. Segundo Goudie (1995), os seres humanos têm sido responsáveis pela aceleração das taxas pelas quais os sedimentos são removidos das encostas, de várias maneiras, se depositando nas áreas mais deprimidas e nos rios, lagos, baías e reservatórios, causando o assoreamento e poluição desses corpos líquidos.

Conforme citado por Goudie (1995), a erosão que ocorre numa encosta é resultante de processos como salpicamento, escoamento

superficial e ravinamento, que por sua vez dependem da erosividade da chuva, da erodibilidade dos solos, das características das encostas e da natureza da cobertura vegetal. A erosão acelerada ocorre onde se interfere nos ecossistemas, iniciando pela remoção da cobertura vegetal e continuando pelo uso e manejo inadequados das atividades agrícolas, urbanização, mineração e outras atividades econômicas.

Nas áreas urbanas, o desmatamento, o corte dos taludes e a construção de casas e ruas são as principais causas do surgimento das voçorocas. Aquelas causadas pelo escoamento superficial têm sua origem inicial em pequenas ravinas, que evoluem através do tempo, podendo em poucos anos passar de pequenos sulcos para cavidades que atingem dezenas de metros de largura, profundidade e comprimento (Guerra *et al.*, 1995). Baseado nessas premissas e na elevada ocorrência de movimentos de massa, em grande parte do país, é que se propõe a discussão do modelo conceitual de voçorocas, sua origem e evolução, adotado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo que difere totalmente dos demais conceitos empregados por especialistas brasileiros de renome e também de pesquisadores internacionalmente reconhecidos e que alimenta e aguça ainda mais a discussão sobre a compreensão da feição mais saliente, profunda e devastadora do processo de erosão. Eventualmente, surgirão outras definições inerentes ao assunto tratado, que auxiliam diretamente na interpretação do mesmo, bem como verticaliza a abordagem necessária ao pleno desenvolvimento do tema.

#### **5.4 A Voçoroca (outras definições pertinentes)**

O capítulo em tela pretende apresentar inúmeras definições concernentes à voçoroca, ampliando assim a gama de proposições apresentadas e a possibilidade de controvérsia a partir da comparação com a definição do I.P.T. (1990) anteriormente apresentada. Conforme Cavaguti (1994, *in* Cerri, 1997), “boçoroca, voçoroca, ravina, sulco, buracão, grota, grotão, moçoroca, erosão, cavão e desbarrancado” são expressões utilizadas para designar o processo erosivo. Esta diversidade de expressões é a primeira das discussões que deve ser questionada e enfocada como provocadora de uma certa confusão no meio acadêmico, resultante da sabedoria popular e da grande diversidade regional que impera em nossa nação.

Porém, vale salientar que a expressão mais utilizada em geomorfologia para representar o efeito maior do processo erosivo é voçoroca. Ainda segundo Cavaguti (1994, *in* Cerri, 1997), o termo está presente no Dicionário Geográfico do Brasil para indicar um afluente do Rio São João no Paraná e, em 1899, Toledo registra no seu Dicionário Topográfico da Comarca de Casa Branca os termos soroca, bassoroca, botoroca, vossoroca e bossoroca para significar *terra rasgada*.

Para Nishiyama (1995, *in* Cerri, 1997), apesar da voçoroca representar importante e comum forma de erosão, especialmente em países de clima tropical, não se verifica uma terminologia específica em língua inglesa que diferencie ravinas de voçorocas.

Guerra (1972, *in* Cerri, 1997) define voçoroca como uma escavação ou rasgo do solo ou de rocha decomposta, ocasionado pela erosão de lençol de escoamento superficial. O Glossário de Termos Técnicos de Geologia de Engenharia da ABGE (1985, *in* Cerri, 1997), apresenta a voçoroca como forma erosiva trabalhada pela erosão superficial e pelo solo provocado pela erosão subterrânea em terrenos geralmente arenosos que podem originar escavações de paredes abruptas de dezenas de metros de profundidade, centenas de metros de largura e comprimento. Tratam-se de feições relativamente recentes, em grande parte provocadas pelos desmatamentos.

Canil *et al.* (1995, *in* Cerri, 1997) recorrem ao conceito formulado por Guidiccini & Nieble (1976, *in* Cerri, 1997), no qual essas feições erosivas são produtos da ação combinada das águas do escoamento superficial e subterrâneo, desenvolvendo processos e fenômenos como o *pip-ing*, liquefação de areias, deslizamentos, corridas de areia, etc.

Canil *et al.* (1995, *in* Cerri, 1997) complementam que as voçorocas também podem se formar a partir do aprofundamento de ravinas até o nível freático e são denominadas de voçorocas de encosta. Em geral, as voçorocas são ramificadas, de grande profundidade, apresentam paredes irregulares e perfil transversal em “U”.

Oliveira (1994, *in* Cerri, 1997) destaca as voçorocas, que se desenvolvem sob a ação combinada das concentrações de escoamentos, tanto superficiais quanto subsuperficiais. Maciel Filho (1994, *in* Cerri, 1997) define “ravina como o sulco em que o agente erosivo é a água da chuva e voçoroca aquele em que o agente erosivo é a água da chuva e subterrânea”.



Conforme Rodrigues (1982, *in* Cerri, 1997), as voçorocas são ravinas profundas que se desenvolvem, tanto em sedimentos como em solos, nos taludes naturais e artificiais. Esse tipo de erosão surge em qualquer terreno, porém preferencialmente nos sedimentos silto-arenosos recentes, face à sua relativa facilidade com que são erodidos, devido à sua baixa compactação. Ainda segundo aquele autor, quando as voçorocas atingem uma determinada profundidade podem interceptar o lençol freático, que passa também a atuar, com as águas superficiais, acelerando os processos erosivos.

A ação das águas subterrâneas na evolução das voçorocas é intensificada durante o período chuvoso, quando há expressivo aumento de fluxo.

Maciel Filho (1994, *in* Cerri, 1997) define "ravina como o sulco em que o agente erosivo é a água da chuva e voçoroca aquele em que o agente erosivo é a água da chuva e subterrânea.

O vocabulário do I.B.G.E. (2004) considera voçoroca aquela escavação mais ou menos profunda, que ocorre geralmente em terreno arenoso, originada pela erosão. É formada devido à ação da erosão superficial ou mais frequentemente, pela ação combinada da erosão superficial e da erosão subterrânea. A erosão superficial tem como pontos de partida estradas antigas, valetas, ou também pontos topográficos favoráveis. Pode alcançar profundidades de várias dezenas de metros e extensão de centenas de metros. O *United States Conservation Service* (1966, *in* Cerri, 1997) considera sulco quando se pode recuperar oentalhe erosivo por operações normais de preparo do solo; caso contrário, trata-se de ravina.

Com o aprofundamento da ravina, esta irá interceptar o lençol freático e, a partir deste instante, ocorre a ação simultânea das águas de escoamento superficial e das subsuperficiais, tornando o processo bem mais complexo e, fazendo com que a ravina original atinja grandes dimensões. Este estágio é denominado voçoroca. Este capítulo visa objetivamente relacionar inúmeras terminologias que tratam do assunto que se questionado, haja vista que os diversos autores consultados apresentam opiniões conexas, diferindo apenas na conceituação do fenômeno, nos termos empregados, origem, ordenação, escala temporal e riqueza de detalhes abordados.

## 5.5 - Causas e evolução do voçorocamento

Como se pode observar e concluir, com base na maioria absoluta das definições anteriormente apresentadas por especialistas de diversas áreas e diversos campos de conhecimento, pode-se considerar a voçoroca como produto da ação combinada das águas do escoamento superficial e subterrâneo, desenvolvendo processos e fenômenos como o *piping*, liquefação de areias, deslizamentos, corridas de areia, etc.

São erosões de grande porte, com formas variadas e de difícil controle quando se instalam ao longo dos cursos d'água, principalmente nas suas cabeceiras. A definição de Guidiccini & Nieble (1976, *in* Cerri, 1997) é aqui empregada e apresentada, pois reúne os fatores desencadeadores da voçoroca e suas possíveis consequências. Oliveira (1994, *in* Cerri, 1997) reforça a definição de Guidiccini & Nieble (1976, *in* Cerri, 1997) e reconhece a voçoroca como produto do desenvolvimento das concentrações de escoamentos, tanto superficiais quanto subsuperficiais. Para Prandini (1974, *in* Cerri, 1997), a voçoroca também se distingue por ser uma forma erosiva progressiva causada pela ação combinada de águas superficiais e águas subterrâneas. Existem diversas outras definições de voçorocas que exprimem basicamente a mesma causa e que se assemelham e concluem que a voçoroca é produto da ação combinada de águas superficiais e subsuperficiais, agindo em conjunto ou isoladamente, mas em nenhuma hipótese, afirmar que se inicia pelo afloramento ou ascensão de águas subsuperficiais, contrariando severamente as demais opiniões.

A erosão por ravinas e voçorocas é causada por vários mecanismos que atuam em diferentes escalas temporais e espaciais. Todos derivam de rotas tomadas pelos fluxos de água, que podem ocorrer na superfície ou em subsuperfície (Coelho Netto, 1998). Selby (1990), por exemplo, salienta que voçorocas se formam quando um pequeno grupo de fatores se conjugam, em áreas submetidas a mudanças ambientais, quais sejam: aumento local de declividade, concentração de fluxos de água e remoção de cobertura vegetal.

Outro ponto que merece destaque é com relação a didática e a confusão que se causa no meio acadêmico quando se comparam estes modelos, já que a insustentabilidade do modelo criticado é flagrante e não encontra outras correntes e pontos de convergência entre os

pesquisadores da área, com exceção das águas subterrâneas como fator causador que também podem ser responsáveis pela deflagração do processo de voçorocamento. Os estudantes que se aprofundam no tema e que e por acaso, consultam as apostilas e demais materiais didáticos elaborados pelo órgão (Instituto de Pesquisa Tecnológica/S.P.) podem ter seu entendimento prejudicado pela evidente diferença que o modelo criticado apresenta em seu teor. As demais opiniões pesquisadas diferem apenas nos termos técnicos utilizados e nos requintes de informações, mas, se analisadas em conjunto, retratam e remetem basicamente ao mesmo ponto em comum, onde se elegem sempre diversos fatores como responsáveis pelo voçorocamento. O modelo conceitual adotado é sem dúvida divergente da grande maioria e pode contribuir para se verticalizar as pesquisas e se avançar nas discussões acerca da questão, já que do ponto de vista prático, é diverso da maioria das definições apresentadas por pesquisadores, tendo em vista sua inflexibilidade e aplicabilidade para os profissionais que militam nessa seara. Um ponto a ser analisado e discutido remete-se ao fato do cerceamento do modelo conceitual utilizado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas que somente atribui e condiciona a ocorrência de voçorocas ao surgimento de água de subsuperfície, desprezando as demais causas que, consideradas isoladamente, ou, em conjunto, podem determinar a potencialização, início e evolução do evento danoso acima mencionado.

Causa tamanha estranheza este modelo adotado, já que, à primeira vista tal ocorrência só poderá acontecer em regiões que possuam condições propícias (elevada pluviosidade, textura do solo adequada ao armazenamento de água subterrânea, cobertura vegetal farta, proximidade de águas superficiais-rios e lagos, etc.), embora seja comum a presença de voçorocas em outras regiões do Brasil, com condições climáticas diversas das encontradas no estado de São Paulo, onde os técnicos do I.P.T. têm assento e fundamentaram o modelo aqui criticado.

Outro questionamento a ser formulado parte do princípio que a voçoroca estaria então restrita a climas tropicais, subtropicais e equatoriais, onde os altos índices pluviométricos justificariam sua existência, face à provável surgência de água de subsuperfície, em detrimento dos climas áridos e semi-áridos onde se verificam igualmente a ocorrência de voçorocas sem o agente desencadeador previsto e enfatizado pelo referido Instituto.

Oliveira (1999) considera que a associação de ravinas ao escoamento superficial e a de voçorocas ao escoamento subsuperficial se encontram, ainda, às terminologias utilizadas a nível internacional, dificultando nossa comunicação com colegas estrangeiros. Além do mais, considerar que uma incisão com mais de 10 metros de profundidade seja denominada “ravina” esbarra com dificuldades de ordem etimológica que caracterizam nosso linguajar brasileiro (ver, por exemplo, a origem dos termos “*ravin*” e “*ravine*” em francês e do termo “voçoroca”, ou “boçoroca” em português). Caso a erosão se desenvolva por influência, não somente das águas superficiais, mas também dos fluxos de água subsuperficiais, onde se inclui o lençol freático, configura-se o processo mais conhecido por boçoroca ou voçoroca, com desenvolvimento de *piping*. O fenômeno de *piping* provoca a remoção de partículas do interior do solo formando canais que evoluem em sentido contrário ao do fluxo de água, podendo dar origem a colapsos do terreno, com desabamento que alargam a boçoroca ou criam novos ramos. Assim, a voçoroca, é palco de diversos fenômenos: erosão superficial, erosão interna, solapamentos, desabamentos e escorregamentos, que se conjugam no sentido de dar a essa forma de erosão de elevado poder destrutivo.

De acordo com estas três últimas definições apresentadas, chega-se à conclusão que o processo de voçorocamento jamais pode ser atribuído apenas a surgência de água proveniente do lençol freático, e, sim, à conjugação de diversos agentes para sua ocorrência.

É de relevante interesse destacar que esse modelo dificulta igualmente a compreensão de profissionais envolvidos na reabilitação de áreas degradadas, haja vista que estes projetos de mitigação de impactos em sua atuação nos mais diversos ecossistemas do Brasil, onde em cada um deles se verificam condições divergentes e que normalmente são solucionadas de forma heterogênea, já que o fator climático não permite a surgência de água de subsuperfície em regiões com pluviosidade anual em torno de 500 mm, onde a erosão tem outras origens totalmente opostas àquele modelo. A definição ora analisada não se vale de relatórios, pesquisas ou levantamentos que atestem e referendam a surgência de água de subsuperfície como fator predominante na ocorrência de voçorocamento e seu desencadeamento.

O antropismo é, com certeza, no Brasil e outras nações do mundo subdesenvolvido, o grande fator causador de voçorocas, sendo ínfima a

ocorrência das mesmas pela exclusiva surgência de água de subsuperfície, como apregoado no modelo ora criticado.

## **5.6- Reabilitação Ambiental**

O diagnóstico de uma área degradada é o primeiro passo se quisermos, realmente, atuar na sua recuperação de maneira efetiva e duradoura, e isso muitas vezes não acontece (Guerra e Marçal, 2006).

Nesse sentido, a Geomorfologia, por se preocupar em entender as formas de relevo, como se originam e evoluem, no tempo e no espaço, e sua trajetória, quais os processos associados e quais os materiais constituintes envolvidos pode dar uma grande contribuição na elaboração do diagnóstico.

Urge definir exatamente o significado da expressão “reabilitação ambiental”, face aos inúmeros conceitos existentes, alguns análogos e outros empregados erroneamente por pura falta de conhecimento e/ou confusão com demais definições. Majer *et al* (1989, *in* IBAMA, 1990) definem recuperação como um termo genérico que cobre todos os aspectos de qualquer processo que visa a obtenção de uma nova utilização para a área degradada. Inclui o planejamento e o trabalho de engenharia e normalmente, mas nem sempre, processos biológicos. Para o IBAMA (1990), a recuperação significa que o sítio degradado será retornado a uma forma e utilização de acordo com o planejamento preestabelecido para o uso do solo.

Implica que uma condição estável será obtida em conformidade com os valores ambientais, estéticos e sociais da circunvizinhança. Ao citar outros autores, Majer *et al* (1989, *in* IBAMA, 1990) definem a reabilitação como o retorno da área a um estado biológico apropriado.

Esse retorno não pode significar o uso produtivo da área a longo prazo, como a implantação de uma atividade que renderá lucro; ou atividades menos tangíveis em termos monetários, visando a recreação ou a valorização estético-ecológica. A NBR 13030 (1993) define reabilitação como um conjunto de procedimentos através do qual se minimizam os impactos bióticos e abióticos causados pelas atividades de mineração, de acordo com o planejamento preestabelecido. Houaiss (2001) define recuperação como ato ou efeito de recuperar-se e recuperado aquilo que se recuperou; novamente adquirido.

A legislação brasileira (Art.225 da Constituição Federal de 1988) usa o termo “recuperar áreas degradadas”, enquanto o termo reabilitação é que traduz corretamente o objetivo desta obrigação.

O verbo recuperar tem, na língua portuguesa e no latim *recuperare*, o sentido de “adquirir novamente”, enquanto o verbo reabilitar significa “restituir ao estado anterior” ou “restituir à normalidade”. Por este motivo, entendemos que a legislação deveria empregar o termo “reabilitar áreas degradadas”.

Outra falha verificada nos dispositivos legais federais consultados (Lei 9.605/98-Crimes Ambientais, Lei 6.938/81-Política Nacional de Meio Ambiente, Lei 4.771/65-Código Florestal, Art. 225 da CF/88, Lei 7.347/85-Ação Civil Pública) é que se dá ênfase para a obrigação legal de recuperar áreas degradadas pela atividade mineradora, desprezando também o potencial destrutivo de diversas outras atividades antrópicas de alto potencial destruidor (queimadas, desmatamento, mecanização intensiva, superpastoreio sem manejo, urbanização desordenada, abertura de estradas, uso abusivo de fertilizantes e agrotóxicos, etc.) que igualmente podem ser responsáveis direta e indiretamente pela degradação de solos agrícolas ou não.

Pode-se concluir que é necessária a complementação da legislação federal que trata de reabilitação/recuperação de áreas degradadas, uma vez que a atual é insuficiente, devendo-se incluir também a obrigação de reabilitar sítios que tenham sofrido perturbação de origem antrópica por conta da exploração de outros recursos ambientais além de recursos minerais.

## **6- Metodologia técnica e operacional**

O presente capítulo visa identificar cronologicamente as etapas de desenvolvimento da dissertação, desde a escolha da área de estudo, suas características relevantes e atípicas, passando pela identificação do diagnóstico dos impactos ambientais negativos, as ações mitigadoras mecânicas, edáficas e vegetativas adotadas, o monitoramento das mesmas e as conclusões obtidas a partir do modelo de reabilitação ambiental proposto.

## **6.1 Coleta de dados necessários à reabilitação de área degradada**

A primeira etapa da pesquisa consistiu na coleta de dados necessários à panacéia da questão, com a busca de informações sobre o histórico de uso da área, cobertura vegetal anterior e remanescente, ocupação humana recente, fotos aéreas, croquis, mapas, características pedológicas, declividade, origem e evolução dos processos erosivos, taxas de denudação, dimensionamento da área, microtopografia, análises química e física do solo, etc. A análise de solo realizada (Anexo I) aponta para uma acidez pronunciada e baixo percentual de matéria orgânica.

Após a coleta e análise das 36 amostras de solo foi verificada a identificação dos fatores relacionados à erosão laminar (erosividade, erodibilidade e declividade) e com base nos resultados obtidos, a aferição do potencial erosivo da área, face aos dados coletados.

Os resultados colhidos nos pontos e posteriormente interpretados indicarão a susceptibilidade da área à erosão. Foram coletadas amostras em cinco voçorocas principais denominadas V-01, V-02, V-03, V-04 e V-05 devidamente georreferenciadas, na cabeceira, laterais e em perfil, verificada a densidade relativa com o auxílio do penetrômetro para aferir a taxa de infiltração do subsolo.



**Fig. 8:** Medição da largura da Voçoroca 1 (V-1) com auxílio da trena digital.





**Fig.9:** Coletade amostranoperfildesolo(horizonteC-1m).

## **6.2 Planejamento das ações mitigadoras e subdivisão da área total.**

A segunda etapa passou pelo planejamento das ações mitigadoras implantadas, destacando-se inicialmente a divisão da área total em sub-áreas, objetivando facilitar as ações e subsidiar o detalhamento das práticas que serão implementadas em cada uma delas (voçorocas e platôs). Após a divisão da área total em diversas sub-áreas menores, foi feita uma caracterização da cobertura vegetal, visando a identificação de espécies com potencial para uso no projeto de revegetação (plantio de leguminosas e/ou gramíneas), assim como para o manejo de enriquecimento do solo e vegetação com lodo de esgoto, proveniente de biodigestor anaeróbio. As espécies de leguminosas foram plantadas nas laterais das principais voçorocas (distando cerca de 2m das laterais visando prevenir a perda prematura das mudas em face da dinâmica do processo erosivo) e no eixo das voçorocas (as mudas foram plantadas centralizadas, visando igualmente minimizar as perdas pelos movimentos de massa provenientes do desabamento das laterais das voçorocas).

O lodo de esgoto foi colocado, próximo aos caules das mudas plantadas, visando a melhoria das características químicas do substrato edáfico e o aceleração do desenvolvimento das mudas. O laudo laboratorial (Fig.24) indica que não existe impedimento para uso do mesmo no enriquecimento do solo na reabilitação ambiental de áreas degradadas, pois o objetivo é o aproveitamento do material disponibilizado pelo Serviço Autônomo de Água Potável (S.A.A.E./V.R.) em locais onde os nutrientes do solo e do subsolo já tenham sido levados pela lixiviação intensa, agravada pela retirada da cobertura vegetal.



**Figs. 10 e 11:** Aplicação de lodo de esgoto desidratado nas mudas do topo do morro Santa Clara.

### **6.3 Efetivação das medidas de conservação do solo e revegetação de área degradada**

A terceira etapa prevista teve como objeto a definição prévia das mais diversas práticas mecânicas corretivas a serem efetivadas para suavização da inclinação dos taludes (45°-100% de declividade), eliminação de bermas e ângulos negativos, terraceamento com construção de escada dissipadora e canaletas de crista, edificação de paliçadas no interior das voçorocas, para contenção das paredes verticais dos taludes e para a redução da velocidade de escoamento superficial (*runoff*) da enxurrada em sulcos, contribuindo para a retenção dos sedimentos transportados. Foram previamente edificados cerca de dois mil metros cúbicos de muro de solo-cimento no interior das principais voçorocas da área, visando à sedimentação do material erodido por atorro hidráulico, de modo que possa agir na redução da velocidade de escoamento superficial da enxurrada dos sulcos, contribuindo para futuro surgimento de vegetação espontânea e plantio à montante dos respectivos muros, bem como para atenuar o risco de carreamento de material para os fundos dos lotes próximos à base do talude. Outra ação mecânica que deveria ter sido efetuada diz respeito a construção de uma grande canaleta de concreto no platô do morro, com o objetivo de coletar as águas pluviais e desviá-las para a rede pública, evitando assim o aporte das mesmas no interior da rede de voçorocas. Os resultados obtidos com o monitoramento indicam que os muros de sacos não são eficientes em todas as situações, pois, por não serem ancorados não suportam o solo e o excesso de água que se acumulam à montante e desabam. Os drenos colocados em sua parede frontal não foram eficientes para drenar as águas pluviais, conforme se observa na figura 12. As paliçadas seriam a melhor opção para se reter o solo proveniente do topo do morro, pois impedem a passagem do material terroso e permitem o escoamento das águas pluviais de montante.



**Fig. 12:** Vista de um muro de saco construído no interior de uma voçoroca para retenção de sedimentos e posterior plantio à montante.  
Foto: Gurgel Júnior, 2005.

#### **6.4- Monitoramento das ações mitigadoras (revegetação e práticas mecânicas adotadas)**

Após a efetivação de todas as ações previstas no planejamento inicial, faz-se imprescindível o acompanhamento sistemático *in loco* da evolução do processo de reabilitação da área atingida. O monitoramento proposto visa verificar em campo a eficácia das medidas adotadas ao longo do tempo, através da observação criteriosa e detalhada dos fatores bióticos (vegetação) e abióticos envolvidos e relacionados. Essa mensuração periódica, que possibilita a quantificação dos processos, constitui o monitoramento.

Ele foi feito, por exemplo, através de fotografias aéreas, imagens de satélite ou de radar, estações experimentais, coleta de amostras de solo, sedimentos, etc. Em face da heterogeneidade dos processos erosivos verificados e conformação do relevo da área estudada, torna-se difícil e precipitada qualquer medida que antecipe a forma de controle adequada.

A periodicidade das vistorias foi mensal nos períodos de estiagem e semanal nos períodos de alta precipitação.

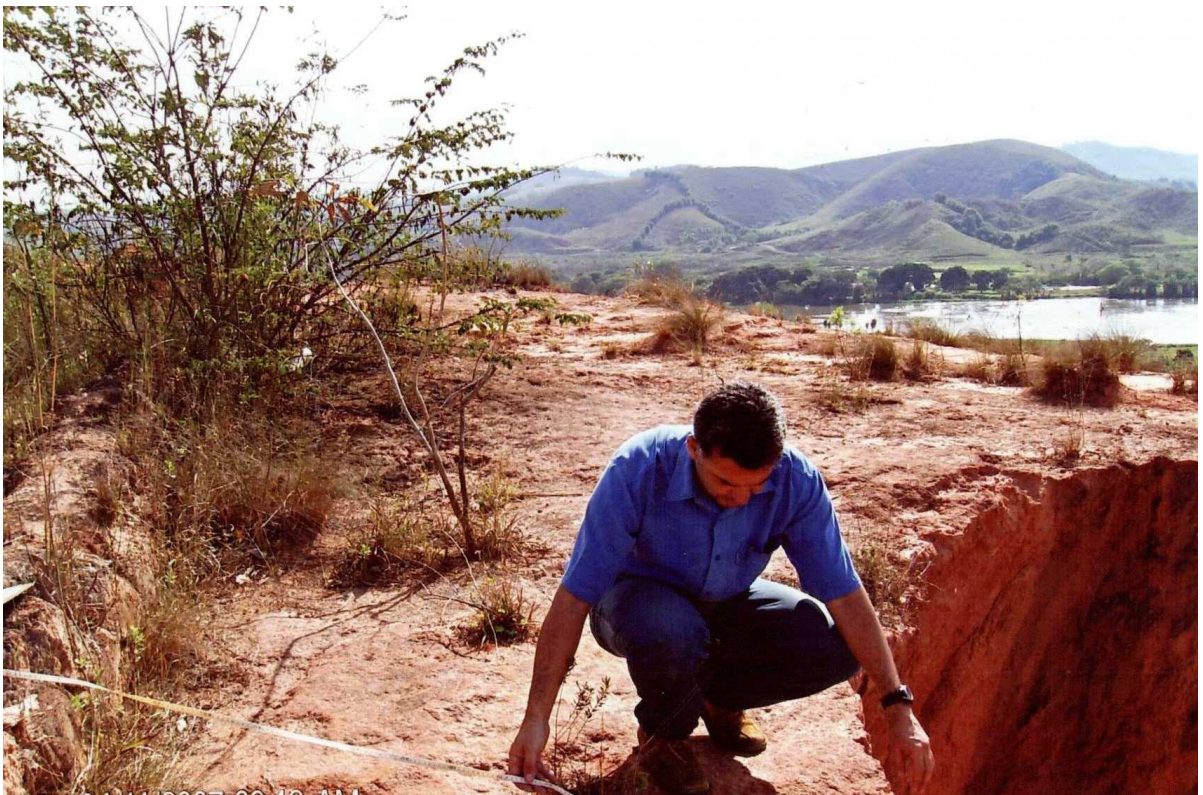
Estima-se que este período mínimo de três anos seja capaz de tornar o sistema auto-sustentável, desde que adversidades de ordem natural e/ou antrópica não interfiram bruscamente na evolução natural do processo de reabilitação.

## 6.5- Monitoramento através de estacas de erosão

As estacas de erosão foram colocadas nas cabeceiras de oito voçorocas devidamente georreferenciadas. As referidas estacas são de madeira e suas “cabeças” foram pintadas com tinta vermelha, constando a numeração da voçoroca monitorada. As voçorocas denominadas dois e oito foram propositalmente escolhidas por estarem localizadas nas laterais do morro e, portanto, menos sujeitas à erosão laminar e movimentos de massa localizados pela conformação do terreno e presença de vegetação rasteira próximo aos pontos. As estacas foram colocadas em 01/02/2005, sendo subtraídos os centímetros erodidos pela ação das chuvas. Foram colocadas estacas extras (em número de 08), distando 3 metros à montante da primeira estaca, caso a perda de solo fosse excessiva em algum dos oito pontos monitorados.

Coordenadas Geográficas das oito voçorocas monitoradas (aferidas com GPS, modelo Garmin).

<b>Coordenadas das voçorocas monitoradas</b>	
V-01: 0598536/7511782	V-05: 0598454/7511814
V-02: 0598493/7511827	V-06: 0598447/7511818
V-03: 0598483/7511823	V-07: 0598436/7511811
V-04: 0598467/7511823	V-08: 0598453/7511777



**Fig.13:** Monitoramento das estacas de erosão colocadas na cabeceira da v  
oçoroca V-1, com o emprego de trena, para quantificação das perdas de so  
lo.



## 7-INTERVENÇÕES E DA FLORESTAS ADOTADAS

### 7.1 Isolamento da área

Dada a declividade acentuada do entorno da área (base do talude) e a falta de informações dos moradores mais antigos das imediações, não foi necessário o isolamento da área em questão para prevenir a entrada de bovinos, eqüinos, caprinos e demais animais com potencial para causar danos às mudas e demais práticas mecânicas e edáficas efetuadas.

Foi colocada uma placa informativa/educativa na área, fixada na base da encosta, visando alertar e informar aos eventuais transeuntes a intervenção do Poder Público Municipal no local.



**Fig.14:** Placa indicativa do empreendimento proposto pela Prefeitura Municipal de Volta Redonda.

## 7.2-Combate às formigas cortadeiras

Foi executado o prévio controle de formigas saúvas cortadeiras que foram detectadas no cume do morro e imediações por conta do início dos trabalhos e de vistorias prévias de campo. O combate de formigas foi feito preventivamente com o auxílio de Termonebulizador (Multifog 2000 L F) nos focos (olheiros) espalhados no cume do morro e adjacências.

Após o período de plantio, o controle de herbivoria será realizado com o emprego de iscas granuladas (formicidas) nas entradas dos olheiros.



**Fig.15:** Combate inicial às formigas cortadeiras (saúvas) com o emprego de termonebulizador.

Foto: Gurgel Júnior, 2005.

O aparelho foi novamente utilizado por ocasião do plantio, onde geralmente observa-se a ocorrência de outros focos (olheiros) em decorrência da movimentação constante e superficial de terra. A escolha do aparelho citado deveu-se basicamente à eficácia do produto químico utilizado (organofosforado) em atividades agrícolas em geral, ao seu amplo espectro de combate (contato, ingestão, fumigação e profundidade) e também à redução de risco de agressão ao meio ambiente, animais ou aves, como ocorre com os granulados que são espalhados pelo terreno ou depositados na entrada do formigueiro (olheiro). O combate às espécies cortadeiras é de extrema importância para o sucesso da empreitada, dado o alto potencial de destruição de espécies palatáveis por formigas cortadeiras. A espécie combatida encontrada em grande número no local é a Saúva Limão (*Atta sexdens rufopilosa*). As formigas cortadeiras do gênero *ATTA* (saúva) e *ACROMYMEX* (quenquéns), estão entre as mais importantes pragas da agricultura nacional, pois o ataque voraz se dá durante o ano todo e estão disseminadas por todo o país. O posterior controle de herbivoria foi executado com formicida granulado (Fig.19, pág.53) acondicionado em garrafas plásticas para proteção contra umidade excessiva.

O controle e monitoramento vêm obtendo resultados satisfatórios e as formigas cortadeiras não estão causando maiores danos às mudas plantadas.

### 7.3- Construção de muros de solo-cimento

Foram preliminarmente edificados cerca de dois mil metros cúbicos de muro de sacos no interior das principais voçorocas da área, visando à sedimentação do material erodido por aterro hidráulico, de modo que possa agir na redução da velocidade de escoamento superficial da enxurrada dos sulcos, contribuindo para, futuro surgimento de vegetação espontânea e condições favoráveis para plantio à montante dos respectivos muros.



**Fig.16:** Edificação de muros de solo-cimento para retenção de sedimentos carreados de montante.

Foto: Gurgel Júnior, 2005.

## 7.4-Plantio

A vegetação tem uma função extremamente importante no controle da erosão pluvial. As perdas de solo devido à erosão pluvial podem ser diminuídas em até mil vezes (USDA, *Soil Conservation Service*, 1978 in Araújo *et al*, 2005), mantendo-se uma cobertura densa de gramíneas ou vegetação herbácea. Os efeitos benéficos da vegetação herbácea e de gramíneas na prevenção da erosão pluvial são assim apresentados:

- **Interceptação.** As folhagens e os resíduos de plantas absorvem a energia da chuva e impedem o destacamento do solo pelo impacto da chuva.
- **Contenção.** O sistema radicular atua ou contém fisicamente as partículas do solo, enquanto as partes acima da superfície filtram os sedimentos do escoamento superficial.
- **Retardamento.** Os caules e as folhagens aumentam a rugosidade da superfície e diminuem a velocidade do escoamento superficial.
- **Infiltração.** As plantas e seus resíduos ajudam a manter a porosidade e a permeabilidade do solo, conseqüentemente, atrasando, ou mesmo impedindo o início do escoamento superficial.

Segundo Kageyama (2001) o entendimento do processo de sucessão ecológica nos ecossistemas naturais, tanto em áreas primárias como em áreas antropizadas é importante para servir como referencial para a implantação de florestas mistas, principalmente de proteção ambiental. A sucessão natural é um modelo a ser copiado quando queremos reabilitar uma área degradada. No morro Santa Clara foram plantadas espécies pioneiras, entre as quais podemos destacar: Acácia Mangium, Acácia Holosericea, Angico branco e Angico vermelho, Cássia Imperial, Ingá, Sansão-do-Campo, Sibipiruna, Sombreiro e Leucena. Foram também plantadas espécies frutíferas (Goiaba do Mato, Pitanga, Amora, Jamelão) que colaboram para a dispersão espontânea de sementes e atração da avifauna.

## 7.5 - ESTRATÉGIA E ESPAÇAMENTO DE PLANTIO

Nesta proposta foi utilizada a estratégia inicial de plantio nos terraços ainda preservados, visando a atenuação da erosão por salpicamento pelo rápido desenvolvimento das espécies pioneiras e secundárias iniciais e tardias (a serem plantadas futuramente) e o impacto causado pelo escoamento superficial. A água pode tomar vários caminhos: primeiro causa o *splash*, depois se infiltra, aumentando o teor de umidade, podendo saturar o solo, e, finalmente, pode se armazenar nas irregularidades do solo, formando as poças que eventualmente poderão dar início ao escoamento superficial (Guerra, 2001). O espaçamento entre mudas adotado foi de 1,5m entre mudas e 2m entre linhas.

Conforme Kageyama (2002) a baixa densidade de plantio deve ser adotada quando se exige baixos custos na aquisição de mudas e no plantio e quando se pretende a regeneração mais fácil no futuro. Não foi possível a execução de plantio em curvas de nível face à necessidade imediata de proteção dos terraços e à insuficiência temporária de recursos para compra de mudas para proteção das paredes das encostas e gramíneas para o interior/entorno de algumas voçorocas. As covas foram abertas manualmente e seu dimensionamento variou de acordo com o tamanho das mudas adquiridas, variando de 30cm x 30cm x 30cm à 45cm x 45cm x 45cm. O esquema de espaçamento foi implantado com o auxílio de varas de bambu devidamente cortadas no tamanho ideal para marcação e abertura de covas.

Conforme relatado anteriormente foi dispensada a operação de desbrotaamento pois não existem espécies invasoras/competidoras nos locais plantados. As mudas foram manuseadas pela embalagem, transportadas em padiolas e sacos, sem contato manual com os ramos superiores. As embalagens das mudas (saquinhos) foram retiradas antes do plantio, com o cuidado de não se desfazer o torrão. A retirada das mudas dos sacos foi feita com o auxílio de facas e canivetes. Os plantadores foram orientados a realizar a poda corretiva nas mudas que apresentaram a raiz principal torcida, fato que pode atrasar e prejudicar o crescimento da mesma. O colo da muda foi posicionado de forma a acompanhar o nível da superfície do terreno, evitando-se assim o amontoamento de material sobre o caule.

Foram utilizadas no plantio as seguintes ferramentas: cavadeira reta (abertura da cova), cavadeira articulada (aprofundamento da cova e retirada do solo da mesma), enxada (revolvimento do adubo), pá, colher e jardineiro, sacos de estopa (transporte de adubo orgânico), carrinho de mão (transporte de mudas e insumos). Os trabalhos da 1ª Etapa foram iniciados na terceira semana de maio de 2005 e duraram 28 dias conforme esquema abaixo e figura 18 (pág. 49).

**Início do plantio:**

	Segunda-feira: dia 24/05 (5 homens)
	Terça-feira: 25/05 (05 homens)
<b>1ª Semana</b>	Quarta-feira: 26/05 (04 homens)
	Quinta-feira: 27/05 (04 homens)
	Sexta-feira: 28/05 (04 homens)
<b>2ª Semana</b>	Segunda-feira: 31/05 (06 homens)
	Terça-feira: 01/06 (05 homens – chuva)
	Quarta-feira: 02/06 (06 homens – chuva)
	Quinta-feira: 03/06 (06 homens – chuva)
	Sexta-feira: 04/06 (06 homens – chuva)
<b>3ª Semana</b>	Segunda-feira: 07/06 (5 homens)
	Terça-feira: 08/06 (5 homens)
	Quarta-feira: 09/06 (5 homens)
	Quinta-feira: 10/06 – feriado municipal
	Sexta-feira: 11/06 – feriado municipal
	Sábado: chuva
<b>4ª Semana</b>	Segunda-feira: sem plantio (falta de calcário)
	Terça-feira: 15/06 (5 homens – chuva)
	Quarta-feira: 16/06 (5 homens – chuva)
	Quinta-feira: 17/06 (5 homens)
	Sexta-feira: 18/06 (5 homens)
<b>5ª Semana</b>	Segunda-feira: 21/06 (5 homens)
	* Terça-feira: 22/06 (5 homens)
	Quarta-feira: 23/06 (5 homens)
	Quinta-feira: 24/06 (5 homens)
	Sexta-feira: 25/06 (5 homens)
<b>Obs:</b> * Prática de Educação Ambiental com alunos da Escola Marizinha Félix de diversas turmas (6ª, 7ª e 8ª séries do ensino fundamental)	
<b>6ª Semana</b>	Segunda-feira: 28/06 (5 homens)
	Terça-feira: 29/06 (5 homens)
	Quarta-feira: 30/06 (5 homens)
	Quinta-feira: 01/07 (5 homens)
	Sexta-feira: 02/07 (5 homens)

**7ª Semana**

**Obs:** Início do plantio no interior das voçorocas, relocação de plantas, construção de cercas de bambu no interior das voçorocas.

Segunda-feira: 05/07 (05 homens-chuva)  
Terça-feira: 06/07 (5 homens)  
Quarta-feira: 07/07 (5 homens)Q  
uinta-feira: 08/07 (5 homens) Se  
xta-feira: 09/07 (5 homens)

#### **8ª Semana (última semana)**

Segunda-feira: 12/07 (5 homens-chuva)  
Terça-feira: 13/07 (5 homens)  
Quarta-feira: 14/07 (5 homens-últimodia)

**Resumo:**    **Maio** – 06 dias trabalhados (24 à 28/05 e 31/05)  
              **Junho** - 22 dias trabalhados (01/06 à 30/06)  
              **Julho** - 10 dias trabalhados (01/07 à 14/07)

**Total de dias trabalhados:** 38 dias trabalhados com 05/06 homens  
Cerca de 7.000 mudas plantadas (1ª Etapa): média de 184 mudas  
plantadas/dia e 37 mudas/homem/dia

Obs: não se trabalhou nos finais de semana.



**Fig. 17:** Plantio de mudas em um dos platôs do morro Santa Clara.

Foto: Gurgel Júnior, 2005.



## **7.6 - ADUBAÇÃO E CALAGEM**

Objetivando o enriquecimento do substrato edáfico e suporte para o rápido crescimento inicial das mudas plantadas, foram utilizados calcário dolomítico, superfosfatos simples e adubo orgânico proveniente da compostagem de restos de jardim, capinas e podas dos parques, praças públicas e áreas verdes da municipalidade doado pela Secretaria Municipal de Serviços Públicos da Prefeitura Municipal de Volta Redonda. A calagem e adubagem foram realizadas diretamente nas covas de planta nas quantidades abaixo especificadas:

- 60g de calcário dolomítico (para correção da acidez);
- 60g de superfosfatos simples e
- 300/500g de adubo orgânico decomposto.

Obs: O calcário e o superfosfatos simples foram depositados no fundo e paredes da cova, enquanto o adubo orgânico foi misturado ao material oriundo da abertura das covas, visando a facilitação da adaptabilidade dos indivíduos às condições limitantes e sua melhor incorporação ao solo.

## **7.7 - ADENSAMENTO DE PLANTIO**

O espaçamento utilizado (1,5m entre mudas e 2,0m entre linhas) teve como objetivo inicial a proteção dos terraços ainda preservados.

O reduzido adensamento atua preventivamente na redução da erosão por salpicamento, evitando a ocorrência da erosão em lençol no solo e a ocorrência de sulcos pela erosão concentrada ou linear. Vale ressaltar que em alguns pontos não foi possível a utilização do espaçamento acima previsto devido à acentuada declividade do terreno e insuficiência de mudas e insumos para a realização do plantio.

A erosão em lençol, também conhecida por erosão laminar, ocorre em função do escoamento das águas sobre a superfície do solo ser difuso, ou seja, nesse estágio da erosão não há concentração de filetes de água (Guerra, 1995a e 1996).

Para que a erosão em lençol ocorra é necessário que ocorram algumas condições, como pouca ou nenhuma cobertura vegetal, chuvas prolongadas, que excedem a capacidade de armazenamento dos solos, saturando as irregularidades existentes no topo do solo e uma declividade superior a 2°.

Espera-se também que o crescimento das mudas e a competição entre os indivíduos plantados, que, para se estabelecerem como plantas adultas, precisam acelerar seu processo metabólico, possa auxiliar na proteção do solo. Este evento se dá principalmente pela competição entre as espécies pioneiras na busca pela luz solar e sua contribuição para o sombreamento parcial para as demais espécies dos estágios sucessionais.

## **7.8-CONTROLE DA HERBIVORIA**

O controle da herbivoria foi feito previamente com o auxílio do termonebulizador, citado inicialmente no capítulo destinado às intervenções prévias adotadas. A área foi toda vasculhada visando a detecção de focos (olheiros) e sua posterior eliminação. O emprego deste aparelho deve-se basicamente à sua eficiência, se comparado com outros métodos de controle (mecânicos-enxada; culturais-aração e gradagem; biológicos-inimigos naturais; químicos - tratamento prévio de sementes e gases liquefeitos) e às suas especificidades. A aplicação através de equipamento de termonebulização promove uma rápida paralisação das atividades da colônia, cessando, os danos causados. O controle se dá por ingestão, fumigação e profundidade. As formigas que foram diretamente afetadas pelo produto morrerão pela ingestão do fungo contaminado. É altamente eficaz em colônias de todos os portes, e, em áreas onde a incidência delas é muito alta. Após este combate generalizado, o plantio foi executado, e conforme previsto, o monitoramento será constante nos três primeiros anos após a implantação do projeto. Os formicidas granulados (iscas tóxicas contendo inseticida/fungicida) foram utilizados durante o período pós-plantio em vistorias semanais na área. A marca "Mirex" revelou-se a mais eficiente e com menor índice de rejeição. Preliminarmente observou-se que a espécie mais palatável é o Sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*) conforme vistorias em campo, onde verificamos a ausência total de folhas em alguns indivíduos.



**Fig. 18:** Controle de herbivoria executado após o plantio com a aplicação de iscas granuladas da marca Mirex.

## 7.9-REPLANTIO

O replantio das mudas ocorreu depois de decorridos 90 dias. O espaçamento do replantio foi o mesmo previsto no plantio inicial, senão pela reposição das mudas plantadas no interior e entorno das voçorocas que são fincadas conforme a feição do terreno. O replantio ocorreu em sintonia com o trabalho de plantio da segunda etapa, priorizando a compra de espécies nativas e espécies que mais se aclimataram às condições do local, visando uma redução da mortalidade e maior eficácia na revegetação prevista.

## 7.10-INTERVENÇÕES MECÂNICAS

O atual quadro de degradação encontrado na área estudada requer intervenções mecânicas de caráter urgente, visando estabilizar o processo erosivo acelerado que assola o local e seu entorno habitado.

A correção e o diagnóstico dos mecanismos de eclosão e evolução das erosões lineares se dão através de estudos geológicos e geotécnicos, que contribuem para a concepção de:

- \_ medidas preventivas que evitem a deflagração destes processos erosivos e
- \_ medidas corretivas eficientes e econômicas, que garantam a interrupção de sua evolução e permitam aplicação em larga escala, como são exigidas pela extensão das áreas atingidas.

A erosão superficial envolve o destacamento (*detachment*) e transporte de partículas individuais, enquanto o movimento de massa envolve a movimentação de massas, inicialmente intactas de solo, relativamente grandes e/ou rochas, ao longo de planos de cisalhamento importantes. A gravidade é a principal força condutora do movimento de massa; o vento e a água são os principais agentes da erosão. A função da vegetação também difere substancialmente entre esses dois processos (Godie, 1985; Guerra, 2003).

Na origem, a erosão urbana está associada à falta de planejamento adequado, que considere as particularidades do meio físico, as condições socioeconômicas e as tendências de desenvolvimento da área urbana.

Este desenvolvimento amplia as áreas construídas e pavimentadas, aumentando substancialmente o volume e velocidade das enxurradas e, desde que não dissipadas, concentra os escoamentos, acelerando os

processos de desenvolvimento de ravinas e voçorocas, com perdas significativas para a população e para o Poder Público local. O controle corretivo das erosões consiste na execução de um conjunto de obras, cuja finalidade é evitar ou diminuir a energia ou escoamento das águas pluviais sobre terrenos desprotegidos, que pode ser conseguido com obras de sistema de drenagem tais como: pavimentação das ruas, guias, sarjetas, bocas de lobo e galerias de águas pluviais. No controle destes processos, é fundamental a análise da bacia de contribuição para a elaboração de projetos, contendo: microdrenagem, macrodrenagem e obras de extremidades. Os principais fatores que influem na erosão em áreas urbanas e relacionadas com o escoamento superficial são: vazão do escoamento das águas pluviais, declividade do terreno e natureza do terreno.

No caso específico do Morro Santa Clara, é necessário e imprescindível considerar que as voçorocas são processos dinâmicos e, durante a concepção do projeto, deve-se levar em consideração as mudanças geométricas, o que exige certa flexibilidade do projeto.

Apesar de existirem mecanismos comuns a todos os processos erosivos, todo projeto deve considerar as especificidades próprias de cada erosão, o que dificulta a generalização de solução homogênea.

Assim, de modo geral, a elaboração do projeto de contenção deve levar em conta alternativas que contemplem as seguintes medidas principais: disciplinamento das águas principais, disciplinamento das águas subterrâneas, estabilização dos taludes ou recomposição da área por terraplenagem e revegetação, execução de emissários conduzindo as águas nos pontos do talvegue estáveis e conservação de obras. A complexidade do processo de erosão por voçorocas tem sido mencionada em diversos trabalhos. Apesar disso, alguns autores buscam generalizar os fatores que determinam esse tipo de erosão. Selby (1994), por exemplo, salienta que voçorocas se formam quando um pequeno grupo de fatores se conjugam, em áreas submetidas a mudanças ambientais, quais sejam: aumento local de declividade, concentração de fluxos de água e remoção da cobertura vegetal.

No morro Santa Clara, pela insuficiência de recursos municipais, não foram construídas canaletas de crista para captação de águas pluviais à partir do divisor de águas localizado à montante da rede de voçorocas interconectadas e sua devida condução até a rede pública, passando pelo platô e pela servidão de acesso localizada entre as casas

localizadas na base do morro. Com esta ação mitigadora ocorrerá a diminuição do aporte de águas pluviais no interior das voçorocas, diminuindo sensivelmente o escoamento superficial, o escoamento subsuperficial e a destruição das paredes laterais das mesmas. As canaletas de captação com base em concreto armado medindo 0,10m x 0,20 m x 0,40m, argamassadas teriam a função de captar e drenar o excesso de águas pluviais no topo do morro e conduzi-las até a base do talude do mesmo pela escada dissipadora edificada com base e medidas coerentes com a inclinação do terreno por ocasião de sua construção e seu ancoramento a cada 5,00m de concreto armado.

Face a este aporte de águas pluviais seria conveniente o aumento das caixas coletoras públicas situadas à rua Santa Clara (à jusante da área de intervenção). Finda esta etapa seriam iniciados o preparo manual do terreno com a eliminação de bermas, ângulos negativos e demais taludes instáveis/íngremes visando a obtenção de geometria estável favorável a adoção de técnicas mecânicas e edafovegetativas posteriores. Estima-se que este preparo manual de terreno compreenda a raspagem até a profundidade de 0,30m de profundidade e o afastamento lateral do material excedente e sua devida compactação ou emprego na composição de outros aterros hidráulicos no interior das voçorocas próximas. Conforme medição manual executada no local, com auxílio da trena, seriam refeitos cerca de 900m<sup>2</sup> que proporcionariam condições favoráveis a aplicação de tela vegetal nas paredes das principais voçorocas e demais ações de cunho edafovegetativos.

## 8- RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 8.1- Recuo das voçorocas monitoradas e pluviosidade

O capítulo em tela discute os dados colhidos e tabulados, bem como sua devida interpretação, enfocando com destaque as propriedades dos solos que afetam a erosão dos solos (textura, densidade aparente, porosidade, teor de matéria orgânica e pH do solo).

O monitoramento das estacas de erosão colocadas nas cabeceiras e oito voçorocas denominadas V-01, V-02, V-03, V-04, V-05, V-06, V-07 e V-08 (Fig. 13) demonstrou que o avanço das mesmas ocorre sempre em direção à montante (em direção à cabeceira) e que o fator preponderante para causar este recuo são as águas pluviais, que são mais constantes no período compreendido entre novembro e março conforme o monitoramento das chuvas, realizado durante dois anos seguidos com o emprego de um pluviômetro instalado nas cercanias do morro Santa Clara (gramado do interior da empresa CESBRA).



**Fig. 20:** Foto do pluviômetro instalado no gramado da empresa CESBRA para controle diário da pluviosidade. Foto: Gurgel Júnior, 2006.

## 8.2- Pluviosidade local.

As medições diárias (ver mapas 1 e 2) reforçam os dados colhidos no sítio eletrônico da Prefeitura Municipal de Volta Redonda que estabelecem para o município um regime intenso de chuvas sazonal coincidindo com o verão.

Este aspecto é de extrema importância para a reabilitação de áreas degradadas, pois ajuda no planejamento das ações mitigadoras a serem efetivadas.

**TABELA I: PLUVIÔMETRO - Mapa de Anotações 1 (ano de 2005)**

DIA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
01	0	1,5	0,5	0	1	0	0	0	0	0	4	0
02	0	15	0	0	0,5	6	0	0	0	0	1,5	8
03	0	0	18	0	2,5	0	0	0	0	7,5	10	7
04	0	50	25	0	0	0	0	0	0	0	22,5	5
05	65	9	0,5	6	0	0	0	0	2,5	0	4	0
06	8,5	3	6	1	0	0	2	0	0	0	1,5	0
07	3	0	0	0	0	0	5	0	3	0	3	35
08	8	0	0	0	0	0	3	0	1	0	4	2,5
09	2	0	0	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0	4	2
10	3,5	0	0	0	0,5	0	0	0,5	0	0	0,5	0
11	9	0	7	0	0	0	0	0	0	0	1	40
12	12,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6
13	5	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	4
14	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
15	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	3
18	3	0	0,5	0	0	0	0	0	0,5	0	7	2
19	8,5	0	32	0	0	0	12,5	0	0,5	5	0	20
20	0	1	3	0	0	0	10	0	0,5	3	0	0,5
21	5	7	0	0	0	9	0,5	0	0	0	0	0
22	0	0	7	3	6,5	0	0	10	0	0	0	0
23	17,5	0	4	0	6	0	0	0	0	0,5	0	0
24	0	0	40	20	1	0	0	0	9,5	8	0	0
25	1,5	23	17,3	0	16	0	0	0	1	0	4	7
26	30,5	12,5	8	27,5	17	0	1	0	3	3	55	3
27	12,5	0	1	1	0	0	0	0	3	0,5	0	0
28	1	2	0	0	0	0	0,5	0	9,5	1	0	0
29	0,5	-----	0	8	0	0	0	0	0,5	15,5	0	0
30	8	-----	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
31	4	-----	0	-----	0	-----	0	0	-----	5	12,5	10
<b>Tot.</b>	<b>149,75</b>	<b>125,5</b>	<b>169,8</b>	<b>66,5</b>	<b>51,6</b>	<b>15</b>	<b>35</b>	<b>10,5</b>	<b>47,5</b>	<b>53</b>	<b>135,5</b>	<b>155,5</b>

**Total pluviométrico em 2005: 1.015,15 mm**

**Média mensal: 84,59 mm**

**Mês mais seco: Agosto (10,5 mm)**

**Mês mais úmido: Março (169,8 mm)**

**Unidade de medida: mm**



**TABELA 2: PLUVIÔMETRO-Mapa de Anotações 2 (ano de 2006)**

DIA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
01	0	12,5	0	0	0	0	0	7	0	0	0	10,5
02	50	55	0	0	0	0	0	0	5	0	22	0
03	6	17,5	0	0	0	0	1	6	4	4,5	19	0
04	7	1,5	0	0	0	0	0	0,5	7	0	3	0
05	7,5	0	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0
06	6,5	0	5,5	0	0	0	0	0	0	45,5	0	0
07	4	0	2,5	0	0	0	0	0	0	34	0	3
08	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	3,5	2,5	0
09	0	110	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
10	0	11	0	1	0	0	0	0	0	0	3,5	1
11	0	22,5	3	2	0	2	2	0	0	0	10	0
12	0	11,5	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0	13,5	0
13	0	34	0	0	0	0	0	0	0	25	1,5	0
14	0	6	0	0	1	0	0	0	0	0	6	0
15	0	22,5	0	0	2	0	0	0	0	0	35	10
16	0	28	2,5	0	0	0	0	0	0	0	3	16
17	0	17,5	40	7	0	0	0	0	0	0	15	0
18	0	18	1	2	0	0	0	0	10	2	0	0
19	0	3	7	3,5	0	0	0	0	2	3,5	0	0
20	0	0	0	0,5	0	0	0	28	0	12	8	36
21	0	0	0	0	7	0	0	8	2,5	0	65	23
22	0	17,5	0	0	2	0	0	0,5	0	0	0	0
23	0	2	0	0	3,5	0	0	0	0	6,5	0	9
24	10,5	40	0	0	0,5	0	0	0	8	0	0	51
25	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	20	0	3,5	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5
27	1,5	0	2	0	0	1	1	0	0	0	0	9
28	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,5	5,5
29	2	-----	0	0	0	0	0	0,5	0	0	20	0
30	20	-----	0	0	0	0	19	2	1	0	12,5	3,5
31	0,5	-----	0,5	-----	0	-----	3	0,5	-----	0	-----	1,5
<b>Total</b>	<b>200,5</b>	<b>431</b>	<b>74</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>3,5</b>	<b>26,5</b>	<b>53</b>	<b>39,5</b>	<b>137</b>	<b>254</b>	<b>181,5</b>

**Total pluviométrico em 2006: 1438,5 mm**

**Média mensal: 119,87 mm**

**Mês mais seco: 3,5 mm (junho)**

**Mês mais úmido: 254 mm (novembro)**

**Unidade de medida: mm**

A concentração de chuvas no verão é propícia ao plantio das mudas (práticas vegetativas), pois os altos índices pluviométricos ajudam na adaptação/rustificação das mudas ao substrato edáfico e na redução dos custos com irrigação e combate às formigas cortadeiras. Por outro lado, o período acima citado não é favorável à edificação de obras civis, como a construção de muros de sacos, paliçadas, cortinas atirantadas, canaletas de drenagem, terraceamento, etc, pois aumenta o risco de desabamento das mesmas.

Outra constatação importante diz respeito à construção e eficácia dos muros de sacos localizados no interior das principais voçorocas.

A grande maioria dos muros edificados não cumpriu seu papel de aterro hidráulico e sucumbiu diante da carga excessiva de material terroso e águas pluviais retidas à montante. Vale ressaltar que o monitoramento das voçorocas revelou que o recuo das cabeceiras em direção à montante foi intenso nos meses de alta pluviosidade do verão (169,8 mm em março de 2005 e 431 mm em fevereiro de 2006). As voçorocas de número **06** e **08**, com seus “esporões” localizados na lateral confirmaram a previsão inicial e foram aquelas que menos tiveram perda de solo e movimentos de massa no seu interior, pelo simples fato de seu entorno estar mais protegido por vegetação rasteira e por receberem menor aporte de águas pluviais.

As voçorocas **03** e **07** foram aquelas que mais apresentaram perda de solo face a falta de vegetação e existência de ravinas que contribuíram decisivamente para o recuo das cabeceiras por canalizar e captar as águas pluviais advindas de montante. A voçoroca de número **07** perdeu 1,96m em um período de 02 anos e a voçoroca de número **03** perdeu 1,06m, enquanto a voçoroca número **06** apresentou uma perda de apenas 27 cm e a voçoroca **08** com 06 cm, conforme figura na página seguinte.

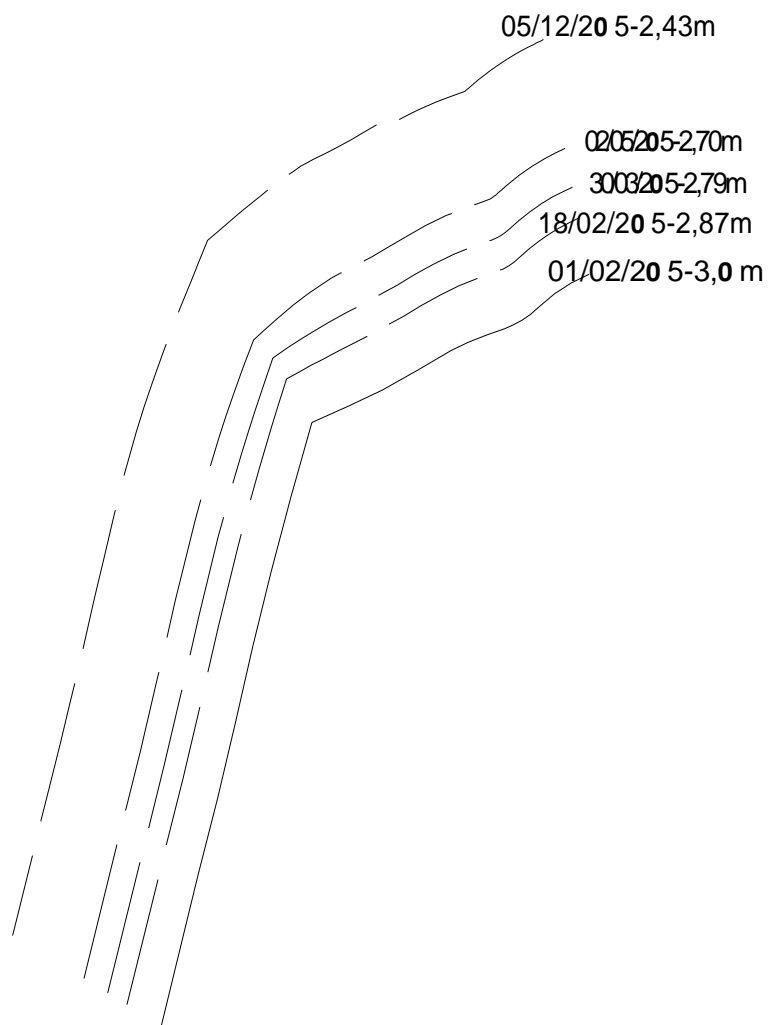


Fig: Monitoramento da perda de solo do voçoroca nº03

**TABELA III: Planilha de controle das estacas de erosão (*erosion stake*)- Morro Santa Clara-2005/06**

<b>Voç.</b>									<b>Data de Medição</b>
<b>Meses</b>	<b>Voç.1</b>	<b>Voç.2</b>	<b>Voç.3</b>	<b>Voç.4</b>	<b>Voç.5</b>	<b>Voç.6</b>	<b>Voç.7</b>	<b>Voç.8</b>	
Fev. 01	-----	2,85m	2,87m	-----	-----	-----	2,70m	-----	18/02/05
Fev.02	-----	2,83m	2,83m	2,98m	2,98m	-----	2,67m	-----	25/02/05
Mar.01	-----	-----	-----	-----	-----	-----	2,66m	-----	21/03/05
Mar.02	-----	-----	2,79m	2,92m	-----	-----	2,61m	-----	30/03/05
Abril 01	-----	-----	-----	-----	2,93m	-----	-----	-----	18/04/05
Abril 02	-----	-----	2,78m	-----	2,76m	-----	-----	-----	30/04/05
Mai 01	-----	-----	2,70m	-----	-----	-----	2,57m	-----	02/05/05
Jun.01	2,92	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	01/06/05
Jul. 01	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	04/07/05
Ago.01	-----	-----	-----	-----	2,75m	-----	2,56m	-----	01/08/05
Set.01	2,30m	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	02/09/05
Out.01	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	03/10/05
Nov.01	2,24m	-----	-----	-----	2,74m	-----	2,58m	3,04m	07/11/05
Dez.01	2,20m	2,82m	2,43m	-----	-----	-----	2,39m	-----	05/12/05
Fev.2/6	-----	-----	2,17m	2,80m	2,65m	-----	1,73m	-----	03/02/06
Mar.2/6	2,18m	-----	2,14m	2,74m	2,58m	2,93m	-----	-----	09/03/06
Abril	-----	-----	2,03m	2,69m	2,58m	2,67m	-----	-----	05/04/06
Mai	-----	-----	-----	-----	-----	-----	1,68m	-----	10/05/06
Junho	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	10/06/06
Julho	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	10/07/06
Agosto	-----	2,78m	-----	-----	2,35m	-----	1,64m	-----	31/08/06
Set.	-----	-----	-----	2,68m	2,34m	-----	1,61m	-----	29/09/06
Out.	2,15m	2,23m	1,96m	-----	2,13m	2,65m	1,06m	-----	06/11/06
Nov.	2,08m	2,15m	1,94m	-----	2,05m	2,73m	1,04m	-----	06/12/06

Obs: estacas colocadas em 01/02/2005, Unidade de medida: cm.

-Foram colocadas 16 estacas, duas em cada cabeceira das 08 voçorocas, contabilizando-se o avanço das mesmas à partir da primeira estaca localizada 03 metros à montante e a segunda 03 metros acima.

**Metodologia:** Verificação quinzenal/mensal do recuo da cabeceira das voçorocas com o emprego de fita métrica e de 02 (dois) pinos de erosão em cada estação, distando 03 metros em linha reta a partir da incisão previamente georreferenciada.

Poderão, eventualmente, serem realizadas mais de uma medição mensal, motivada pela anormalidade dos totais pluviométricos da região monitorada. Fonte: Guerra, A.J.T. (1996).

### 8.3-Ocorrênciadeprocessoserosivosesuasfeições.

Outro importante sinal com relação à erosão que assola a área é a ocorrência de pedestais (*demoiselles*) nas encostas circundantes do morro, fator indicador de intenso salpicamento do solo intercalado com remoção das partículas pelo escoamento superficial conforme observado por Oliveira (1999). Observou-se também a presença de alcovas de regressão nas cabeceiras de algumas voçorocas (Fig.21), fruto da ação de filotes subsuperficiais e/ ou escoamento superficial, que normalmente ocorrem em cabeceiras ativas de voçoroca (Oliveira, 1999).



**Fig. 20:** Vista da cabeceira de uma voçoroca do morro Santa Clara e abaixo, a alcova de regressão causada pela ação do escoamento superficial.

Os depósitos originados pelos movimentos de massa responsáveis pelo recuo de cabeceiras de algumas voçorocas causaram a perda de várias mudas plantadas no interior da rede de voçorocas do morro.

#### 8.4- A eficiência das intervenções mecânicas adotadas e suas eficiências.

Com base nestas observações e monitoramento pode-se concluir que para controle e estabilização de voçorocas é importante começar a efetivação de medidas mitigadoras pela cabeceira das mesmas, pois sua dinâmica é muito maior na cabeceira do que na lateral.

Os drenos de canos de PVC colocados transversalmente foram insuficientes para escoar o excesso de umidade e corroboraram para o desabamento parcial de alguns muros construídos.



**Fig. 21:** Vista de um muro de saco construído no interior de uma voçoroca. Atentar para o fato da retenção excessiva de sedimentos à montante do mesmo. Foto: Gurgel Júnior, 2005.

As paliçadas verticais de eucalipto (I.P.T., 1996) entremeadas com arame ou qualquer outro tipo de madeira seriam mais eficazes, pois permitiriam a passagem das águas pluviais e apenas reteriam os sedimentos carregados de montante. Com a retenção exclusiva do material terroso à montante, o plantio de espécies vegetais adequadas seria mais facilitado pela consistência dos sedimentos acumulados e pela umidade, criando condições favoráveis para o estabelecimento do sistema radicular das espécies plantadas nos terraços acima das paliçadas. O subsolo do topo do morro é um grande obstáculo para a reabilitação ambiental do morro Santa Clara, pois com o auxílio do penetrômetro (23 pontos de aferição) foi possível detectar que o mesmo está extremamente compactado pelo carreamento do solo antes existente, que é, sem dúvida, um fator limitante para o plantio e estabelecimento da vegetação utilizada, bem como aumenta a velocidade do escoamento superficial e dificulta a infiltração das águas pluviais (Tabela nº4, pág. 65). A vegetação plantada nas bordas das voçorocas e nos platôs não se desenvolveu adequadamente, pois as raízes das mesmas não conseguiram ultrapassar os limites das covas e tampouco absorver a umidade necessária ao seu sustento.

Outra constatação interessante e que merece destaque, diz respeito ao tamanho reduzido dos poros das amostras de solo coletadas e analisadas que indicam a dificuldade da infiltração e aumentam o escoamento superficial. Das 37 amostras coletadas e analisadas do morro Santa Clara, 19 indicam tamanho de poros pequenos e 18 de poros muito pequenos.

**8.5- TABELA 4: Declividade e resistência do solo em 23 pontos do morro Santa Clara**

Pontos de coleta de solo	Voçor.	Decliv.	Coordenadas Latitude/Longitude	Distância da borda/cabeceira	Resist. do solo Penetrôm. (KPa)	Horizonte
Ponto 01	01	10°	22°29'50,4" - 44°02'30,4"	1,5m	82	C
Ponto 02	01	8°	22°29'49,8" - 44°02'30,8"	1,5m	77	C
Ponto 03	01	2°	22°29'49,8" - 44°02'30,6"	1,5m	177	C
Ponto 04	02	6°	22°29'49,4" - 44°02'30,4"	1,30m	237	C
Ponto 05	02	2°	22°29'49,4" - 44°02'30,1"	1,20m	29,33	C
Ponto 06	03	1°	22°29'49,9" - 44°02'31,6"	1,5m	150,3	C
Ponto 07	03	1°	22°29'49,4" - 44°02'31,5"	2 m	374,6	C
Ponto 08	03	3°	22°29'48,5" - 44°02'32,4"	2m	375,6	C
Ponto 09	03	2°	22°29'48,4" - 44°02'33,1"	2m	156,66	C
Ponto 10	03	5°	22°29'48,9" - 44°02'33,5"	3m	132	C
Ponto 11	03	2°	22°29'49" - 44°02'34"	2m	143,66	C
Ponto 12	03	3°	22°29'49,6" - 44°02'34,1"	1,8m	221	C
Ponto 13	03	4°	22°29'50,1" - 44°02'33,4"	1m	1105,3	C
Ponto 14	03	1°	22°29'49,1" - 44°02'33,6"	1,5m	193	C
Ponto 15	03	2°	22°29'49,6" - 44°02'33,4"	1,5m	105,33	C
Ponto 16	04	5°	22°29'51,9" - 44°02'29,1"	0,5m	106,33	C
Ponto 17	04	3°	22°29'50,2" - 44°02'30"	0,5m	77,33	C
Ponto 18	04	1°	22°29'52,6" - 44°02'30,5"	1,5m	83,66	C
Ponto 19	04	31°	22°29'52,6" - 44°02'29,5"	3m	152,33	C
Ponto 20	04	3°	22°29'49,3" - 44°02'33,6"	0,5m	110,66	C
Ponto 21	05	4°	22°29'51,3" - 44°02'31,8"	0,5m	22,66	C
Ponto 22	05	3°	22°29'51,3" - 44°02'32,3"	0,5m	85,33	C
Ponto 23	05	1°	22°29'51,5" - 44°02'31,7"	1,5m	35	C

Obs: dados coletados nos dias 30 e 31/01/06, morro Santa Clara, Volta Redonda/RJ  
Altitude média do topo do morro Santa Clara aferida com GPS Garmin: 428m

A comparação com as mudas plantadas no interior das voçorocas demonstra que as primeiras se desenvolveram de maneira espetacular face ao aporte de águas pluviais e pela predominância da fração areia no fundo das voçorocas. Estes fatores (umidade constante e macroporosidade) foram determinantes para o crescimento das mudas do interior das voçorocas, que atingiram mais de 2 metros com menos de 2 anos após o plantio.

#### **8.6 - Análise do teor de matéria orgânica e densidade aparente**

Outros fatores limitantes são os baixíssimos índices de matéria orgânica que restringem e dificultam o crescimento da vegetação e sua devida correlação com a cor do subsolo do topo do morro que é na sua maioria claro, conforme as análises morfológicas e a análise de solo (ANEXO IV e ANEXO I).



Solos com menos de 2,0% de matéria orgânica possuem baixa estabilidade de agregados e, conforme verificado na Tabela 5, os teores são todos abaixo do valor acima citado.

Mafra (1999) admite duas classes de suscetibilidade do solo à erosão: a de solos com maior erodibilidade, quando os percentuais de matéria orgânica são inferiores a 3,5%, e a de solos com menor erodibilidade, quando os valores são superiores àquele. A maioria absoluta das amostras analisadas (23 pontos em 05 voçorocas) está pouco acima de 1%, fato que caracteriza a propensão generalizada à erodibilidade e fator limitante para fixação/adaptação da vegetação plantada.

**TABELA 5: Teor de Matéria Orgânica das amostras de solo coletadas.**

Voçoroca	Ponto	Teor de MO
V1	P1	1,02
V1	P2	1,02
V1	P3	1,03
V2	P4	1,03
V2	P5	1,13
V3	P6	1,01
V3	P7	1,02
V3	P8	1,01
V3	P9	1,01
V3	P10	1,01
V3	P11	1,02
V3	P12	1,01
V3	P13	1,04
V3	P14	1,01
V3	P15	1,13
V4	P16	1,02
V4	P17	1,03
V4	P18	1,01
V4	P19	1,00
V4	P20-0m	1,00
V4	P20-0,5m	1,01
V4	P20-1m	1,01
V4	P20-1,5m	1,03
V4	P20-2m	1,04
V4	P20-2,5m	1,02
V4	P20-3m	1,02
V4	P20-3,5m	1,02
V4	P20-fundo	1,01
V5	P21	1,04
V5	P22-0m	1,01
V5	P22-0,5m	1,02
V5	P22-1m	1,09
V5	P22-1,5m	1,01
V5	P22-2m	1,02
V5	P22-fundo	1,00
V5	P23	1,01

Solos mais escuros (enriquecidos com matéria orgânica) tendem a ser menos suscetíveis à erosão, em função da maior presença de matéria orgânica, que confere maior estabilidade aos agregados do solo. Quando o solo apresenta cores mais claras (amareladas ou brunadas), algumas associações mais complexas podem ser feitas, segundo Soares da Silva (1999). Guerra *et al* (1996) destacam que a areia fina e o silte são as frações granulométricas que apresentam maior facilidade de serem erodidas, pois não possuem muita coesão, nem peso suficiente que dificulte a ação da água, tanto no *splash*, como no escoamento superficial. No morro Santa Clara a maioria absoluta das amostras é siltosa (82% do total, conforme ANEXO IV e Tabelas 6 e 7) e evidencia esta propensão e susceptibilidade à erosão marcante, já que a areia grossa a o contrário é a fração granulométrica, que devido ao seu diâmetro, apresenta um peso maior que dificulta a ação da água, enquanto as argilas, devido à sua coesão, em especial quando combinadas com matéria orgânica formam agregados estáveis, que também oferecem resistência à ação da água.

O domínio das frações areia fina e silte (Tabelas 6 e 7), favorecem maior erodibilidade, enquanto elevados percentuais de areia grossa permitem uma maior permeabilidade e, portanto, menor erodibilidade (Mafra, 1999).

**TABELA 6: Frações das amostras de solo coletadas**

Voçoroca	Ponto	Peso Total (g/kg)	P. Casc (g/kg)	P. Cal (g/kg)	Terra fina (g/Kg)	Cascalho (g/Kg)	Calhaus (g/Kg)
V1	P1	908,57	891,20	17,37	1000	980,88	19,11
V1	P2	815,35	803,37	11,98	1000	985,29	14,70
V1	P3	684,96	666,01	18,95	1000	972,33	27,66
V2	P4	954,14	931,67	22,46	1000	976,45	23,54
V2	P5	649,21	629,26	19,95	1000	969,25	30,74
V3	P6	747,65	739,40	8,25	1000	988,95	11,04
V3	P7	708,89	695,09	13,8	1000	980,53	19,46
V3	P8	1056,63	1024,17	32,46	1000	969,27	30,72
V3	P9	675,9	664,39	11,51	1000	982,97	17,02
V3	P10	939,01	921,23	17,78	1000	981,05	18,94
V3	P11	654,45	647,85	6,6	1000	989,91	10,08
V3	P12	683,85	665,91	17,94	1000	973,76	26,23
V3	P13	612,46	597,09	15,37	1000	974,90	25,09
V3	P14	343,16	326,02	17,14	1000	950,04	49,95
V3	P15	1543,62	1506,05	37,56	1000	975,66	24,33
V4	P16	799,81	777,58	22,29	1000	972,20	27,79
V4	P17	791,53	769,29	22,24	1000	971,89	28,10
V4	P18	802,65	788,48	14,17	1000	982,33	17,66
V4	P19	615,02	607,56	7,46	1000	987,87	12,12
V4	P20-0m	924,98	919,58	5,39	1000	994,16	5,83
V4	P20-0,5m	668,83	657,70	11,13	1000	983,35	16,64
V4	P20-1m	812,20	788,96	23,24	1000	971,37	28,62
V4	P20-1,5m	874,16	861,34	12,81	1000	993,15	6,84
V4	P20-2m	823,01	817,98	5,03	1000	993,88	6,11
V4	P20-2,5m	1302,08	1293,63	8,44	1000	993,51	6,48
V4	P20-3m	645,22	638,97	6,25	1000	990,31	9,68
V4	P20-3,5m	768,15	761,07	7,08	1000	990,78	9,21
V4	P20-fundo	1167,45	1148,36	19,09	1000	983,64	16,35
V5	P21	1359,23	1350,89	8,34	1000	993,86	6,13
V5	P22-0m	1032,47	1007,85	24,6	1000	976,15	23,84
V5	P22-0,5m	1083,64	1072,73	10,90	1000	989,93	10,06
V5	P22-1m	627,29	623,67	3,61	1000	994,23	5,76
V5	P22-1,5m	646,14	641,72	4,42	1000	993,15	6,84
V5	P22-2m	988,27	984,51	3,76	1000	996,19	3,80
V5	P22-fundo	1291,9	1286,15	5,75	1000	995,54	4,45
V5	P23	1217,28	1208,62	8,66	1000	992,88	7,11

**TABELA 7: Granulometria das amostras de solo coletadas.**

Voç.	Ponto	Argila	Areia Grossa	Areia Fina	% Argila	% Areia Grossa	% Areia Fina	% Silte
V1	P1	0,179	5,366	2,282	13,68	10,45	11,1	64,76
V1	P2	0,179	4,599	2,825	1,80	13,82	14,25	70,12
V1	P3	0,313	3,157	3,074	2,65	14,46	15,7	67,17
V2	P4	0,196	3,382	2,763	1,79	13,00	13,15	71,05
V2	P5	0,183	4,604	4,944	1,79	23,65	24,2	49,35
V3	P6	0,075	2,809	6,446	1,90	31,04	32,3	34,75
V3	P7	0,187	3,415	3,57	2,78	17,51	17,5	62,20
V3	P8	0,172	3,806	4,067	2,80	19,47	20,35	58,36
V3	P9	0,217	3	2,718	2,76	13,18	13,9	71,15
V3	P10	0,227	2,971	2,215	2,74	10,56	11,75	75,94
V3	P11	0,177	2,678	4,08	2,80	19,24	20,4	57,95
V3	P12	0,156	3,21	4,766	1,82	23,32	23,3	51,55
V3	P13	0,257	3,176	2,895	2,71	13,67	14,75	68,85
V3	P14	0,213	3,41	4,234	2,75	20,05	21,7	55,48
V3	P15	0,052	3,667	5,045	1,92	24,53	25,25	48,28
V4	P16	0,32	3,569	3,247	13,54	15,53	16,35	54,57
V4	P17	0,143	4,443	4,319	13,71	20,18	21,95	43,14
V4	P18	0,111	4,724	5,908	1,87	28,76	29,4	40,96
V4	P19	0,165	2,197	6,759	1,81	32,99	33,95	31,23
V4	P20-0m	0,195	3,751	3,698	2,76	17,45	18,9	60,87
V4	P20-0,5m	0,217	2,502	2,082	1,76	9,51	10,1	77,62
V4	P20-1m	0,276	3,544	2,432	1,70	11,62	12,6	74,07
V4	P20-1,5m	0,305	2,709	2,831	2,66	13,01	14,55	69,77
V4	P20-2m	0,172	3,439	2,641	1,80	12,97	13,05	72,17
V4	P20-2,5m	0,144	3,457	4,081	1,83	19,51	20,05	57,60
V4	P20-3m	0,218	3,337	4,29	1,76	20,87	21,5	55,86
V4	P20-3,5m	0,253	1,29	1,894	1,72	9,51	9,7	79,05
V4	P20-fundo	0,109	7,018	4,661	1,87	22,37	23,05	52,70
V5	P21	0,079	5,232	4,1	13,78	19,66	20,5	46,55
V5	P22-0m	0,16	3,54	3,808	1,82	18,05	19,4	60,72
V5	P22-0,5m	0,16	7,182	8,836	8	35,91	44,18	11,91
V5	P22-1m	0,23	2,946	4,267	2,74	20,13	21,35	55,77
V5	P22-1,5m	0,1	4,8	7,758	1,88	37,34	38,9	21,87
V5	P22-2m	0,116	5,809	7,517	1,86	36,52	37,85	24,75
V5	P22-fundo	0,082	6,338	6,309	1,90	30,80	31,45	36,84
V5	P23	0,195	3,75	3,7	2,8	17,55	18,8	60,87

A macrofauna do solo também é escassa, conforme se averiguou nas vistorias efetuadas, onde se notaram apenas a existência de formigas cortadeiras, que ocasionalmente causaram o desfolhamento de vários indivíduos (principalmente o Sabiá).

Com relação à densidade aparente (parâmetro para análise dos processos erosivos relacionada à maior ou menor compactação dos solos), verificou-se que nos 23 pontos de coleta de dados localizados nas cinco voçorocas denominadas (V-01, V-02, V-03, V-04 e V-05) a maioria absoluta (16 pontos) dos valores obtidos está na faixa de 1,30 a 1,63 g/cm<sup>3</sup> (Tabela 8), que evidencia menor propensão à erosão, conforme advoga Machado *et al* (1981) que em seus trabalhos, considera valores de densidade aparente superiores a 1,30 (g/cm<sup>3</sup>), para horizontes superficiais de solos cultivados, como indicadores de graus de compactação, consideráveis.

**TABELA 8: Densidade das amostras de solo coletadas**

Voç.	Ponto	D. Real (g/cm <sup>3</sup> )	Peso seco	V. do anel (cm <sup>3</sup> )	D. Aparente (g/cm <sup>3</sup> )	Porosidade (%)
V1	P1	2,38	77,88	100	0,78	67,22
V1	P2	2,46	102,44	100	1,02	58,53
V1	P3	2,38	114,40	100	1,14	52,10
V2	P4	2,61	129,98	100	1,30	50,20
V2	P5	2,45	122,45	100	1,22	50,20
V3	P6	2,48	120,58	100	1,20	51,61
V3	P7	2,56	130,57	100	1,30	49,21
V3	P8	2,63	140,93	100	1,40	46,76
V3	P9	2,93	136,01	100	1,36	53,58
V3	P10	2,54	138,89	100	1,39	45,27
V3	P11	2,59	141,99	100	1,42	45,17
V3	P12	2,43	163,43	100	1,63	32,92
V3	P13	2,82	129,82	100	1,30	53,90
V3	P14	2,47	143,09	100	1,43	42,10
V3	P15	2,56	138,16	100	1,38	46,09
V4	P16	2,48	134,52	100	1,34	45,96
V4	P17	2,52	142,62	100	1,42	43,65
V4	P18	2,46	122,83	100	1,23	50,00
V4	P19	2,49	151,60	100	1,51	39,35
V4	P20-0m	2,45	141,64	100	1,41	42,44
V4	P20-0,5m	2,39				
V4	P20-1m	2,61				
V4	P20-1,5m	2,34				
V4	P20-2m	2,44				
V4	P20-2,5m	2,46				
V4	P20-3m	2,59				
V4	P20-3,5m	2,48				
V4	P20-fundo	2,54				
V5	P21	2,39	95,32	100	0,95	60,25
V5	P22-0m	2,46	140,93	100	1,41	42,68
V5	P22-0,5m	2,48				
V5	P22-1m	2,45				
V5	P22-1,5m	2,33				
V5	P22-2m	2,34				
V5	P22-fundo	2,58				
V5	P23	2,61	134,90	100	1,35	48,27

A declividade apurada em 23 pontos distintos nas cabeceiras e laterais das cinco voçorocas (Fig. 22) não pode ser apontada isoladamente como fator inibidor dos processos erosivos, pois apenas um ponto apresentou grau de declividade suficiente para geração de acentuados processos erosivos, 31° no ponto 19 da voçoroca 04, sendo os demais, 21 pontos com valores inferiores a 10° e apenas um com valor igual a 10° (Ponto 01, V-01).

Segundo LUK (1979 *in* Guerra 1994) solos com maior erodibilidade são aqueles situados em encostas com 30° de declividade. A declividade das encostas não deve ser levada em conta separadamente para se aferir as taxas de erosão e sim em conjunto com as características da superfície do solo e a quantidade de escoamento superficial.



**Fig. 22:** Aferição da declividade da encosta. Foto: Gurgel Júnior, 2006.

### **8.7 - Aplicação do lodo de esgoto.**

A aplicação de lodo de esgoto desidratado (cerca de 120 Kg) disponibilizado pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Volta Redonda (SAAE-VR), próximo aos caules das mudas plantadas, visando a melhoria das condições de fertilidade do substrato edáfico não surtiu o efeito desejado.

Pelas observações empíricas de campo percebeu-se que a compactação do solo foi o principal fator responsável pela dificuldade na absorção do lodo pelas mudas plantadas e, secundariamente, a leve declividade do topo do morro que contribuiu para a perda parcial do material utilizado. O lodo utilizado no experimento foi previamente analisado pelo laboratório do Centro Nacional de Pesquisa de Solos da EMBRAPA no Rio de Janeiro, e não apresentou resultados que indicassem a presença de metais pesados e grau de toxicidade que pudesse restringir a aplicação do mesmo nas mudas (Fig. 24). Este mesmo material teria um resultado mais positivo, caso tivesse sido colocado no interior das covas, por ocasião do plantio. A aplicação de lodo de esgoto já foi utilizada com êxito pela EMBRAPA em casos semelhantes (na reabilitação de área degradada por empréstimo proveniente da ampliação da pista do Aeroporto Internacional Tom Jobim no Rio de Janeiro) e não deve ser descartada quando houver a possibilidade de disponibilidade deste fertilizante natural de origem humana para enriquecimento do solo, aumentando a disponibilidade de nutrientes, acelerando o crescimento da vegetação plantada e diminuindo os custos na adubação e correção do mesmo. Os procedimentos e regulamentação desta operação para fins agrícolas estão devidamente explicitados em uma resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Resolução CONAMA nº 375/2006), e se configura em uma opção atraente para as Prefeituras que tenham este material disponível, dando uma destinação ecologicamente correta, bem como colaborando para o enriquecimento do substrato edáfico de áreas degradadas como uma prática bem sucedida.



**Embrapa**

**Solos**

**LASP – Laboratório de Água, Solos e Plantas**

Cliente: Aluísio G. Andrade – 18.0021.001-18

**Resultado de Carbono e Nitrogênio (g/kg)**

Amostra	Carbono	Nitrogênio
Lodo anaeróbico	217,7	36,9
Lodo de esgoto desidratado	150,1	27,0

**Resultado de pH em água e KCl**

Amostra	pH - água	pH - KCl
Lodo anaeróbico	7,0	6,4
Lodo de esgoto desidratado	4,2	4,0

**Resultados de Digestão com Água Régia**

Amostra	K g/kg	P g/kg	Ca g/kg	Mg g/kg	Fe g/kg	Cu mg/kg	Mn mg/kg
Lodo anaeróbico	5,01	5,33	8,35	3,51	31,2	201	230
Lodo de esgoto desidratado	4,07	4,98	4,73	2,81	25,6	195	183

Amostra	Zn mg/kg	Cr mg/kg	Co mg/kg	Ni mg/kg	Cd mg/kg	Pb mg/kg
Lodo anaeróbico	1128	62,4	8,76	14,8	4,44	42,8
Lodo de esgoto desidratado	891	45,6	7,57	17,7	3,42	33,1

Rio de Janeiro, 03 de Julho de 2005.

DANIEL VIDAL PÉREZ  
SUPERVISOR DO LASP/Embrapa Solos

Ministério da Agricultura  
e do Abastecimento

Empresa Brasileira  
de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa

Centro Nacional  
de Pesquisa de Solos  
CNPq

Rua Jardim Botânico, 1.000  
04592-960 Rio de Janeiro, RJ

Telefone (021) 219-4000  
Fax (021) 219-5191  
Telex (021) 22801/EMBR  
e-mail: cnpqsolos@embrapa.br

**Fig.23:** Laudo de análise do lodo de esgoto desidratado utilizado para melhoria do substrato edáfico.

## **8.8- EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

Em apoio às medidas mitigadoras empreendidas pelo Poder Público Municipal de Volta Redonda, seria fundamental a adoção de outros trabalhos de Educação Ambiental de caráter não-formal dirigidos especificamente aos moradores da circunvizinhança da área de intervenção. O objetivo desses trabalhos seria o amparo irrestrito dos moradores afetados diretamente e indiretamente pelo carreamento de material causado pelos movimentos de massa, bem como a internalização de processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, conforme disposto na Lei Federal nº9.795/99 que dispõe sobre Educação Ambiental.

Os trabalhos de Educação Ambiental a nível formal e não-formal devem permear e anteceder quaisquer intervenções públicas ou não, informando os benefícios diretos e indiretos, imediatos ou não, e a importância e compreensão das intervenções benéficas dirigidas à população-alvo. Três turmas da Escola Municipal Marizinha Félix foram levadas ao topo do morro Santa Clara, para, na época do plantio, participar e receber instruções sobre a importância do plantio para a comunidade ali residente (Figs. 25 e 26).



**Figs. 24 e 25:** Plantio de mudas executado por alunos do ensino fundamental em maio de 2005 no morro Santa Clara.

Com base na Lei 9.795 de 27 de abril de 1999 a Educação Ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal. No caso específico do morro Santa Clara e sua proposta de reabilitação ambiental, seria interessante conjugar paralelamente a educação de caráter formal e não-formal, atuando efetivamente em duas esferas: promoção de outras práticas no entorno e também na Escola Municipal Marizinha Félix, que se encontra na circunvizinhança do local de intervenção. As práticas de conscientização devem ter como objetivo o desenvolvimento de uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos.

Com base no décimo princípio da Lei Federal 6.938/81: "**Educação Ambiental a todos os níveis do ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente**".

Na operacionalização dessas ações e processos seriam utilizados vídeos, *folders*, cartazes, *flip-chart* e visitas orientadas a fim de aprofundar a percepção da população-alvo acerca das causas e consequências do fenômeno erosivo (rede de voçorocas) que assola a área e suas adjacências. Com a concretização desse processo de Educação Ambiental espera-se que a visão dos assistidos seja alterada, com a adoção de um enfoque humanista, democrático, participativo e, principalmente, holístico, reconhecendo a recuperação dos recursos ambientais (solo, subsolo, fauna, rio Paraíba do Sul e flora) afetados como fundamentais e estratégicos para a melhoria da qualidade de vida e sustentabilidade local. Vale ressaltar que a mão-de-obra empregada nos trabalhos relativos a revegetação do morro Santa Clara e práticas mecânicas no interior das principais voçorocas são de moradores residentes na circunvizinhança da área degradada.

Os trabalhos são em regime de tarefa e as contratações geralmente são feitas por indicações do Presidente da Associação de Moradores do bairro, que, normalmente prioriza, o alistamento de indivíduos desempregados, jovens sem experiência laboral e demais casos. O objetivo destas contratações é o auxílio financeiro aos prestadores de serviço e, também, a cooperação dos mesmos no monitoramento futuro da área e seu devido apoio às ações mitigadoras.

## 9- CONCLUSÕES

O Morro Santa Clara é um grande “laboratório” (onde se faz imperiosa a necessidade de refinar a pesquisa), sendo fundamental e imprescindível aprofundar os estudos sobre o desequilíbrio ambiental gerado pela extração de material terroso do cume do morro, que deu início à degradação da área e requer monitoramento contínuo (mínimo de três anos), até o pleno estabelecimento total das espécies pioneiras para o plantio posterior das espécies secundárias iniciais, tardias e climáticas, visando a auto-sustentabilidade do ecossistema com a composição vegetal e a devida sucessão ecológica. O recuo das voçorocas monitoradas sempre ocorreu no sentido remontante, sendo maior nos períodos chuvosos e praticamente nulo nos períodos de estiagem pronunciada.

Pretende-se, futuramente, a elaboração de um manual técnico de reabilitação ambiental de áreas degradadas por voçorocas para uso pelos técnicos do município e região, pois existe uma grande lacuna e desconhecimento dos técnicos municipais nesta área de tão relevante interesse, levando-se em conta a geomorfologia da região Sul Fluminense, a ocorrência numerosa de movimentos de massa nos períodos chuvosos e a erosão acelerada, outrora causada pela monocultura cafeeira, e atualmente pela expansão urbana desordenada sem planejamento e pelo pastoreio extensivo sem manejo. A insuficiência de metodologias (Art. 225 da Constituição Federal - CF e trabalhos acerca do assunto), que abordam principalmente a reabilitação de sítios degradados pela mineração, sem mencionar demais técnicas a serem usadas para reabilitação de áreas degradadas por impactos diversos, incluindo a reabilitação de áreas degradadas pela retirada de material de empréstimo, foi também um obstáculo e um desafio, pois levou à busca de outras áreas das Ciências da Terra que tratassem do tema.

A insuficiência de recursos públicos também enseja a necessidade e proposição de técnicas mecânicas de baixo custo e emprego de materiais alternativos, para incentivar a implementação de Planos de Reabilitação de Áreas Degradadas (P.R.A.D.'s) em outras áreas do Município e por agricultores e fazendeiros em suas respectivas propriedades, que, igualmente não dispõem de recursos financeiros suficientes, mas que geralmente possuem materiais alternativos com fartura em suas respectivas propriedades agrícolas (bambu, húmus,

esteios, fibras vegetais, etc). Essa dissertação procurou demonstrar que a Reabilitação de Áreas Degradadas (R.A.D.) requer uma equipe multidisciplinar para alcance maior dos objetivos, pois é necessário o conhecimento de diversas áreas das Ciências da Terra.

A heterogeneidade de ocorrência das voçorocas, e outros processos erosivos verificados na área dificulta o diagnóstico correto, a uniformização e a efetivação das medidas mitigadoras a serem propostas.

O trabalho também chamou a atenção para a existência de situações análogas nos limites da Municipalidade e demais municípios da região Sul Fluminense, por conta da monocultura do café, do pastoreio extensivo/excessivo de gado bovino sem manejo, a abertura de estradas vicinais e, no caso específico de Volta Redonda, a expansão urbana desordenada, rumo aos topos dos morros que circundam a planície aluvionar, ocupada inicialmente com a construção da Companhia Siderúrgica Nacional. O apoio parcial do Poder Público Municipal às ações mitigadoras propostas (falta de visão holística por parte da Administração Municipal e de profissionais da construção civil que invariavelmente desconhecem as diversas práticas edafológicas e mecânicas destinadas à prevenção/mitigação de processos erosivos), foi marcante, pois não houve liberação de recursos para intervenções mecânicas de grande monta no cume do morro e tampouco a aquisição de toras para construção de paliçadas no interior das principais voçorocas.

As visitas freqüentes à área demonstraram a baixa percepção e cooperação da população residente no entorno (Promoção da Educação Ambiental não-formal: Lei Federal nº9795/99), que refletiram baixo interesse pelo empreendimento, bem como foram responsáveis pela retirada de algumas mudas plantadas e queimadas pontuais nas cercanias do morro. Os fatores limitantes pronunciados, como: ausência de solo (perda dos horizontes O, A e B) causados pelo escoamento superficial intenso, a baixa fertilidade do subsolo (horizonte C esaprolito) que dificultam o crescimento das mudas plantadas, a acidez pronunciada do subsolo (pH: 5.1) e a selagem do subsolo, que igualmente dificultam o crescimento das mudas plantadas pelo cerceamento do sistema radicular, que não consegue romper os limites da cova, foram identificados como responsáveis pelo retardamento e/ou dificuldade de fixação da vegetação na área.

O clima mesotérmico da região, com invernos secos e baixos índices pluviométricos é responsável direto pelo déficit hídrico cíclico/sazonal, que afeta visivelmente a vegetação plantada nestes períodos de forte estiagem (abril a novembro). O crescimento das mudas no interior das voçorocas (eixo e laterais) foi visivelmente superior àquelas plantadas no entorno das mesmas, face à selagem do solo que dificulta a expansão do sistema radicular das mudas plantadas, enquanto as outras (mudas do interior das voçorocas) dispõem de um aporte maior de águas pluviais e de um subsolo mais propício à expansão de suas raízes, pela textura arenosa que prevalece no eixo das voçorocas e também pelo aporte de detritos diversos e folhas oriundas da vegetação rasteira do topo do morro, que melhoram sensivelmente as condições edáficas.

A perda visível da biodiversidade (fauna endopodônica: micro, meso e macrofauna) é um fator limitante de repulsão, que contribui negativamente na atração da avifauna que poderia auxiliar na dispersão espontânea de sementes e também como pouso de arribação de algumas espécies migratórias, que igualmente seriam dispersores naturais de sementes (principalmente piscitacídeos). Os muros de saco edificados também se mostraram ineficientes, na maioria dos casos, pois retêm as águas pluviais e o solo à montante e invariavelmente desabam devido à forte carga que fica à montante, bem como a ausência de ancoramento do mesmo.

Conclui-se que o homem se firma hoje, como o grande agente geomorfológico de mudanças significativas e invariavelmente desastrosas do relevo terrestre, fruto da falta de planejamento ambiental que considere a aptidão dos recursos abióticos e bióticos, acelerando as taxas de erosão e provocando a degradação dos solos por vários motivos.

## 10-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS :

- Ab' SÁBER, A.N. Os Domínios de Natureza no Brasil - Potencialidades Paisagísticas. São Paulo, Ed. Ateliê Editorial. 2003. 160p.
- Agrobiologia. Informativo do Centro Nacional de Pesquisas de Agrobiologia (C.N.P.A.B.-EMBRAPA), 1996. Ano I, número 03.
- ALMEIDA FILHO, G.S. de. Noções Básicas para Controle e Prevenção da Erosão em Área Urbana e Rural. IPT/SP. São Paulo. 2004. 126p. CD-ROM.
- AMARAL, C. & F., R. LUIZ. Aspectos ambientais dos escorregamentos em Áreas Urbanas. *In: Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil*, A.C. Vitte e A.J.T. Guerra (orgs.), Rio de Janeiro, Ed. Bertrand Brasil, 2004, pp. 193-223.
- ARAÚJO, G.H. de S. *et al.* Gestão Ambiental de Áreas Degradadas. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 320 p.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 13030. Elaboração e apresentação de projeto de reabilitação de áreas degradadas pela mineração.
- BEZERRA, F. B. *et al.* Uso do Lodo de Esgoto na revegetação de área degradada do entorno do Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 27p. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, nº34.
- BRANDINARDELLI, A. M. & REIS NASCIMENTO, A. O Planejamento na Recuperação Ambiental. Revista Ação Ambiental, Universidade Federal de Viçosa, 2000.10: pág.13-15.
- Brasil. Lei Federal 4.771/65. Código Florestal, 1965. Brasília. Distrito Federal.
- Brasil. Lei Federal 6.938/81. Política Nacional do Meio Ambiente, 1981. Brasília. Distrito Federal.
- Brasil. Lei Federal 7.347/85. Ação Civil Pública, 1985. Brasília. Distrito Federal.
- Brasil. Lei Federal 9.605/98. Lei de Crimes Ambientais, 1998. Brasília. Distrito Federal.
- Brasil. Lei Federal 9.795/99. Lei de Educação Ambiental, 1999. Brasília. Distrito Federal.
- BUCKMAN, O.H. & BRADY C.N. Natureza e Propriedades dos Solos. Livraria Freitas Bastos S.A., 1968. Rio de Janeiro. 16: pág. 453-476.
- CAPRA, F. O da física. São Paulo: Cultrix, 1983. 160 p.



CAVAGUTI, N. Erosões lineares e solos urbanos- estudos, caracterização e análise do meio físico de Bauru, São Paulo. Tese de Livre Docência. Faculdade de Engenharia e Tecnologia, UNESP, Bauru, 548p.

CHORLEY, RICHARD. J.; HAGGETT, PETER. (1967). *Models of Physical Systems*. Barnes & Noble Inc., 1967.II: *Models in Geomorphology*.p.59 à 90.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. Editora Edgard Blucher, 1980. São Paulo. 188p.

COELHO NETTO, A.L. Hidrologia de Encosta na Interface com a Geomorfologia. *In: Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. GUERRA A.J.T. e CUNHA, S.B. (orgs.) Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2005. 6ª ed., pp.93-148.

CUNHA, S. B. & GUERRA, A. J. T. Degradação Ambiental. *In: Geomorfologia e Meio Ambiente*. GUERRA A.J.T. e CUNHA, S.B. (orgs.) Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2000. 3ª ed., pp.337-379.

CERRI, L. E. S. & SILVA, J. A. F. Erosão do Solo: Aspectos conceituais. *Revista da Universidade de Guarulhos- Geociências*, II. 1997. São Paulo. pp.92-98.

Curso de Geologia de Engenharia aplicado a problemas ambientais. AGAMA-DIGEM. Instituto de Pesquisas Tecnológicas-I.P.T.1999. São Paulo. pág.01-20.

FAO. *Natural resources and the human environment for food and agriculture*. Environment Paper N°.1. Roma, 1980.

FERNANDES, N. F & AMARAL, C. P. do. Movimentos de massa: uma abordagem geológica-geomorfológica. *In: Geomorfologia e Meio Ambiente*. Orgs. GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. da., Rio de Janeiro, Ed. Bertrand Brasil, 2000, 123-185 pp.

Folha SF.23-Z-A-II-4-SE, Volta Redonda-N, Diretoria de Serviço Geográfico, Ministério do Exército. Escala 1:25.000, 1981.

GOUDIE, A. *The Encyclopaedic Dictionary of Physical Geography*. Basil Blackwell Ltd., Oxford, Inglaterra, 1985, 528p.

GOUDIE, A. e VILES, H. *The Earth Transformed- An Introduction to human Impacts on the Environment*. Oxford: Blackwell Publishers, 1997, 276pp.

GUERRA, A.J.T. O início do Processo Erosivo. *In: Erosão e Conservação dos Solos-Conceitos, Temas e Aplicações*. Guerra .A.J.T. e Botelho, R. G.M. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 4ª ed., 2001, pp.15-55.

\_\_\_\_\_. Processos erosivos nas encostas. *In: Geomorfologia - uma atualização de Bases e Conceitos*. Orgs. A.J.T. Guerra e S.B. Cunha, Rio de Janeiro, Ed. Bertrand Brasil, 1995, 2ª Edição, pp. 149-209.

\_\_\_\_\_. Encostas e a Questão Ambiental. *In: A Questão Ambiental. Diferentes Abordagens*. Cunha, S.B. e Guerra A.J.T. (orgs.). Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 4ª. ed., 2003, pp.191-218.

GUERRA, A.J.T., e BOTELHO, R.G.M. Características e Propriedades dos Solos Relevantes para os Estudos Pedológicos e Análises dos Processos Erosivos. *Anuário do Instituto de Geociências*, UFRJ, Volume 19, 93-114, 1996.

GUERRA, A.J.T., e MARÇAL, M.S. (2006). *Geomorfologia Ambiental*. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 192p.

GURGEL JR, F.J. & PESTANA, F.C. Projeto de recuperação ambiental em área degradada por voçoroca no bairro Três Poços, Volta Redonda/RJ. Projeto Final de Curso. Instituto de Biologia/UFRJ, 2005. 67p.

KAGEYAMA, P. Y. *et. al.* Restauração de mata ciliar: manual para recuperação de matas ciliares e microbacias. Rio de Janeiro. 2001. 104p.

KAGEYAMA, P.Y. & MACEDO, A.C. de. Manual de Revegetação de Matas Ciliares e proteção ambiental. Secretaria Estadual de Meio Ambiente. 1993. São Paulo. 24p.

LEMOS, R.C. de & SANTOS, R.D. dos. Manual de descrição e coleta de solo no campo. Centro Nacional de Pesquisa do solo. 3ª Edição, 1996. São Paulo. 83p.

LEPSCH, I. F. Formação e Conservação dos Solos. Editora Oficina dos Textos, 2002. São Paulo. 178p.

LIMA e SILVA, P.P., GUERRA, A.J.T., MOUSINHO, P., BUENO, C., ALMEIDA, F.G., MALHEIROS, T. & SOUZA Jr., A.B. Dicionário brasileiro de Ciências Ambientais. Editora Thex, 2ª Edição, 2002. Rio de Janeiro. 251p.

MACEDO, J.R. de. Revegetação da área de contribuição e estabilização de voçorocas através de práticas mecânicas e vegetativas. Boletim Técnico da EMBRAPA nº09, 1998. Rio de Janeiro. 6p.

MACHADO, J. A; PAULA SOUZA, D.M; BRUM, A.C.R. Efeito de anos de cultivo convencional em propriedades físicas dos solos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. Vol. 5, 187-189, 1981.

MAFRA, N.M.C. Erosão e Planificação de Uso do Solo. *In: Erosão e Conservação dos Solos- Conceitos, Temas e Aplicações*. Guerra, A.J.T.; Silva, A.S. e Botelho, R.E.M. (orgs.). Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 1999, pp.303-322.

MINTER. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Manual de Recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação/IBAMA. 1990.

NUNES, M. F. S. Q. DA C. Recuperação de Áreas Degradadas. Rio de Janeiro: N.A.D.C./U.F.R.J., 2003. 25 p.

ODUM, E.P. Ecologia. Editora Guanabara. 1988. Rio de Janeiro. 434p.

OLIVEIRA, M.A.T. de. Processos erosivos e preservação de áreas de risco de erosão por voçorocas. *In: Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações*. Orgs. Guerra, A.J.T.; Silva, A. S. da; Botelho, R. G. M. Rio de Janeiro, Ed. Bertrand Brasil, 1999. pp.57-99.

PETRI, S. & FÚLFARO, V. J. Geologia. Editora da Universidade de São Paulo (E.D.U.S.P.), 1988. São Paulo. pág.423-424.

Relatórios anuais (2000 à 2005) de boletins de ocorrência emitidos pela Coordenadoria Municipal de Defesa Civil do Município de Volta Redonda/RJ.

Resolução S.M.A.C. nº200 de 27 de fevereiro de 2002 (Secretaria Municipal de Meio Ambiente do Município do Rio de Janeiro). Disciplina a apresentação de planos de recomposição vegetal para recuperação de áreas degradadas por atividades de extração mineral e/ou estabilização. 2002. Rio de Janeiro. 04 p.

Resolução CONAMA 237/97. Dispõe sobre o licenciamento ambiental, 1997. Brasília.

Resolução CONAMA 375/06. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. 2006. Brasília.

RICKLEFS, R.E. A economia da natureza. Editora Guanabara Koogan, 3ª Edição, Rio de Janeiro. 1996. 470p.

SALOMÃO, F.X.T. Controle e Prevenção dos Processos Erosivos. *In: Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações*. Orgs. Guerra, A.J.T.; Silva, A. S. da; Botelho, R. G. M. Rio de Janeiro, Ed. Bertrand Brasil, 1999. pp 229-267.

SELBY, M.J. *Hillslope Materials and Processes*. Oxford, Oxford University Press, 1990, 1ª Edição, 264p.

VILELA, C.L. Comportamento erosivo dos solos sob revegetação em cicatriz de movimento de massa. Rio de Janeiro. IGEO-UFRJ. Dissertação de Mestrado. 103p. 2003.

Vocabulário Básico de Recursos Naturais e Meio Ambiente. IBGE. 2ª Edição, Rio de Janeiro. 2004. 332p.

[www.ambientebrasil.com.br](http://www.ambientebrasil.com.br) (Site de Apoio sobre Meio Ambiente, acesso em 14/02/2005).

[www.embrapa.com.br](http://www.embrapa.com.br) (Site Oficial da Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias, acesso em 23/03/2005).

[www.cide.rj.gov.br](http://www.cide.rj.gov.br) (Site da Fundação CIDE de Informações e Dados do Rio de Janeiro, acesso em 04/09/2007).

[www.lagesolos.ufrj.br](http://www.lagesolos.ufrj.br) (Site do Laboratório de Geomorfologia do Departamento de Geografia da UFRJ, acesso em 20/04/2005)

[www.portalvr.com.br](http://www.portalvr.com.br) (Site Oficial da Prefeitura Municipal de Volta Redonda - PMVR, acesso em 15/09/2005).

[www.bioverde.com.br](http://www.bioverde.com.br) (Site da Empresa Bioverde- Árvores do Brasil, acesso em 09/03/2005)

[www.sosmataatlantica.org.br](http://www.sosmataatlantica.org.br) (Site da O.N.G. SOS Mata Atlântica, acesso em 12/09/2006).



**COOPERATIVA AGROPECUÁRIA DE BOA ESPERANÇA LTDA.  
LABORATÓRIO DE ANÁLISES DE SOLO E FOLIAR**

AV. ESMERALDA, 555 - JARDIM ALVORADA - BOA ESPERANÇA - MG - CEP 37170-000 - FONE (35) 3851-6409 - FAX (35) 3851-6402  
E-Mail: labsolos@capebe.org.br

PROPRIETÁRIO: PREFEITURA MUNICIPAL DE VOLTA REDONDA  
 PROPRIEDADE: NAO IDENTIFICADA  
 ENDEREÇO: MUNICIPIO: VOLTA REDONDA  
 REMETENTE: CIDADE: VOLTA REDONDA UF: RJ  
 ENTRADA: 14/05/2004 SAIDA: 19/05/2004

**RESULTADO DE ANÁLISE DE SOLO**

Número da Amostra	pH	dag / kg		mg / L		mg / dm <sup>3</sup>		cmol <sub>c</sub> / dm <sup>3</sup>						%		Percentual em Relação a T		
		Matéria Orgânica	P <sub>org</sub>	P	K	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H+Al	Al	SB	t	T	m	V	K	Ca	Mg
1	5,1			1	18	0,04	0,5	1,0	1,7	0,7	1,5	2,2	3,2	32	47	1,3	15,6	31,3

Número da Amostra	Protocolo do Laboratorio	IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	mg / dm <sup>3</sup>												
			S.SO <sub>2</sub>	B	Cu	Fe	Mn	Zn							
1	70703	GLEBA MORRO SANTA CLARA 00 A 20 CM													

**OBSERVAÇÕES**

- B - Soma de Bases
- CTC efetiva
- CTC a pH 7,0
- Saturação Alumínio
- Saturação de Bases
- em H<sub>2</sub>O 1:2,5
- Mehlich
- Água Quente
- Fe, Mn, Zn: Mehlich

NOVO TELEFONE DO LABORATORIO,  
3851-6409

resultado refere-se somente à amostra enviada ao laboratório

AMOSTRAGEM BEM FEITA GARANTE A QUALIDADE  
DOS SEUS RESULTADOS

RESPONSÁVEL:

*Maria Elizabete de Aquino Rangel*  
MARIA ELIZABETE DE AQUIINO RANGEL  
Química Resposta  
CRQ N.º 02200073 - 2ª Região



**"COM ANÁLISE DE SOLO, VOCÊ PRODUZ MAIS, GASTA MENOS E PROTEGE O MEIO AMBIENTE"**

**Anexo: LaudolaboratorialdeanálisedesolodomorroSantaClara.**

## a em Volta Redonda

### Furban combate erosão em área de posse

Além de regulamentar as áreas de posse de Volta Redonda, o Furban agora já dá outro passo para melhoria de vida da população municipal. Foi iniciado há quase um mês o processo de plantio de cerca de sete mil mudas de árvores frutíferas e leguminosas na área de posse na Rua Santa Clara, no bairro Três Poços. O projeto prevê a recuperação de uma imensa vossoroca que vem prejudicando a área verde que há no entorno e ainda pode vir a provocar queda de barreiras tão logo o terreno não seja recuperado. O projeto de arborização é uma parceria entre o Furban e a Coordema.

Há cinco semanas, o Furban vem executando o trabalho junto ao bairro que compreende uma área de mais de 30 hectares de terra, situando-se acima do núcleo de posse do bairro. Segundo o coordenador do projeto e integrante do setor de Titulação do órgão, Francisco Jacome Júnior, se não fosse tomada nenhuma providência, o terreno iria desabar em pouco tempo, visto que o local já está totalmente devastado.

“Nós conseguimos doações da Coordema de muitas mudas e ainda compramos outras para a realização desta primeira etapa. Neste primeiro momento vamos esperar para ver como o terreno vai suportar perante esta iniciativa. Se der certo, aplicaremos mais plantio ao local. Provavelmente, ano que vem vamos dar segui-

mento, acabando de vez com o problema e ainda ampliando nosso projeto”, disse.

Em contrapartida, a população também vem auxiliando nos serviços, sobretudo na plantação das leguminosas e também ajudando no combate às pragas, como a formiga saúva, que acaba com as plantas. Outro auxílio, ainda explicado por Júnior, está ligado aos contatos que ele vem mantendo com instituições e universidades para estudar melhor casos como estes e executar um trabalho mais imediato.

“Hoje Volta Redonda não possui vossorocas como esta, que está em estado avançado, mas sim há processos erosivos. Não podemos deixar que eles avancem também e, para deter este mal, já combateremos no início, expandindo o projeto para outros pontos. A participação da comunidade também vem sendo importante pois, além de estarem nos auxiliando no plantio, também tem a responsabilidade de zelar pelo local, impedindo a destruição pelas formigas e por outros moradores”, explica o profissional, acrescentando que ao final do plantio, a população vai receber um certificado.

Depois do crescimento das árvores, que podem demorar até cinco anos, a expectativa é de que as frutíferas possam servir de abrigo para aves e auxiliar na polinização, contribuindo para a manutenção do local e delegando à natureza a responsabilidade de tomar conta da área.



**ANEXO II: Repercussão local do trabalho de reabilitação ambiental do Morro Santa Clara.**

## Projeto utiliza plantio de mudas para conter erosão

Fernando Siqueira

Volta Redonda

Para evitar deslizamentos de terra e combater a erosão em uma encosta localizada na Rua Santa Clara, no bairro Três Poços, funcionários da Coordema (Coordenadoria de Defesa do Meio Ambiente) e o Furban (Fundo Comunitário de Volta Redonda) estão realizando uma obra alternativa, que consiste no plantio de espécies leguminosas, entre elas mudas de sabiá, uva do Japão, acácia, cibipiruna, alfenero, sombreiro e leucena.

Segundo o assessor técnico do Furban, Francisco Jacome Gurgel Júnior, antes dos trabalhos serem iniciados, foi feita uma análise química do terreno para saber as possibilidades das espécies sobreviverem no local e se seria necessário a utilização de formicidas. Esta primeira etapa da obra está orçada em cerca de R\$ 2 mil e todo o trabalho está contando com a supervisão do chefe da Divisão de Botânica da Coordema,



Revitalização: Furban e Coordema iniciam recuperação de área degradada

ma, Silvio da Fonte.

O projeto de reflorestamento, que é pioneiro no município, vai substituir uma obra convencional de contenção de encostas com o uso de concreto. E um dos objetivos é, além de combater a erosão, evitar aumento das voçorocas, que são rachaduras nos morros causadas pelas águas.

“Nós esperamos que com essa alternativa, que é um experimento, nós consigamos recuperar a área, já que é

muito próxima a uma área de posse e, com as chuvas, o risco de deslizamentos é muito grande. Com a revitalização, nós acreditamos que até as aves do local voltem ao seu habitat”, explicou Júnior.

Além de funcionários do Furban e da Coordema, pessoas da comunidade foram contratadas em regime de tarefa para ajudar no plantio. “Com o envolvimento das pessoas estamos também trabalhando para que elas sejam multiplicadoras da conscientização ecológica”, disse o assessor técnico, ressaltando que a iniciativa tem o apoio do presidente da associação dos moradores, Eli Inácio Araújo. A segunda etapa do plantio será realizada em novembro e dezembro, épocas de maior incidência de chuvas.



### 3347-4477

Faça, agora, seu anúncio classificado pelo **DIÁRIO-FONE**.

E pague em até 30 dias  
**LIGUE AGORA!**

**ANEXO III: Repercussão local do trabalho de reabilitação ambiental do morro Santa Clara**

**ANEXO IV: Morfologia das amostras de solo do morro Santa Clara**

<b>MORFOLOGIA DE AMOSTRAS DE SOLO –2006-M. Santa Clara</b> <b>OBS: 2ª CABECEIRA</b>	<b>VOÇOROCA:</b> 03	<b>PONTO:</b> P.9
1- <b>ESTRUTURA:</b> Subangular 1.2- <b>ESTRUTURA (TAMANHO):</b> pequena 1.3- <b>GRAU DE ESTRUTURA:</b> moderada		
2- <b>TEXTURA:</b> siltosa		
3- <b>POROSIDADE (TAMANHO):</b> pequenos 3.1- <b>POROSIDADE (QUANTIDADE):</b> comuns		
4- <b>CEROSIDADE (GRAU):</b> fraca 4.1- <b>CEROSIDADE (QUANTIDADE):</b> abundante		
5- <b>CONSISTÊNCIA (SECA):</b> macia 5.1- <b>CONSISTÊNCIA (ÚMIDA):</b> friável 5.2- <b>CONSISTÊNCIA (PLASTICIDADE):</b> ligeiramente plástica 5.3- <b>CONSISTÊNCIA (PEGAJOSIDADE):</b> ligeiramente pegajosa		
6- <b>COR:</b> Vermelho amarelado		

<b>MORFOLOGIA DE AMOSTRAS DE SOLO-2006-M. Santa Clara</b> <b>OBS: perfil</b>	<b>VOÇOROCA:</b> 4	<b>PONTO:</b> 20
1- <b>ESTRUTURA:</b> angular 1.2- <b>ESTRUTURA (TAMANHO):</b> muito pequena 1.3- <b>GRAU DE ESTRUTURA:</b> moderada		
2- <b>TEXTURA:</b> areia		
3- <b>POROSIDADE (TAMANHO):</b> muito pequenos 3.1- <b>POROSIDADE (QUANTIDADE):</b> comuns		
4- <b>CEROSIDADE (GRAU):</b> fraca 4.1- <b>CEROSIDADE (QUANTIDADE):</b> comum		
5- <b>CONSISTÊNCIA (SECA):</b> solta 5.1- <b>CONSISTÊNCIA (ÚMIDA):</b> friável 5.2- <b>CONSISTÊNCIA (PLASTICIDADE):</b> plástica 5.3- <b>CONSISTÊNCIA (PEGAJOSIDADE):</b> não pegajosa		
6- <b>COR:</b> Vermelho		

<b>MORFOLOGIA DE AMOSTRAS DE SOLO-2006-M. Santa Clara</b> <b>OBS: perfil (2 m)</b>	<b>VOÇOROCA:</b> 5	<b>PONTO:</b> 22
1- <b>ESTRUTURA:</b> angulares 1.2- <b>ESTRUTURA (TAMANHO):</b> pequena 1.3- <b>GRAU DE ESTRUTURA:</b> moderada		
2- <b>TEXTURA:</b> silte		
3- <b>POROSIDADE (TAMANHO):</b> pequenos 3.1- <b>POROSIDADE (QUANTIDADE):</b> poucos		
4- <b>CEROSIDADE (GRAU):</b> fraca 4.1- <b>CEROSIDADE (QUANTIDADE):</b> pouco		
5- <b>CONSISTÊNCIA (SECA):</b> seca 5.1- <b>CONSISTÊNCIA (ÚMIDA):</b> friável 5.2- <b>CONSISTÊNCIA (PLASTICIDADE):</b> ligeiramente plástica 5.3- <b>CONSISTÊNCIA (PEGAJOSIDADE):</b> não pegajosa		
6- <b>COR:</b> vermelho amarelado		



<b>MORFOLOGIA DE AMOSTRAS-2006-M. Santa Clara</b> <b>OBS:</b> fundo da voçoroca	<b>VOÇOROCA:</b> 3	<b>PONTO:</b> 20
<b>1-ESTRUTURA:</b> blocos angulares		
<b>1.2- ESTRUTURA (TAMANHO):</b> média		
<b>1.3- GRAU DE ESTRUTURA:</b> fraca		
<b>2- TEXTURA:</b> arenosa		
<b>3- POROSIDADE (TAMANHO):</b> pequenos		
<b>3.1- POROSIDADE (QUANTIDADE):</b> comuns		
<b>4- CEROSIDADE (GRAU):</b> fraca		
<b>4.1- CEROSIDADE (QUANTIDADE):</b> pouca		
<b>5- CONSISTÊNCIA (SECA):</b> macia		
<b>5.1- CONSISTÊNCIA (ÚMIDA):</b> friável		
<b>5.2- CONSISTÊNCIA (PLASTICIDADE):</b> não-plástica		
<b>5.3- CONSISTÊNCIA (PEGAJOSIDADE):</b> pegajosa		
<b>6- COR:</b> bruno		

<b>MORFOLOGIA DE AMOSTRAS-2006-M. Santa Clara</b> <b>OBS:</b> 3 metros	<b>VOÇOROCA:</b> 3	<b>PONTO:</b> 20
<b>1-ESTRUTURA:</b> blocos angulares		
<b>1.2- ESTRUTURA (TAMANHO):</b> pequena		
<b>1.3- GRAU DE ESTRUTURA:</b> moderada		
<b>2- TEXTURA:</b> siltosa		
<b>3- POROSIDADE (TAMANHO):</b> pequenos		
<b>3.1- POROSIDADE (QUANTIDADE):</b> poucos		
<b>4- CEROSIDADE (GRAU):</b> fraca		
<b>4.1- CEROSIDADE (QUANTIDADE):</b> comum		
<b>5- CONSISTÊNCIA (SECA):</b> macia		
<b>5.1- CONSISTÊNCIA (ÚMIDA):</b> friável		
<b>5.2- CONSISTÊNCIA (PLASTICIDADE):</b> plástica		
<b>5.3- CONSISTÊNCIA (PEGAJOSIDADE):</b> pegajosa		
<b>6- COR:</b> Bruno-forte		

<b>MORFOLOGIA DE AMOSTRAS-2006-M. Santa Clara</b> <b>OBS:</b>	<b>VOÇOROCA:</b> 5	<b>PONTO:</b> 23
<b>1-ESTRUTURA:</b> blocos angulares		
<b>1.2- ESTRUTURA (TAMANHO):</b> pequena		
<b>1.3- GRAU DE ESTRUTURA:</b> moderada		
<b>2- TEXTURA:</b> siltosa		
<b>3- POROSIDADE (TAMANHO):</b> pequenos		
<b>3.1- POROSIDADE (QUANTIDADE):</b> poucos		
<b>4- CEROSIDADE (GRAU):</b> fraca		
<b>4.1- CEROSIDADE (QUANTIDADE):</b> comum		
<b>5- CONSISTÊNCIA (SECA):</b> macia		
<b>5.1- CONSISTÊNCIA (ÚMIDA):</b> friável		
<b>5.2- CONSISTÊNCIA (PLASTICIDADE):</b> plástica		
<b>5.3- CONSISTÊNCIA (PEGAJOSIDADE):</b> ligeiramente pegajosa		
<b>6- COR:</b> vermelho-amarelado		

<b>MORFOLOGIA DE AMOSTRAS-2006-M. Santa Clara</b> <b>OBS:</b> fundo da voçoroca	<b>VOÇOROCA:</b> 5	<b>PONTO:</b> 22
1- <b>ESTRUTURA:</b> blocos angulares		
1.2- <b>ESTRUTURA (TAMANHO):</b> pequena		
1.3- <b>GRAU DE ESTRUTURA:</b> moderada		
2- <b>TEXTURA:</b> arenosa		
3- <b>POROSIDADE (TAMANHO):</b> pequenos		
3.1- <b>POROSIDADE (QUANTIDADE):</b> comuns		
4- <b>CEROSIDADE (GRAU):</b> fraca		
4.1- <b>CEROSIDADE (QUANTIDADE):</b> comum		
5- <b>CONSISTÊNCIA (SECA):</b> macia		
5.1- <b>CONSISTÊNCIA (ÚMIDA):</b> friável		
5.2- <b>CONSISTÊNCIA (PLASTICIDADE):</b> ligeiramente plástica		
5.3- <b>CONSISTÊNCIA (PEGAJOSIDADE):</b> pegajosa		
6- <b>COR:</b> amarelo avermelhado		

<b>MORFOLOGIA DE AMOSTRAS-2006-M. Santa Clara</b> <b>OBS:</b> perfil – 0,5m	<b>VOÇOROCA:</b> 05	<b>PONTO:</b> 22
1- <b>ESTRUTURA:</b> blocos angulares		
1.2- <b>ESTRUTURA (TAMANHO):</b> pequena		
1.3- <b>GRAU DE ESTRUTURA:</b> moderada		
2- <b>TEXTURA:</b> siltosa		
3- <b>POROSIDADE (TAMANHO):</b> pequenos		
3.1- <b>POROSIDADE (QUANTIDADE):</b> poucos		
4- <b>CEROSIDADE (GRAU):</b> moderada		
4.1- <b>CEROSIDADE (QUANTIDADE):</b> comum		
5- <b>CONSISTÊNCIA (SECA):</b> macia		
5.1- <b>CONSISTÊNCIA (ÚMIDA):</b> friável		
5.2- <b>CONSISTÊNCIA (PLASTICIDADE):</b> ligeiramente plástica		
5.3- <b>CONSISTÊNCIA (PEGAJOSIDADE):</b> pegajosa		
6- <b>COR:</b> amarelo-avermelhado		

<b>MORFOLOGIA DE AMOSTRAS-2006-M. Santa Clara</b> <b>OBS:</b> 0,50m	<b>VOÇOROCA:</b> 03	<b>PONTO:</b> 20
1- <b>ESTRUTURA:</b> angular		
1.2- <b>ESTRUTURA (TAMANHO):</b> pequena		
1.3- <b>GRAU DE ESTRUTURA:</b> moderada		
2- <b>TEXTURA:</b> arenosa		
3- <b>POROSIDADE (TAMANHO):</b> pequenos		
3.1- <b>POROSIDADE (QUANTIDADE):</b> comuns		
4- <b>CEROSIDADE (GRAU):</b> moderada		
4.1- <b>CEROSIDADE (QUANTIDADE):</b> comum		
5- <b>CONSISTÊNCIA (SECA):</b> ligeiramente dura		
5.1- <b>CONSISTÊNCIA (ÚMIDA):</b> friável		
5.2- <b>CONSISTÊNCIA (PLASTICIDADE):</b> plástica		
5.3- <b>CONSISTÊNCIA (PEGAJOSIDADE):</b> pegajosa		
6- <b>COR:</b> Bruno-amarelado		

<b>MORFOLOGIA DE AMOSTRAS-2006-M. Santa Clara</b> <b>OBS:</b> PERFIL 1,5 metros	<b>VOÇOROCA:</b> 03	<b>PONTO:</b> 20
1- <b>ESTRUTURA:</b> subangular		
1.2- <b>ESTRUTURA (TAMANHO):</b> pequena		
1.3- <b>GRAU DE ESTRUTURA:</b> fraca		
2- <b>TEXTURA:</b> siltosa		
3- <b>POROSIDADE (TAMANHO):</b> pequenos		
3.1- <b>POROSIDADE (QUANTIDADE):</b> comuns		
4- <b>CEROSIDADE (GRAU):</b> moderada		
4.1- <b>CEROSIDADE (QUANTIDADE):</b> comum		
5- <b>CONSISTÊNCIA (SECA):</b> ligeiramente dura		
5.1- <b>CONSISTÊNCIA (ÚMIDA):</b> friável		
5.2- <b>CONSISTÊNCIA (PLASTICIDADE):</b> plástica		
5.3- <b>CONSISTÊNCIA (PEGAJOSIDADE):</b> pegajosa		
6- <b>COR:</b> Vermelho claro		

<b>MORFOLOGIA DE AMOSTRAS-2006-M. Santa Clara</b> <b>OBS:</b> PERFIL 2 metros	<b>VOÇOROCA:</b> 03	<b>PONTO:</b> 20
1- <b>ESTRUTURA:</b> subangular		
1.2- <b>ESTRUTURA (TAMANHO):</b> média		
1.3- <b>GRAU DE ESTRUTURA:</b> moderada		
2- <b>TEXTURA:</b> siltosa		
3- <b>POROSIDADE (TAMANHO):</b> muito pequenos		
3.1- <b>POROSIDADE (QUANTIDADE):</b> comuns		
4- <b>CEROSIDADE (GRAU):</b> moderada		
4.1- <b>CEROSIDADE (QUANTIDADE):</b> pouco		
5- <b>CONSISTÊNCIA (SECA):</b> ligeiramente dura		
5.1- <b>CONSISTÊNCIA (ÚMIDA):</b> muito friável		
5.2- <b>CONSISTÊNCIA (PLASTICIDADE):</b> plástica		
5.3- <b>CONSISTÊNCIA (PEGAJOSIDADE):</b> ligeiramente pegajosa		
6- <b>COR:</b> vermelho		

<b>MORFOLOGIA DE AMOSTRAS-2006-M. Santa Clara</b> <b>OBS:</b> 1,5 metros	<b>VOÇOROCA:</b> 05	<b>PONTO:</b> 22
1- <b>ESTRUTURA:</b> subangular		
1.2- <b>ESTRUTURA (TAMANHO):</b> média		
1.3- <b>GRAU DE ESTRUTURA:</b> moderada		
2- <b>TEXTURA:</b> siltosa		
3- <b>POROSIDADE (TAMANHO):</b> pequenos		
3.1- <b>POROSIDADE (QUANTIDADE):</b> comuns		
4- <b>CEROSIDADE (GRAU):</b> moderada		
4.1- <b>CEROSIDADE (QUANTIDADE):</b> pouco		
5- <b>CONSISTÊNCIA (SECA):</b> ligeiramente dura		
5.1- <b>CONSISTÊNCIA (ÚMIDA):</b> friável		
5.2- <b>CONSISTÊNCIA (PLASTICIDADE):</b> ligeiramente plástica		
5.3- <b>CONSISTÊNCIA (PEGAJOSIDADE):</b> ligeiramente pegajosa		
6- <b>COR:</b> vermelho		

<b>MORFOLOGIA DE AMOSTRAS-2006-M. Santa Clara</b> <b>OBS: superfície</b>	<b>VOÇOROCA:</b> 03	<b>PONTO:</b> 20
1-ESTRUTURA: subangular		
1.2- ESTRUTURA (TAMANHO): média		
1.3- GRAU DE ESTRUTURA: moderada		
2- TEXTURA: siltosa		
3- POROSIDADE (TAMANHO): pequenos		
3.1- POROSIDADE (QUANTIDADE): comuns		
4- CEROSIDADE (GRAU): moderada		
4.1- CEROSIDADE (QUANTIDADE): comum		
5- CONSISTÊNCIA (SECA): dura		
5.1- CONSISTÊNCIA (ÚMIDA): muito friável		
5.2- CONSISTÊNCIA (PLASTICIDADE): ligeiramente plástica		
5.3- CONSISTÊNCIA (PEGAJOSIDADE): ligeiramente pegajosa		
6- COR: vermelho		

<b>MORFOLOGIA DE AMOSTRAS-2006-M. Santa Clara</b> <b>OBS: subangular</b>	<b>VOÇOROCA:</b> 03	<b>PONTO:</b> 07
1-ESTRUTURA: pequena		
1.2- ESTRUTURA (TAMANHO): moderada		
1.3- GRAU DE ESTRUTURA: poucos poros		
2- TEXTURA: siltosa		
3- POROSIDADE (TAMANHO): pequenos		
3.1- POROSIDADE (QUANTIDADE): comuns		
4- CEROSIDADE (GRAU): moderada		
4.1- CEROSIDADE (QUANTIDADE): comum		
5- CONSISTÊNCIA (SECA): ligeiramente dura		
5.1- CONSISTÊNCIA (ÚMIDA): friável		
5.2- CONSISTÊNCIA (PLASTICIDADE): plástica		
5.3- CONSISTÊNCIA (PEGAJOSIDADE): ligeiramente pegajosa		
6- COR: Bruno-oliváceo		

<b>MORFOLOGIA DE AMOSTRAS-2006-M. Santa Clara</b> <b>OBS: 1ª cabeceira</b>	<b>VOÇOROCA:</b> 03	<b>PONTO:</b> 08
1-ESTRUTURA: subangular		
1.2- ESTRUTURA (TAMANHO): pequena		
1.3- GRAU DE ESTRUTURA: moderada		
2- TEXTURA: siltosa		
3- POROSIDADE (TAMANHO): pequenos		
3.1- POROSIDADE (QUANTIDADE): poucos		
4- CEROSIDADE (GRAU): moderada		
4.1- CEROSIDADE (QUANTIDADE): comum		
5- CONSISTÊNCIA (SECA): macia		
5.1- CONSISTÊNCIA (ÚMIDA): friável		
5.2- CONSISTÊNCIA (PLASTICIDADE): não-plástica		
5.3- CONSISTÊNCIA (PEGAJOSIDADE): pegajosa		
6- COR: vermelho		

<b>MORFOLOGIA DE AMOSTRAS-2006-M. Santa Clara</b> <b>OBS:</b>	<b>VOÇOROCA:</b> 04	<b>PONTO:</b> 19
1-ESTRUTURA: granular		
1.2- ESTRUTURA (TAMANHO): pequena		
1.3- GRAU DE ESTRUTURA: moderada		
2- TEXTURA: siltosa		
3- POROSIDADE (TAMANHO): muito pequenos		
3.1- POROSIDADE (QUANTIDADE): poucos		
4- CEROSIDADE (GRAU): fraca		
4.1- CEROSIDADE (QUANTIDADE): comum		
5- CONSISTÊNCIA (SECA): ligeiramente dura		
5.1- CONSISTÊNCIA (ÚMIDA): friável		
5.2- CONSISTÊNCIA (PLASTICIDADE): plástica		
5.3- CONSISTÊNCIA (PEGAJOSIDADE): ligeiramente pegajosa		
6- COR: Bruno-forte		

<b>MORFOLOGIA DE AMOSTRAS-2006-M. Santa Clara</b> <b>OBS:</b>	<b>VOÇOROCA:</b> 03	<b>PONTO:</b> 14
1-ESTRUTURA: subangular		
1.2- ESTRUTURA (TAMANHO): pequena		
1.3- GRAU DE ESTRUTURA: moderada		
2- TEXTURA: siltosa		
3- POROSIDADE (TAMANHO): pequenos		
3.1- POROSIDADE (QUANTIDADE): poucos		
4- CEROSIDADE (GRAU): moderada		
4.1- CEROSIDADE (QUANTIDADE): comum		
5- CONSISTÊNCIA (SECA): ligeiramente dura		
5.1- CONSISTÊNCIA (ÚMIDA): muito friável		
5.2- CONSISTÊNCIA (PLASTICIDADE): plástica		
5.3- CONSISTÊNCIA (PEGAJOSIDADE): ligeiramente pegajosa		
6- COR: Bruno avermelhado claro		

<b>MORFOLOGIA DE AMOSTRAS-2006-M. Santa Clara</b> <b>OBS:</b>	<b>VOÇOROCA:</b> 05	<b>PONTO:</b> 21
1-ESTRUTURA: subangular		
1.2- ESTRUTURA (TAMANHO): pequena		
1.3- GRAU DE ESTRUTURA: moderada		
2- TEXTURA: siltosa		
3- POROSIDADE (TAMANHO): pequenos		
3.1- POROSIDADE (QUANTIDADE): moderada		
4- CEROSIDADE (GRAU): moderada		
4.1- CEROSIDADE (QUANTIDADE): comum		
5- CONSISTÊNCIA (SECA): ligeiramente dura		
5.1- CONSISTÊNCIA (ÚMIDA): friável		
5.2- CONSISTÊNCIA (PLASTICIDADE): ligeiramente plástica		
5.3- CONSISTÊNCIA (PEGAJOSIDADE): ligeiramente pegajosa		
6- COR: Bruno amarelado		

<b>MORFOLOGIA DE AMOSTRAS-2006-M. Santa Clara</b> <b>OBS:</b>	<b>VOÇOROCA:</b> 03	<b>PONTO:</b> 10
1-ESTRUTURA: subangular		
1.2- ESTRUTURA (TAMANHO): pequena		
1.3- GRAU DE ESTRUTURA: moderada		
2- TEXTURA: siltosa		
3- POROSIDADE (TAMANHO): muito pequenos		
3.1- POROSIDADE (QUANTIDADE): comuns		
4- CEROSIDADE (GRAU): fraca		
4.1- CEROSIDADE (QUANTIDADE): friável		
5- CONSISTÊNCIA (SECA): macia		
5.1- CONSISTÊNCIA (ÚMIDA): ligeiramente plástica		
5.2- CONSISTÊNCIA (PLASTICIDADE): ligeiramente plástica		
5.3- CONSISTÊNCIA (PEGAJOSIDADE): pegajosa		
6- COR: Bruno-avermelhada		

<b>MORFOLOGIA DE AMOSTRAS-2006-M. Santa Clara</b> <b>OBS:</b>	<b>VOÇOROCA:</b> 03	<b>PONTO:</b> 20
1-ESTRUTURA: subangular		
1.2- ESTRUTURA (TAMANHO): pequena		
1.3- GRAU DE ESTRUTURA: moderada		
2- TEXTURA: siltosa		
3- POROSIDADE (TAMANHO): muito pequenos		
3.1- POROSIDADE (QUANTIDADE): poucos		
4- CEROSIDADE (GRAU): fraca		
4.1- CEROSIDADE (QUANTIDADE): pouco		
5- CONSISTÊNCIA (SECA): macia		
5.1- CONSISTÊNCIA (ÚMIDA): friável		
5.2- CONSISTÊNCIA (PLASTICIDADE): ligeiramente plástica		
5.3- CONSISTÊNCIA (PEGAJOSIDADE): pegajosa		
6- COR: Bruno-avermelhado		

<b>MORFOLOGIA DE AMOSTRAS-2006-M. Santa Clara</b> <b>OBS:</b>	<b>VOÇOROCA:</b> 04	<b>PONTO:</b> 16
1-ESTRUTURA: angulares		
1.2- ESTRUTURA (TAMANHO): pequenos		
1.3- GRAU DE ESTRUTURA: moderada		
2- TEXTURA: siltosa		
3- POROSIDADE (TAMANHO): pequenos		
3.1- POROSIDADE (QUANTIDADE): comuns		
4- CEROSIDADE (GRAU): fraca		
4.1- CEROSIDADE (QUANTIDADE): pouco		
5- CONSISTÊNCIA (SECA): ligeiramente dura		
5.1- CONSISTÊNCIA (ÚMIDA): friável		
5.2- CONSISTÊNCIA (PLASTICIDADE): plástica		
5.3- CONSISTÊNCIA (PEGAJOSIDADE): ligeiramente pegajosa		
6- COR: Bruno-avermelhado		

<b>MORFOLOGIA DE AMOSTRAS-2006-M. Santa Clara</b> <b>OBS:</b>	<b>VOÇOROCA:</b> 05	<b>PONTO:</b> 22
1-ESTRUTURA: subangulares		
1.2- ESTRUTURA (TAMANHO): pequena		
1.3- GRAU DE ESTRUTURA: moderada		
2- TEXTURA: siltosa		
3- POROSIDADE (TAMANHO): pequenos		
3.1- POROSIDADE (QUANTIDADE): poucos		
4- CEROSIDADE (GRAU): fraca		
4.1- CEROSIDADE (QUANTIDADE): pouco		
5- CONSISTÊNCIA (SECA): ligeiramente dura		
5.1- CONSISTÊNCIA (ÚMIDA): friável		
5.2- CONSISTÊNCIA (PLASTICIDADE): ligeiramente plástica		
5.3- CONSISTÊNCIA (PEGAJOSIDADE): ligeiramente pegajosa		
6- COR: Bruno-avermelhado		

<b>MORFOLOGIA DE AMOSTRAS-2006-M. Santa Clara</b> <b>OBS:</b>	<b>VOÇOROCA:</b> 04	<b>PONTO:</b> 19
1-ESTRUTURA: angulares		
1.2- ESTRUTURA (TAMANHO): muito pequena		
1.3- GRAU DE ESTRUTURA: moderada		
2- TEXTURA: siltosa		
3- POROSIDADE (TAMANHO): muito pequenas		
3.1- POROSIDADE (QUANTIDADE): poucos		
4- CEROSIDADE (GRAU): fraca		
4.1- CEROSIDADE (QUANTIDADE): pouco		
5- CONSISTÊNCIA (SECA): macia		
5.1- CONSISTÊNCIA (ÚMIDA): muito friável		
5.2- CONSISTÊNCIA (PLASTICIDADE): plástica		
5.3- CONSISTÊNCIA (PEGAJOSIDADE): ligeiramente pegajosa		
6- COR: Bruno-avermelhado		

<b>MORFOLOGIA DE AMOSTRAS-2006-M. Santa Clara</b> <b>OBS: 1METRO</b>	<b>VOÇOROCA:</b> 05	<b>PONTO:</b> 22
1-ESTRUTURA: subangulares		
1.2- ESTRUTURA (TAMANHO): pequena		
1.3- GRAU DE ESTRUTURA: moderada		
2- TEXTURA: siltosa		
3- POROSIDADE (TAMANHO): muito pequenos		
3.1- POROSIDADE (QUANTIDADE): poucos		
4- CEROSIDADE (GRAU): fraca		
4.1- CEROSIDADE (QUANTIDADE): pouco		
5- CONSISTÊNCIA (SECA): macia		
5.1- CONSISTÊNCIA (ÚMIDA): muito friável		
5.2- CONSISTÊNCIA (PLASTICIDADE): ligeiramente plástica		
5.3- CONSISTÊNCIA (PEGAJOSIDADE): ligeiramente pegajosa		
6- COR: Bruno avermelhado claro		

<b>MORFOLOGIA DE AMOSTRAS-2006-M. Santa Clara</b> <b>OBS:</b>	<b>VOÇOROCA:</b> 01	<b>PONTO:</b> 03
1- <b>ESTRUTURA:</b> angulares		
1.2- <b>ESTRUTURA (TAMANHO):</b> pequena		
1.3- <b>GRAU DE ESTRUTURA:</b> moderada		
2- <b>TEXTURA:</b> arenosa		
3- <b>POROSIDADE (TAMANHO):</b> muito pequenos		
3.1- <b>POROSIDADE (QUANTIDADE):</b> poucos		
4- <b>CEROSIDADE (GRAU):</b> fraca		
4.1- <b>CEROSIDADE (QUANTIDADE):</b> pouca		
5- <b>CONSISTÊNCIA (SECA):</b> ligeiramente dura		
5.1- <b>CONSISTÊNCIA (ÚMIDA):</b> friável		
5.2- <b>CONSISTÊNCIA (PLASTICIDADE):</b> muito plástica		
5.3- <b>CONSISTÊNCIA (PEGAJOSIDADE):</b>		
6- <b>COR:</b> Bruno-avermelhado		

<b>MORFOLOGIA DE AMOSTRAS-2006-M. Santa Clara</b> <b>OBS:</b> Borda de voçoroca	<b>VOÇOROCA:</b> 01	<b>PONTO:</b> 01
1- <b>ESTRUTURA:</b> subangular		
1.2- <b>ESTRUTURA (TAMANHO):</b> pequena		
1.3- <b>GRAU DE ESTRUTURA:</b> fraca		
2- <b>TEXTURA:</b> siltosa		
3- <b>POROSIDADE (TAMANHO):</b> muito pequenos		
3.1- <b>POROSIDADE (QUANTIDADE):</b> poros comuns		
4- <b>CEROSIDADE (GRAU):</b> moderada		
4.1- <b>CEROSIDADE (QUANTIDADE):</b> comum		
5- <b>CONSISTÊNCIA (SECA):</b> macia		
5.1- <b>CONSISTÊNCIA (ÚMIDA):</b> friável		
5.2- <b>CONSISTÊNCIA (PLASTICIDADE):</b> plástica		
5.3- <b>CONSISTÊNCIA (PEGAJOSIDADE):</b> pegajosa		
6- <b>COR:</b> amarelado-avermelhado		

<b>MORFOLOGIA DE AMOSTRAS-2006-M. Santa Clara</b> <b>OBS:</b> Cabeceira da voçoroca	<b>VOÇOROCA:</b> 01	<b>PONTO:</b> 02
1- <b>ESTRUTURA:</b> subangular		
1.2- <b>ESTRUTURA (TAMANHO):</b> pequena		
1.3- <b>GRAU DE ESTRUTURA:</b> moderada		
2- <b>TEXTURA:</b> siltosa		
3- <b>POROSIDADE (TAMANHO):</b> muito pequenos		
3.1- <b>POROSIDADE (QUANTIDADE):</b> poucos poros		
4- <b>CEROSIDADE (GRAU):</b> moderada		
4.1- <b>CEROSIDADE (QUANTIDADE):</b> comum		
5- <b>CONSISTÊNCIA (SECA):</b> ligeiramente dura		
5.1- <b>CONSISTÊNCIA (ÚMIDA):</b> firme		
5.2- <b>CONSISTÊNCIA (PLASTICIDADE):</b> não-plástica		
5.3- <b>CONSISTÊNCIA (PEGAJOSIDADE):</b> pegajosa		
6- <b>COR:</b> Bruno oliváceo-claro		



<b>MORFOLOGIA DE AMOSTRAS-2006-M. Santa Clara</b> <b>OBS:</b>	<b>VOÇOROCA:</b> 03	<b>PONTO:</b> 01
1-ESTRUTURA: subangular		
1.2- ESTRUTURA (TAMANHO): pequena		
1.3- GRAU DE ESTRUTURA: moderada		
2- TEXTURA: siltosa		
3- POROSIDADE (TAMANHO): muito pequena		
3.1- POROSIDADE (QUANTIDADE): poucos poros		
4- CEROSIDADE (GRAU): pouco		
4.1- CEROSIDADE (QUANTIDADE): comum		
5- CONSISTÊNCIA (SECA): ligeiramente dura		
5.1- CONSISTÊNCIA (ÚMIDA): firme		
5.2- CONSISTÊNCIA (PLASTICIDADE): plástica		
5.3- CONSISTÊNCIA (PEGAJOSIDADE): pegajosa		
6- COR: vermelha		

<b>MORFOLOGIA DE AMOSTRAS-2006-M. Santa Clara</b> <b>OBS:</b>	<b>VOÇOROCA:</b> 02	<b>PONTO:</b> 04
1-ESTRUTURA: subangular		
1.2- ESTRUTURA (TAMANHO): pequena		
1.3- GRAU DE ESTRUTURA: fraca		
2- TEXTURA: siltosa		
3- POROSIDADE (TAMANHO): muito pequenos		
3.1- POROSIDADE (QUANTIDADE): pouco poros		
4- CEROSIDADE (GRAU): fraca		
4.1- CEROSIDADE (QUANTIDADE): pouco		
5- CONSISTÊNCIA (SECA): macia		
5.1- CONSISTÊNCIA (ÚMIDA): friável		
5.2- CONSISTÊNCIA (PLASTICIDADE): ligeiramente plástica		
5.3- CONSISTÊNCIA (PEGAJOSIDADE): pegajosa		
6- COR: vermelha		

<b>MORFOLOGIA DE AMOSTRAS-2006-M. Santa Clara</b> <b>OBS:</b>	<b>VOÇOROCA:</b> 02	<b>PONTO:</b> 05
1-ESTRUTURA: subangular		
1.2- ESTRUTURA (TAMANHO): pequena		
1.3- GRAU DE ESTRUTURA: fraca		
2- TEXTURA: siltosa		
3- POROSIDADE (TAMANHO): muito pequenos		
3.1- POROSIDADE (QUANTIDADE): muitos		
4- CEROSIDADE (GRAU): fraca		
4.1- CEROSIDADE (QUANTIDADE): pouco		
5- CONSISTÊNCIA (SECA): macia		
5.1- CONSISTÊNCIA (ÚMIDA): friável		
5.2- CONSISTÊNCIA (PLASTICIDADE): plástica		
5.3- CONSISTÊNCIA (PEGAJOSIDADE): pegajosa		
6- COR: vermelho		

<b>MORFOLOGIA DE AMOSTRAS-2006-M. Santa Clara</b> <b>OBS:</b> 1,5 m da voçoroca	<b>VOÇOROCA:</b> 02	<b>PONTO:</b> 05
1- <b>ESTRUTURA:</b> subangular		
1.2- <b>ESTRUTURA (TAMANHO):</b> pequeno		
1.3- <b>GRAU DE ESTRUTURA:</b> fraca		
2- <b>TEXTURA:</b> siltosa		
3- <b>POROSIDADE (TAMANHO):</b> muito pequenos		
3.1- <b>POROSIDADE (QUANTIDADE):</b> pouco poros		
4- <b>CEROSIDADE (GRAU):</b> fraca		
4.1- <b>CEROSIDADE (QUANTIDADE):</b> comum		
5- <b>CONSISTÊNCIA (SECA):</b> ligeiramente dura		
5.1- <b>CONSISTÊNCIA (ÚMIDA):</b> muito friável		
5.2- <b>CONSISTÊNCIA (PLASTICIDADE):</b> ligeiramente plástica		
5.3- <b>CONSISTÊNCIA (PEGAJOSIDADE):</b> não-pegajosa		
6- <b>COR:</b> vermelho amarelado		

<b>MORFOLOGIA DE AMOSTRAS-2006-M. Santa Clara</b> <b>OBS:</b> 2ª lateral	<b>VOÇOROCA:</b> 03	<b>PONTO:</b> 12
1- <b>ESTRUTURA:</b> subangular		
1.2- <b>ESTRUTURA (TAMANHO):</b> pequena		
1.3- <b>GRAU DE ESTRUTURA:</b> moderada		
2- <b>TEXTURA:</b> siltosa		
3- <b>POROSIDADE (TAMANHO):</b> muito pequenos		
3.1- <b>POROSIDADE (QUANTIDADE):</b> poucos poros		
4- <b>CEROSIDADE (GRAU):</b> fraca		
4.1- <b>CEROSIDADE (QUANTIDADE):</b> pouca		
5- <b>CONSISTÊNCIA (SECA):</b> ligeiramente dura		
5.1- <b>CONSISTÊNCIA (ÚMIDA):</b> friável		
5.2- <b>CONSISTÊNCIA (PLASTICIDADE):</b> plástica		
5.3- <b>CONSISTÊNCIA (PEGAJOSIDADE):</b> ligeiramente pegajosa		
6- <b>COR:</b> vermelho		

<b>MORFOLOGIA DE AMOSTRAS-2006-M. Santa Clara</b> <b>OBS:</b> 1,5 m da voçoroca	<b>VOÇOROCA:</b> 03	<b>PONTO:</b> 06
1- <b>ESTRUTURA:</b> subangular		
1.2- <b>ESTRUTURA (TAMANHO):</b> pequeno		
1.3- <b>GRAU DE ESTRUTURA:</b> fraca		
2- <b>TEXTURA:</b> siltosa		
3- <b>POROSIDADE (TAMANHO):</b> muito pequenos		
3.1- <b>POROSIDADE (QUANTIDADE):</b> pouco poros		
4- <b>CEROSIDADE (GRAU):</b> fraca		
4.1- <b>CEROSIDADE (QUANTIDADE):</b> comum		
5- <b>CONSISTÊNCIA (SECA):</b> ligeiramente dura		
5.1- <b>CONSISTÊNCIA (ÚMIDA):</b> muito friável		
5.2- <b>CONSISTÊNCIA (PLASTICIDADE):</b> ligeiramente plástica		
5.3- <b>CONSISTÊNCIA (PEGAJOSIDADE):</b> não-pegajosa		
6- <b>COR:</b> vermelho-amarelado		

<b>MORFOLOGIA DE AMOSTRAS-2006-M. Santa Clara</b> <b>OBS: 4ª cabeceira</b>	<b>VOÇOROCA:</b> 03	<b>PONTO:</b> 11
1-ESTRUTURA: subangular		
1.2- ESTRUTURA (TAMANHO): pequena		
1.3- GRAU DE ESTRUTURA: moderada		
2- TEXTURA: siltosa		
3- POROSIDADE (TAMANHO): pequenos		
3.1- POROSIDADE (QUANTIDADE): comuns		
4- CEROSIDADE (GRAU): moderada		
4.1- CEROSIDADE (QUANTIDADE): comum		
5- CONSISTÊNCIA (SECA): ligeiramente dura		
5.1- CONSISTÊNCIA (ÚMIDA): muito friável		
5.2- CONSISTÊNCIA (PLASTICIDADE): ligeiramente plástica		
5.3- CONSISTÊNCIA (PEGAJOSIDADE): ligeiramente pegajosa		
6- COR: vermelho-claro		

<b>MORFOLOGIA DE AMOSTRAS-2006-M. Santa Clara</b> <b>OBS: 3ª lateral</b>	<b>VOÇOROCA:</b> 03	<b>PONTO:</b> 13
1-ESTRUTURA: subangular		
1.2- ESTRUTURA (TAMANHO): pequena		
1.3- GRAU DE ESTRUTURA: moderada		
2- TEXTURA: siltosa		
3- POROSIDADE (TAMANHO): muito pequenos		
3.1- POROSIDADE (QUANTIDADE): muitos poros		
4- CEROSIDADE (GRAU): fraca		
4.1- CEROSIDADE (QUANTIDADE): pouco		
5- CONSISTÊNCIA (SECA): ligeiramente dura		
5.1- CONSISTÊNCIA (ÚMIDA): friável		
5.2- CONSISTÊNCIA (PLASTICIDADE): plástica		
5.3- CONSISTÊNCIA (PEGAJOSIDADE): ligeiramente pegajosa		
6- COR: vermelho		

<b>MORFOLOGIA DE AMOSTRAS-2006-M. Santa Clara</b> <b>OBS: 2º esporão</b>	<b>VOÇOROCA:</b> 03	<b>PONTO:</b> 15
1-ESTRUTURA: subangular		
1.2- ESTRUTURA (TAMANHO): pequena		
1.3- GRAU DE ESTRUTURA: moderada		
2- TEXTURA: siltosa		
3- POROSIDADE (TAMANHO): pequenos		
3.1- POROSIDADE (QUANTIDADE): comuns		
4- CEROSIDADE (GRAU): moderada		
4.1- CEROSIDADE (QUANTIDADE): comum		
5- CONSISTÊNCIA (SECA): ligeiramente dura		
5.1- CONSISTÊNCIA (ÚMIDA): friável		
5.2- CONSISTÊNCIA (PLASTICIDADE): plástica		
5.3- CONSISTÊNCIA (PEGAJOSIDADE): ligeiramente pegajosa		
6- COR: vermelho-claro		

<b>MORFOLOGIA DE AMOSTRAS-2006-M. Santa Clara</b> <b>OBS:</b>	<b>VOÇOROCA:</b> 04	<b>PONTO:</b> 17
1-ESTRUTURA: subangular		
1.2- ESTRUTURA (TAMANHO): pequena		
1.3- GRAU DE ESTRUTURA: fraca		
2- TEXTURA: siltosa		
3- POROSIDADE (TAMANHO): muito pequenos		
3.1- POROSIDADE (QUANTIDADE): muitos poros		

4- CEROSIDADE (GRAU): moderada		
4.1- CEROSIDADE (QUANTIDADE): abundante		
5- CONSISTÊNCIA (SECA): macia		
5.1- CONSISTÊNCIA (ÚMIDA): firme		
5.2- CONSISTÊNCIA (PLASTICIDADE): não-plástica		
5.3- CONSISTÊNCIA (PEGAJOSIDADE): ligeiramente pegajosa		
6- COR: vermelho-amarelado		