

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

Funcionalidade hidrológica dos cultivos de banana e
territorialidades na paisagem do Parque Municipal de
Grumari - Maciço da Pedra Branca - RJ

Tese submetida ao
Programa de Pós-graduação em Geografia - UFRJ,
como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor.

Marcelo Motta de Freitas
Orientador: Prof. Dr. Antônio José Teixeira Guerra

Abril de 2003

Funcionalidade hidrológica dos cultivos de banana e territorialidades na paisagem do Parque Municipal de Grumari - Maciço da Pedra Branca - RJ

Marcelo Motta de Freitas

Tese submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor.

Aprovada por:

Prof. _____ Orientador

Dr. ANTONIO JOSÉ TEIXEIRA GUERRA

(Instituto de Geociências – UFRJ)

Prof. _____

Dr. EVARISTO DE CASTRO JUNIOR

(Instituto de Geociências – UFRJ)

Prof. _____

Dr.^a. INÊS AGUIAR DE FREITAS

(Depto de Geografia – UERJ)

Prof.^a. _____

Dr.^a. NADJA MARIA CASTILHO DA COSTA

(Depto de Geografia – UERJ)

Prof. _____

Dr. ALOÍSIO GRANATO

(EMBRAPA - SOLOS)

FICHA CATALOGRÁFICA

Freitas, Marcelo Motta de - Funcionalidade hidrológica dos cultivos de banana e territorialidades na paisagem do Parque Municipal de Grumari - Maciço da Pedra Branca – RJ: UFRJ/IGEO, 2003.

xvi, 247 p. il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ/IGEO/PPGG.

1. Hidrologia. 2. Bananal
3. Grumari

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, à minha querida Helena, que com muito amor e de maneira muito sutil, motivou o "tectonismo" que conduziu meus caminhos a esta, e a muitas outras, realizações; Agradeço, também, pelas suas contribuições críticas sobre a "dialética" social e pela apresentação de um mundo além dos "barrancos"; à meus amados pais, Ivens de Freitas e Maria da Conceição Motta de Freitas, que sempre prezaram pelo crescimento intelectual de seus filhos e com muito amor nos criaram; à meu pai, especialmente, pelas intruções físicas e, à minha mãe, especialmente, pelas salvadoras mensagens diante do computador; a meu querido irmão, Marcos Motta de Freitas, quem sempre me mostrou como conduzir a vida e como não torná-la "tribulada" e a minha querida irmã, Clarice Motta de Freitas Martins, pelo crescimento nas dimensões humanas da vida, desde os tempos em que fomos "vizinhos"; à minha carinhosa avó, Guilhermina Motta, que com quase um século de existência, ajudou meus primeiros passos e ainda vibra com seu neto Doutor; ao meus queridos Bianor e Ana Luiza Havens's Door, pela paciência e incentivo; ao meu querido, estimado, louvado, amigo Armando Gomes, a quem agradeço, em primeiro lugar, pela mão de sua filha, que criou com tanto carinho e me entregou com grande estima, no altar; em segundo lugar pela "oportunidade" de desfrutar de sua companhia tão agradável; e de maneira mais séria, agradecendo, também, à sua companheira e minha amiga Joana, pelo incentivo em querer ver meus objetivos alcançados; à minha querida e, sobretudo, amiga Tânia Pandamatter Vieira Gomes, pelo imenso carinho que tem comigo e por incentivar minhas realizações. Ao seu companheiro e, estimado amigo, Wagner, pelo companheirismo e pelas divertidas elucubrações no campo da física, que tanto serve ao conhecimento geográfico. A eles dedico este trabalho como símbolo de uma realização que ajudaram a construir.

Ao meu Orientador, e grande amigo, Antônio José Teixeira Guerra, por tudo, desde o apoio e hombridade no início desta orientação até as detalhadas contribuições na elaboração do trabalho. Agradeço, de coração, sobretudo a amizade que construímos neste tempo.

Ao meu amigo e Co-orientador Rogério Ribeiro de Oliveira, pela ajuda na definição do objeto de estudo, pelas contribuições sensatas e concretas ao trabalho, mas,

principalmente, pela sua colaboração em várias fases importantes da minha construção profissional.

Ao meu grande amigo e professor João Rua, pela inestimável contribuição no balizamento dos caminhos a seguir e pela infinita paciência com a minha formação.

À minha querida amiga Prof^a Regina Célia, que como disse: "é muito bom participar deste momento de crescimento e busca por uma identidade profissional". Agradeço por poder compartilhá-lo.

Ao meu velho amigo e camarada Evaristo de Castro Jr., pelas contribuições em minha formação ao longo dos últimos dez anos, pela sua amizade e, mais praticamente, pela ajuda na orientação de vários procedimentos metodológicos e contribuições sempre brilhantes.

Ao meu "cumpadre" de verdade, Bruno Henriques Coutinho, pela imensa contribuição na elaboração dos mapas e na edição da tese. No entanto, sua maior contribuição, e pelo o que mais me sinto grato, é o processo de formação e aprendizado vivenciado desde os tempos da "Boa Vista", sobre a visão geográfica da vida.

À minha sempre amiga Cristiana Lobo, principalmente por ceder, com todo carinho, o "aluguel do espaço e do marido", neste final, e pela corrente formada por seus lindos filhos, Maria Clara, Francisco e Gabriela, aos quais também devo minha gratidão.

Ao meu "irmão", Álvaro Motta, pelo imenso estímulo no início deste Doutorado e pelas contribuições nas discussões sobre conservação, mas sobretudo, pela companhia nesta existência e seus ciclos.

Ao meu amigo querido, Leonardo Freitas, também, companheiro das discussões geográficas e pelos ensinamentos sobre a "objetivação" da vida.

Ao meu companheiro de tantas batalhas, Luis Guilherme do Eirado Silva, pelo seu conhecimento e companheirismo durante boa parte da minha formação.

Ao meu querido amigo e companheiro de desespero dos últimos tempos, Rodrigo Penna Firme, pela amizade e pela ajuda de grande significância estatística.

A meu velho amigo Marcos Roberto Antibes Vilela, pela atenção e preocupação com os cuidados agronômicos.

Ao Instituto Terra Nova - ITeN, espaço de nossas realizações, pela infra-estrutura.

À Equipe de estagiários, que apesar das adversidades do campo e seus mosquitos gloriosos, resistiram heroicamente para contribuírem, de maneira fundamental com os incansáveis trabalhos de monitoramento em campo:

Luciana Araújo e Lucas Amoedo Ripper, que arranharam-se até os cultivos mais altos, sem nem um gole de “aguim”;

Marcelo Fonseca, velho e querido amigo, pelas contribuições no início deste trabalho e, principalmente, pelo convite para sua banca de monografia inspiradora de alguns capítulos desta tese.

Gilberto e Patrícia Lamego, que viciaram os mosquitos de Gruamri em Autam;

Antônio Francisco, sempre companheiro nas mais intensas resoluções do campo e da vida;

Flávia Ribeiro, pelo exaustivo trabalho no campo;

Diogo Ladvoat, meu amigo, pelo empenho nos trabalhos de campo e por sempre tomar cuidado para não perder o “precioso” equipamento do extrator de solo.

Terence Sarti, um geomorfólogo nato, pela ajuda em campo.

Frederico Irias, pela “sistêmica” ajuda no campo.

Marcelo Castanheira, grande companheiro para o trabalho, no campo e nas discussões hidrológicas e grande amigo para o não trabalho.

Fernanda Rath Fingel, querida amiga, pela cooperação em campo e nas discussões da tese e por empestiar meu carro de Autan (perfumado) em sua incessante luta com os mosquitos gloriosos de Grumari;

Meus agradecimentos e votos de boa formação, esperando que esta vivência tenha contribuído para o futuro profissional como geógrafos;

Ao meu amigo Ronaldo, pelas brilhantes discussões sobre os aspectos “discovery”, desde os vulcões à dialética de “saloon”.

À minha amiga Mariiii, que apesar de achar que eu ficava “muito parado” no computador, resistiu heroicamente para não passar a vassoura na bagunça.

À minha querida amiga Liesel, pela fundamental ajuda no mapeamento da área de estudo e pelos copos azuis do casamento, com os quais brindaremos ao final desta tese.

À minha amiga querida, Ana Valéria, por ter me ensinado muita hidrologia e ser sempre companheira nas travessias da vida e sempre pronta a contribuir, com extraordinária boa vontade.

Ao meu grande amigo Augusto Cezar Unibanco, pelo incentivo profissional e contribuição nas idéias sociais desta tese e nas “sociais” fora dela.

Ao meu amigo Álvaro Ciber Henrique, pela “tardes miltonianas” ao telefone

Ao querido Ivaldo Lima, pelas contribuições territoriais, desterritorializantes do campo específico da hidrologia.

À todos professores e funcionários do antigo e atual Departamento de Geografia e Meio ambiente da PUC-Rio, que incentivaram minha formação.

À, hoje, Mestra, mas, na época, primeira estagiária desta tese, Sandrix, que sempre com muita disposição incentivou este trabalho e teve grande paciência na definição do objeto de estudo;

À Simone Garcia, Juliere, Cláudia e André, que sempre com boa vontade se prontificaram a ajudar nesta tese;

Ao velho amigo Luis Henrique, pelo incentivo na elaboração final deste trabalho;

À toda equipe do LAGESOLOS –UFRJ, que sempre estiveram dispostos a contribuir com este trabalho

Aos meus amigos valiosos, Andreia, Roberto e João, pela incomensurável boa vontade nos momentos de "tensão" no tratamento das amostras de solo;

Ao Prof Tacio, pelo empréstimo do Permeâmetro de Gelph e boa vontade na cessão do Laboratório de Mecânica de Solos da PUC-Rio;

Ao sempre Mestre Franklin, pela inserção no Laboratório de Mecânica de Solos da PUC-Rio, mas sobretudo, pela contribuição em minha formação desde o início do ingresso no conhecimento da Geografia.

Aos técnicos do Laboratório de Mecânica de Solos da PUC-Rio, Amaury, Josué e Willian, pela incessante ajuda na análise das amostras de solo;

Ao Jonas, pela montagem das parcelas de solo;

Ao Engº Florestal Celso Junius, pela grande ajuda na definição do objeto de estudo desta tese.

Ao Engº Florestal Diogo Chevalier pela apresentação da área de estudo e dados dos questionários sobre a população local;

Ao Engº Florestal Jefferson Pecim, pela apresentação dos moradores locais e companheirismo nos trabalhos de mobilização comunitária e possíveis desdobramentos;

Aos demais técnicos da divisão de reflorestamento da Secretaria de Meio Ambiente da Cidade do Rio de Janeiro, que contribuíram com o debate sobre os resultados da tese.

Aos moradores, Antônio, Seu Valdelino; Dona Iranilda, Maria, Márcio Pestana, Leonardo, Marcos, Luis e aos demais que com muito carinho me receberam em Grumari; em especial ao Senhor Almir, pela cessão da área de monitoramento.

RESUMO: Funcionalidade hidrológica dos cultivos de banana e territorialidades na paisagem do Parque Municipal de Grumari - Maciço da Pedra Branca - RJ

A paisagem reflete o mosaico formado pelos processos naturais e a intervenção do homem. A intervenção sobre a natureza está intrinsecamente associada à dinâmica social dos grupos que se apropriam do espaço. A paisagem possui tanto uma funcionalidade sistêmica quanto uma dinâmica de conflitos sociais, responsáveis pela sua existência. As propostas de conservação da natureza fazem parte deste processo e imprimem arranjos espaciais de acordo com suas convicções, baseadas tanto no conhecimento sobre os processos geocológicos quanto no jogo de forças políticas e sociais inerentes ao espaço geográfico.

O estudo conduzido no Parque Municipal de Grumari, no Maciço da Pedra Branca, município do Rio de Janeiro, permite uma análise dos processos de natureza hidrológica e territoriais como subsídios às análises da paisagem para o planejamento de unidades de conservação. O plantio de banana presente nas encostas deste maciço é alvo da preocupação com os processos erosivos. A dinâmica de chuva na área, a interceptação, fluxo de atravessamento, fluxo de tronco, retenção hídrica da serrapilheira, escoamento superficial e as propriedades do solo relevantes à percolação da água, foram monitoradas em 21 meses, para o entendimento da funcionalidade hidrológica dos bananais. O monitoramento foi conduzido em encostas de 30° de declividade, recobertas de colúvio com blocos, comparando cultivo de bananas, cultivo com regeneração e floresta local. As plantações de banana apontam uma maior interceptação com valores médios de 48,6% para o cultivo e 37,9% na regeneração contra 26,2% para a floresta local. A biomassa de serrapilheira apresentou-se três vezes maior para os bananais (21 ton/ha x 7 ton/ha na floresta). A retenção hídrica máxima se mostrou semelhante estatisticamente nos três tratamentos. O escoamento superficial maior nos bananais representam 1,8% da chuva, na regeneração 1,0% e na floresta, 0,8%, sendo desprezíveis do ponto de vista erosivo. O teor de matéria orgânica apresenta de 0 a 60cm do solo, médias de 2,71%; 2,93% e 3,43%, respectivamente para banana, regeneração e floresta. A porosidade total é semelhante estatisticamente entre todos os tratamentos em 0, 20, 40 e 60cm do solo. Em valores absolutos suas médias gerais são de 51,3%; 46,1%; 41,9% e 40,2% respectivamente. A macro e microporosidade foram mensuradas nas profundidades de 40 e 60cm, não sendo encontradas diferenças estatísticas, assim como para permeabilidade (10^{-2} cm/s). Estes resultados definem a inexistência de zona de acúmulos de fluxo abaixo das raízes das bananeiras afastando o risco de deslizamentos nestas encostas recobertas de colúvios com blocos. Além do aspecto hidrológico os territórios devem ser considerados e usados para a gestão da conservação. Em Grumari, configura-se um conflito entre o território instituído pelo Estado com o decreto do parque e o território vivenciado pela população local. Sendo assim, seu gerenciamento deve considerar a incorporação da população local na formulação do projeto de conservação.

ABSTRACT: Hydrological functionality of banana cultivation and territoriality matters at Parque Municipal de Grumari - Pedra Branca Massif - RJ

Landscape reflects the mosaic formed by natural processes and human intervention. Intervention over nature is closely associated with social dynamic of groups that are responsible for the appropriation of physical space. Landscape both has a systematical functionality and a dynamic of social conflicts that guarantees its existence. Proposals for nature conservation are part of this process and impose spatial arrangements according to their convictions, based both on knowledge concerning the geologic processes and on political and social force interplay, which is part of geographical space. The study, led at Parque Municipal de Grumari that is placed at Pedra Branca Massif at Rio de Janeiro district, allows an analysis of the hydrological and territorial processes as inputs to the landscape analysis for the planning of conservation units. Banana crops at the slopes of this massif are sources of concern together with the erosive process at slopes. Rainfall dynamic of this area, interception, through fall, stem flow, water retention by litter, runoff and even the soil properties which are relevant to water percolation were monitored during 21 months to provide a better comprehension of the hydrological functionality of banana crops. It happened at 30° slopes covered with coluvium and blocks and banana cultivation was compared to cultivation with regeneration and the local forest. Banana crops point to a major interception with an average of 48,6% to cultivation and 37,9% to regeneration against 26,2% to the local forest. Biomass formed by litter was three times higher at banana crops (21 meter-tons/hectare against 7meter-tons/hectare at the forest). Greater water retention was statistically similar at these three treatments. Greater runoff at banana crops represents 1,8% of rainfall, 1,0% to regeneration and 0,8% to the forest, which was not relevant as regards erosion. Organic matter content from 0 to 60cm of soil presents averages of 2,71%, 2,93% and 3,43% respectively to banana, regeneration and forest. Total porosity is statistically similar at all treatments from 0, 20, 40 and 60cm of soil. In absolute values, the general average was of 51,3%; 46,1%; 41,9% and 40,2% respectively. Macro and micro porosity were measured at 40 and 60-cm depth, and statistical differences were not found in the case of permeability (10^{-2} cm/s). These results mean that there is no way of accumulating flows under the roots of banana trees, which reduces landslide risks at slopes covered with coluvia and blocks. Besides the hydrological aspect, conservation management must consider and use territories. At Grumari, there is a conflict between territory established by the State together with the park order, and territory experienced by the local population. Because of that, its management must consider the incorporation of locals at the formulation of the conservation project.

ÍNDICE

1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 - REFLEXÕES SOBRE A PAISAGEM	2
1.2 - A MATA ATLÂNTICA E SUA APROPRIAÇÃO	12
1.3 - RIO DE JANEIRO	16
2 - OBJETIVOS	21
3 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	22
3.1 - PAISAGEM GEOGRÁFICA E GEOECOLÓGICA	22
3.2 - FRAGMENTOS FLORESTAIS	28
3.3 - HIDROLOGIA	34
3.4 - TERRITÓRIO	47
4 - ÁREA DE ESTUDO	49
5 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	56
5.1 - NÍVEL DE ESCALA DA PAISAGEM	56
5.1.1 - MAPA DE PLUVIOSIDADE ANUAL DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO	56
5.1.2 - MAPA TOPOGRÁFICO	57
5.1.3 - MAPA HIPSOMÉTRICO	57
5.1.4 - MODELO DIGITAL DO TERRENO	57
5.1.5 - MAPA DE ORIENTAÇÃO DE ENCOSTAS	57
5.1.6 - MAPA DE DECLIVIDADE	57
5.1.7 - MAPA DE MORFOLOGIA DAS ENCOSTAS	58
5.1.8 - MAPA DE DEPÓSITOS E SOLOS RESIDUAIS	58
5.1.9 - MAPA DE VEGETAÇÃO E USO DOS SOLOS	58
5.1.10 - ANÁLISE DA PAISAGEM	59
5.1.10.1 - Mapa de Concentração de Fluxo Hidrológico	59
5.1.10.2 - Mapa dos Condicionantes Hidro-geomorfológicos dos Cultivos de Banana	59
5.1.10.3 - Mapa da Situação Hidro-geomorfológica dos Cultivos de Banana Atuais	60
5.2 - NÍVEL DE ESCALA DE PROCESSOS	60
5.2.1 - ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO	60
5.2.2 - ANÁLISE DA FUNCIONALIDADE HIDROLÓGICA	61
5.2.2.1 - Precipitação	62
5.2.2.2 - Atravessamento	62
5.2.2.3 - Fluxo de Tronco	63
5.2.2.4 - Interceptação da Chuva	65
5.2.2.5 - Biomassa e Retenção Hídrica da Serrapilheira	66
5.2.2.6 - Escoamento Superficial	66
5.2.3 - PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO	67
5.2.3.1 - Caracterização Granulométrica	67
5.2.3.2 - Teor de Matéria Orgânica	67
5.2.3.3 - Porosidade dos Solos	67
5.2.2.4 - Macro e Microporosidade	68
5.2.2.5 - Permeabilidade	69
5.2.4 - TRATAMENTO ESTATÍSTICO	71

5.2.5 – ASPECTOS SÓCIO-CULTURAIS _____	72
6 - ANÁLISE NA ESCALA DA PAISAGEM _____	72
6.1 - MAPA TOPOGRÁFICO, MAPA HIPSOMÉTRICO E MODELO DIGITAL DO TERRENO _____	73
6.2 - MAPA DE ORIENTAÇÃO DE ENCOSTAS _____	77
6.3 - MAPA DE DECLIVIDADE _____	79
6.4 - MAPA DE MORFOLOGIA DAS ENCOSTAS _____	81
6.5 - MAPA DE DEPÓSITOS E SOLOS RESIDUAIS _____	83
6.6 - MAPA DE VEGETAÇÃO E USO DO SOLO _____	85
6.7 - MAPA DE CONCENTRAÇÃO DE FLUXOS HIDROLÓGICOS _____	88
7 - CARACTERIZAÇÃO DA FLORESTA LOCAL _____	91
8 - FUNCIONALIDADE HIDROLÓGICA _____	102
8.1 - PRECIPITAÇÃO _____	102
8.2 - FLUXO DE ATRAVESSAMENTO _____	110
8.3 - FLUXO DE TRONCO (PSEUDO-CAULE) _____	121
8.4 - INTERCEPTAÇÃO _____	131
8.5 - RETENÇÃO HÍDRICA DE SERRAPILHEIRA _____	145
8.6 - ESCOAMENTO SUPERFICIAL _____	154
9 - PROPRIEDADES FÍSICAS DOS SOLOS _____	166
9.1 - GRANULOMETRIA _____	168
9.2 - TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA NOS SOLOS _____	173
9.3 - POROSIDADE TOTAL _____	179
9.4 - MACRO E MICROPOROSIDADE _____	184
9.5 - PERMEABILIDADE _____	187
10 - REFLEXÕES SOBRE AS DIMENSÕES HUMANAS DA CONSERVAÇÃO _____	192
10.1 - CONTEXTO HISTÓRICO _____	193
10.2 - CONTEXTO ESPACIAL - OS CONFLITOS DE TERRITÓRIO _____	195
10.2.1 - TERRITORIALIDADE INSTITUCIONAL _____	199
10.2.2 - TERRITORIALIDADE LOCAL _____	210
10.3 - O PAPEL DO ESTADO _____	216
11 - CONCLUSÕES _____	222
12 - BIBLIOGRAFIA _____	233

LISTA DE FIGURAS:

Figura 1: Paisagem florestal	8
Figura 2: Paisagem de agricultura monocultora extensiva (<i>plantation</i>)	9
Figura 3: Paisagem de agricultura intensiva em pequenas propriedades.	10
Figura 4: Aspecto da área de estudo, apresentando a porção mais cultivada do anfiteatro de Grumari (foto retirada de Costa, 2002)	52
Figura 5: Mapa de localização da área de estudo – Grumari, Rio de Janeiro.	53
Figura 6: Aspecto da área selecionada para estações de avaliação dos processos hidrológicos (destaque no retângulo: floresta, bananal e bananal com regeneração, da esquerda para direita).	55
Figura 7: Desenho esquemático das áreas amostrais	62
Figura 8: Equipamento utilizado para mensuração do fluxo de atravessamento.	63
Figura 9: Desenho esquemático do método usado para mensuração da área de copa das bananeiras	65
Figura 10: Extrator de amostras volumétricas.	68
Figura 11: Mesa de tensão utilizada para determinação de macro e microporosidade.	69
Figura 12: Permeâmetro de Gelphe utilizado para mensuração da condutividade hidráulica saturada em campo.	70
Figura 13: Desenho esquemático do processo de mensuração com o Permeâmetro de Gelphe (extraído de Vieira (2001))	71
Figura 14: Mapa topográfico	74
Figura 15: Mapa Hipsométrico	75
Figura 16: Modelo digital do terreno.	76
Figura 18: Percentuais de orientação de encostas norte e sul.	77
Figura 17: Mapa de orientação de encostas	78
Figura 20: Percentuais de orientação de encostas norte e sul.	79
Figura 19: Mapa de declividade de encostas	80
Figura 22: Percentual de encostas côncavas.	81
Figura 21: Mapa de morfologia das encostas	82
Figura 24: Percentual de depósitos com blocos e sem blocos.	83
Figura 23: Mapa de depósitos e solos residuais	84
Figura 26: Percentual de coberturas vegetais e formas de uso do solo	86
Figura 25: Mapa de vegetação e uso do solo	87
Figura 28: Percentual das classes de concentração de fluxo hidrológico.	88
Figura 27: Mapa de concentração de fluxos hidrológicos	90
Figura 29: Aspecto do trecho de floresta secundária amostrada em Grumari	91
Figura 30 - Histograma de distribuição das alturas dos indivíduos vegetais amostrados	98
Figura 31: Histograma de distribuição dos diâmetros dos troncos à altura do peito (DAP)	99
Figura 32: Histograma de distribuição dos diâmetros para indivíduos do gênero <i>Musa</i> (bananeira).	99
Figura 33: Histograma de distribuição de diâmetros para os indivíduos da espécie <i>Guarea guidonia</i> (carrapeteira).	100
Figura 34: Mapa da distribuição pluviométrica no município do Rio de Janeiro para 2001.	105
Figura 35: Mapa da distribuição pluviométrica no município do Rio de Janeiro para 2002.	106
Figura 36: Precipitação em 2001 e 2002 - Município do Rio de Janeiro (Fonte GEORIO)	107
Figura 37: Precipitação na estação de Grumari, dividida nos dois anos de amostragem com início da série amostral em abril de 2001.	107
Figura 38: Precipitação nas estações Grota Funda, Guaratiba (Fonte GEORIO) comparados a Grumari.	109
Figura 39: Médias de atravessamento em valor absoluto nos três tratamentos	111
Figura 40: Percentuais médios de atravessamento nos três tratamentos.	112
Figura 41: Fluxo de atravessamento frente às entradas de precipitação (mm) - série amostral com valores semanais para os três tratamentos	114
Figura 42: Percentuais de atravessamento nos três tratamentos (acima) e sem o ambiente de regeneração (abaixo).	115
Figura 43: Relação entre os percentuais de atravessamento: banana / floresta	116
Figura 44: Respostas de atravessamento médio por classes de chuva	117
Figura 45: Relação entre atravessamento (mm) e precipitação (acima) e percentual de atravessamento (%) e precipitação(abaixo).	118
Figura 46: Espaço entre a lâmina foliar e o pseudo-caule das bananeiras	122
Figura 47: Desenho esquemático do fluxo de atravessamento próximo ao pseudo-caule.	122
Figura 48: Respostas do fluxo de tronco frente aos eventos de precipitação	124

Figura 49: Relação entre fluxo de tronco (representado em milímetros) e precipitação _____	125
Figura 50: Relação entre percentual de fluxo de tronco e precipitação _____	126
Figura 51: Relação de concentração de fluxo de tronco valor mensurado / valor estimado para área anelar no entorno do tronco _____	127
Figura 52: Fluxo de tronco mensurado comparado à precipitação direta estimada na área anelar no entorno dos pseudo-caule de bananeira em relação à precipitação _____	128
Figura 53: Marcas do escoamento superficial temporário gerado na base das bananeiras pelo fluxo do pseudo-caule _____	128
Figura 54: Relação entre a concentração de fluxo de tronco (mensurado/estimado) com entradas de precipitação. _____	129
Figura 55: Médias de interceptação em valores absolutos, com barras de desvio-padrão. _____	131
Figura 56: Médias de percentuais de interceptação nos três tratamentos _____	132
Figura 57: Respostas da Interceptação frente às entradas de precipitação - série amostral com valores semanais (ban – banana; reg – regeneração e flo – floresta). _____	138
Figura 58: Comparação de percentuais de interceptação - abril de 2001 a dezembro de 2002. _____	139
Figura 59: Comparação de percentuais de interceptação entre banana e floresta - abr. de 2001 a dez. de 2002. _____	140
Figura 60: Comparação entre os percentuais de interceptação: banana / floresta - abr. de 2001 a dez. de 2002. _____	140
Figura 61: Respostas de interceptação média por classes de chuva _____	141
Figura 62 - Correlação interceptação (mm) / precipitação (mm) (acima) e percentual de interceptação (%) / precipitação (mm) (abaixo). _____	142
Figura 63: Serrapilheira sob o plantio de banana, notar a distribuição e o recobrimento eficiente dos solos _____	146
Figura 64: Biomassa média de serrapilheira para os três tratamentos _____	147
Figura 65: Retenção hídrica máxima de serrapilheira para os três tratamentos _____	150
Figura 66: Relação entre retenção hídrica máxima e biomassa estocada de serrapilheira (ban – banana; reg- regeneração e flo- floresta) _____	152
Figura 67: Médias de escoamento superficial representados em milímetros de precipitação _____	155
Figura 68: Médias percentuais de escoamento superficial para os três tratamentos. _____	157
Figura 69: Respostas de escoamento superficial frente à precipitação; dados em mililitros por metro quadrado. _____	158
Figura 70: Percentual de escoamento superficial em relação à precipitação terminal _____	159
Figura 71: Percentual de escoamento superficial em relação à precipitação terminal, somente para banana e floresta. _____	160
Figura 72: Relação de produção de escoamento superficial entre os ambientes de floresta e plantio de bananas. _____	161
Figura 73: estruturas da serrapilheira que recobre os solos dos bananais _____	162
Figura 74: desenho esquemático do fluxo superficial descontínuo sobre a serrapilheira das bananeiras. _____	162
Figura 75: Relação entre escoamento superficial e entradas de precipitação em valores absolutos (acima) e suas representações em percentuais da precipitação (abaixo). _____	164
Figura 76: Distribuição percentual granulométrica média para os três tratamentos _____	169
Figura 77: Distribuição percentual granulométrica nas quatro profundidades para o tratamento Banana _____	169
Figura 78: Distribuição percentual granulométrica nas quatro profundidades para o tratamento Regeneração _____	170
Figura 79: Distribuição percentual granulométrica nas quatro profundidades para o tratamento Floresta. _____	170
Figura 80: Comparação percentual da distribuição granulométrica por profundidade _____	172
Figura 81: Percentual de matéria orgânica nos solos para os três tratamentos (0 a 60cm) _____	173
Figura 82: Percentuais de matéria orgânica nas faixas de profundidade (0-20cm / 20-40cm / 40-60cm) para os três tratamentos _____	175
Figura 83: Comparação entre os percentuais de matéria orgânica para cada profundidade. _____	176
Figura 84: Desenho esquemático da descontinuidade hidráulica abaixo da zona de raízes _____	179
Figura 85: Porosidade dos solos nas profundidades de 0, 20 40 e 60cm nos três tratamentos _____	180
Figura 86: Macro e microporosidade para zona de raízes (40cm) e abaixo da zona de raízes (60cm) nas áreas de banana e floresta. _____	185
Figura 87: Permeabilidade para zona de raízes e abaixo dela para banana e floresta. _____	187
Figura 88: Desenho esquemático do fluxo subsuperficial sendo drenado pelos <i>pipes</i> no entorno dos blocos _____	190

Figura 89: Mapa dos condicionantes hidro-geomorfológicos de instabilidade de encostas sob cultivos de banana.	224
Figura 90: Mapa hidro-geomorfológico da situação atual dos cultivos de banana	225
Figura 91: Deslizamentos ocorridos em 2003, na porção da encosta sem depósitos de blocos rochosos.	227
Figura 92: Percentual de áreas atuais de cultivo de banana em situação de risco	229
Figura 93: Percentual de cultivos de banana dentro do limite do Parque da Pedra Branca	229

LISTA DE TABELAS:

Tabela 1 - Número de espécies em Grumari comparados com outros autores (modificado de Delamônica (1997, in Oliveira, 1999).	92
Tabela 2 - Relação das espécies encontradas no trecho de floresta secundária em Grumari.	93
Tabela 3 - Principais características estruturais da formação vegetal de Grumari	94
Tabela 4 - Relação das espécies e parâmetros fitossociológicos: DRs - densidade relativa por espécie, FR - frequência relativa, DoRs - dominância relativa por espécie, VI - valor de importância e VC - valor de cobertura.	96
Tabela 5: Valores médios de precipitação e atravessamento (mm).	111
Tabela 6: Percentuais médios de precipitação e atravessamento (%).	112
Tabela 7: Coeficientes de variação entre os 15 “atravessômetros” por evento de chuva, para os três tratamentos, seguido de suas médias.	120
Tabela 8: Valores absolutos e percentuais médios para fluxo de tronco	124
Tabela 9: Valores médios de interceptação, desvio padrão e coeficiente de variação.	131
Tabela 10: Percentuais de interceptação, desvio padrão e coeficiente de variação.	132
Tabela 11: Interceptação em florestas tropicais (Ludgren e Ludgren, 1979 in Miranda, 1992)	135
Tabela 12: Interceptação em florestas tropicais (Zaú, 1994).	135
Tabela 13: Interceptação em Florestas Tropicais no Brasil (Fujieda <i>et al.</i> , 1997) exceto repetidas	136
Tabela 14: Interceptação por diversos autores (Oliveira e Coelho Netto, 2000)	136
Tabela 15: Valores médios de biomassa de serrapilheira (ton/ha).	147
Tabela 16: Comparações estatísticas para os valores de biomassa de serrapilheira entre Banana (B), Regeneração (R) e Floresta (F).	148
Tabela 17: Valores médios de retenção hídrica máxima de serrapilheira (%)	150
Tabela 18: Comparações estatísticas para os valores de retenção hídrica máxima de serrapilheira entre Banana (B), Regeneração (R) e Floresta (F).	151
Tabela 19: Valores de escoamento superficial em milímetros de chuva em comparação com valores de precipitação terminal.	154
Tabela 20: Valores médios de percentual de escoamento superficial	157
Tabela 21: Percentuais da distribuição granulométrica para os três tratamentos de 0 a 60cm (%).	169
Tabela 22: Médias percentuais de matéria orgânica nos solos nos três tratamentos (0 a 60cm).	173
Tabela 23: Média do teor de matéria orgânica para todos os tratamentos juntos	177
Tabela 24: Comparações estatísticas para os valores de matéria orgânica entre Banana (B), Regeneração (R) e Floresta (F), para as profundidades de 0 a 20cm, 20 a 40cm e 40 a 60cm	177
Tabela 25: Comparações estatísticas para os valores de matéria orgânica entre as profundidades de 0 a 20cm, 20 a 40cm e 40 a 60cm para Banana (B), Regeneração (R) e Floresta (F).	177
Tabela 26: Porosidade média, desvio padrão e coeficiente de variação para cada profundidade em cada tratamento (%).	181
Tabela 27: Média geral de porosidade média, desvio padrão e coeficiente de variação em cada profundidade para todos os tratamentos (%).	181
Tabela 28: Comparações estatísticas para os valores de porosidade total entre Banana (B), Regeneração (R) e Floresta (F) para as profundidades de 0, 20, 40 e 60cm	182
Tabela 29: Comparações estatísticas para os valores de porosidade total entre as profundidades de 0, 20, 40 e 60cm para Banana (B), Regeneração (R) e Floresta (F)	183
Tabela 30: Médias de macro e microporosidade na zona de raízes e abaixo dela, para banana e floresta.	184
Tabela 31: comparações estatísticas para os valores de macro e microporosidade - profundidades de 40 e 60cm para os tratamentos Banana (B) e Floresta (F)	186
Tabela 32: Médias de Permeabilidade para zona de raízes e abaixo dela, para banana e floresta.	187
Tabela 33: comparações estatísticas para os valores de permeabilidade - profundidades de 40 e 60cm para os tratamentos Banana (B) e Floresta (F)	188

1 - INTRODUÇÃO

A conservação ambiental inserida na planificação do uso dos solos no meio urbano é uma questão bastante abrangente e complexa. As políticas públicas para a conservação da natureza devem estar inseridas nas relações presentes no espaço geográfico em que se contextualizam. A biodiversidade, assim como os fatores físicos do ambiente, são apenas alguns aspectos que compõem a paisagem, fazendo parte de uma dinâmica maior que articula-se, não só em escala, mas em causalidade com outros aspectos formadores da paisagem. A preocupação com a erosão dos solos, sob a forma de deslizamentos ou perdas superficiais, assim como sobre a conservação da biodiversidade e seus processos ecológicos não podem estar dissociadas das dinâmicas que permeiam o espaço geográfico do qual se manifesta a paisagem. Neste sentido, as relações sociais e suas dinâmicas são muito relevantes na contextualização geográfica de uma unidade de conservação, ou de qualquer outra definição de uso do solo.

A presente tese estuda um caso particular de uso do solo no município do Rio de Janeiro, particularmente em uma área instituída, recentemente, como unidade de conservação. As preocupações dos governantes recaem sobre o impacto causado pela atividade agrícola nas encostas cariocas, no que diz respeito à erosão dos solos e à biodiversidade. No entanto, a política ambiental tem como desafio a situação das populações que sobrevivem desta atividade e os decretos de áreas protegidas acabam tendo que enfrentar esta problemática. Portanto, investigam-se processos geobiofísicos que servem de argumentação para as políticas de conservação, bem como, propõe-se uma reflexão das dimensões humanas inerentes a elas.

O trabalho consiste em uma tese de doutoramento, que se insere nas linhas de pesquisa do Laboratório de Geomorfologia Experimental e Erosão dos Solos - LAGESOLOS, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, inserida no Programa de Pós-graduação em Geografia. Preza por levantar o funcionamento dos processos hidrológicos nas plantações de banana e discutir suas contextualizações, além da hidrologia, com os processos sociais motivadores da construção da paisagem.

Sem querer fazer apologias à unicidade da Geografia e respeitando a natureza de cada processo: sistêmico e dialético, o trabalho propõe um diálogo horizontal dos campos da Geografia que contemplam os processos hidrológicos e os processos territoriais (ambos responsáveis pela construção e dinâmica da paisagem), como forma de contribuição às políticas de conservação.

1.1 - REFLEXÕES SOBRE A PAISAGEM

O termo "paisagem" possui várias apropriações por diversos campos do saber. Sua definição vinda da Geografia trata a manifestação espacial dos fenômenos como o resultado de apropriação do meio por um determinado grupo social ou cultura. A soma de cada forma de apropriação cria o mosaico de fenômenos construtores da paisagem. Para Santos (1996), este termo se refere a "tudo aquilo que nós vemos, que nossa visão alcança, (...) pode ser definida como o domínio do visível... Não é formada apenas de volumes, mas também de cores, movimentos, odores, sons, etc." (p.61). Está, portanto, vinculada à nossa percepção e, por isso mesmo, dotada, também, de nossas construções conceituais e, ao mesmo tempo, limitada a elas. Desse modo, para ele, trata-se apenas da "aparência", enquanto que "nossa tarefa é ultrapassar a paisagem como aspecto, para chegar ao seu significado". Neste sentido, dentro das paisagens estão incutidas forças e processos, formas e funções de várias fontes que dinamizam seu conteúdo. Em suas palavras: "cada tipo de paisagem é a reprodução de níveis diferentes de forças produtivas materiais e imateriais, pois o conhecimento faz parte do rol das forças produtivas". Santos, ainda destaca que: "desvendar essa dinâmica social é fundamental, as paisagens nos restituem todo um cabedal histórico de técnicas, cuja era revela, mas ela não nos mostra todos os dados, (os quais) nem sempre são visíveis". Estão manifestas na paisagem a imaterialidade inerente às relações sociais, as quais servem de base motriz para sua construção. Desta forma, o autor conclui que "a paisagem é um conjunto heterogêneo de forças naturais e artificiais", e ainda complementa, em relação ao desenvolvimento da técnica humana: "(...) torna-se difícil distinguir o que é natural do que é artificial. A percepção da diferença é cada vez mais árdua e temerária". A paisagem é portanto um processo histórico de construção de formas de apropriação da natureza e a transformação da paisagem natural "pré-antrópica" em paisagem artificial.

A paisagem, nesta concepção, está muito associada à capacidade de percepção e sobretudo ao "campo de visão" e sua serventia nos é interessante, à medida que ultrapassamos a paisagem como aspecto e chegamos ao seu significado, para usar suas palavras.

Nos referindo a definições mais específicas como a da Geografia Cultural de Claval (1999), a dimensão cultural e seus processos inerentes ganham uma dimensão fundamental e respondem pela formação do que o autor define como "(...) a mediação pela qual os grupos humanos asseguram sua possessão sobre o espaço e submetem-se à

sua influência..."(p.318). Neste sentido, podemos entender que a presença das relações sociais na paisagem é fundamental no seu processo de construção; tais relações são a força motriz que estimula os atores sociais a intervirem sobre o meio, resultando nas multi-formas que constituem os espaços por eles ocupados e, ao mesmo tempo, que os influencia em sua ocupação.

"As paisagens trazem a marca das culturas e, ao mesmo tempo, as influenciam (Berque,1984). As sociedades não têm existência fora dos meios onde se instalaram. Os homens e o espaço que fizeram seu são as duas faces de uma mesma realidade e devem ser apreendidos pelo mesmo procedimento intelectual. (...) O impacto das culturas sobre o espaço humanizado não se limita à paisagem. As convenções compartilhadas pelo conjunto de uma população e as formas de arquitetura social que daí decorrem, são as únicas capazes de dar conta de construções territoriais tão paradoxais"(Claval,1999, p.318). Ou seja, novamente, as aparências não contentam a análise, faz-se necessário atravessá-las e descobrir os interstícios das relações sociais que motivam suas construções.

Uma outra abordagem dada à paisagem, e que nos servirá muito bem na discussão dessa tese, é aquela oferecida pela Geoecologia ou pela Ecologia da Paisagem. Caracteriza-se por uma abordagem do termo, baseada nas concepções biológicas, que apropriam-se da paisagem de uma maneira funcional, entendendo sua dinâmica a partir de interações ecológicas entre seus elementos. Troll (1939, *in* Coutinho, 2001) foi quem propôs o termo Geoecologia, definindo-a como "o relacionamento qualitativo e, tanto quanto possível, quantitativo entre os elementos da biosfera" sendo assim, "o estudo da complexa rede de causas e feitos entre as comunidades vivas (biocenoses) e as condições ambientais que prevalecem num recorte específico da paisagem".

Esta definição nos faz refletir sobre a Geoecologia enquanto a ciência que cuida dos processos geobiofísicos na escala de paisagem, preocupando-se com a distribuição dos elementos e o fluxo de matéria e energia entre eles. Pode-se questionar, até que ponto a dimensão humana está presente em seu sentido mais simbólico ou na manifestação de poder sobre o espaço, variáveis que na concepção geográfica da paisagem são consideradas. No entanto, grandes contribuições são bem vindas desta concepção, no sentido de ordenar e sistematizar o funcionamento dos ambientes e suas interações nesta escala. Neste sentido, Forman e Gordon (1986) afirmam que a paisagem possui uma estrutura, relativa ao arranjo espacial dos elementos que a

constituem, funções, relativas aos fluxos de energia que estes elementos recebem ou emitem e mudanças referentes às transformações na estrutura e função dos mosaicos através do tempo. Os fluxos são reconhecidos como trocas horizontais de matéria e energia, e verticais, em diferentes níveis de escala hierárquica dos ecossistemas. A paisagem em sua estrutura, portanto, possui uma matriz sobre a qual distribuem-se espacialmente os fluxos estabelecidos entre os elementos que a formam, como corredores e fragmentos.

O arranjo espacial dos elementos constituintes da paisagem pode definir padrões de ocorrência que auxiliam o estudo geocológico ou de Ecologia da Paisagem. Turner (1989) vê nos padrões de constituição das paisagens, um mosaico de unidades resultantes da interação de processos, que podem ser analisados em sua escala de ocorrência e nas suas interações com os demais níveis de escala. Hugget (1995) é quem introduz o conceito de geocossistema para as unidades da paisagem e um dos autores que melhor sistematiza a hierarquização dos processos. Para ele, os geocossistemas, vistos como "uma área heterogênea composta por um conjunto de ecossistemas que interagem entre si e se repetem em formas similares ao longo da paisagem", podem ser organizados em níveis hierárquicos de estruturas espaciais dinâmicas.

Nesta abordagem, a paisagem é resultado da interação dinâmica de diversos fatores que compõe o ambiente. Somando-se aos fatores bióticos e abióticos, a ocupação antrópica aparece, seja ela urbana ou rural, como ação que grava na paisagem marcas espaciais que correspondem às suas diversas formas de apropriação do meio, sendo raro o questionamento sobre as razões ou mecanismos que motivam a intervenção antrópica. As atividades desenvolvidas pelo homem são vistas como multiplicadoras da diversidade de ambientes no interior de uma paisagem, atuando sobre a própria tendência natural das paisagens de aumentar o número de elementos componentes do mosaico que a forma. A construção e reconstrução contínua deste mosaico estabelecem sua dinâmica, de acordo com as trocas de matéria e energia "intra" e "inter" elementos componentes. Segundo Forman (1995), a fragmentação das paisagens é relativa a três causas principais: (1) resposta à própria fragmentação do meio físico, proveniente de um mosaico de tipos de solo ou formas de relevo, por exemplo; (2) distúrbios naturais como fogo espontâneo ou furacões; e (3) pela atividade humana. A paisagem natural preexistente à chegada do homem, já possuía sua dinâmica no processo de construção do seu mosaico. O homem, como mais um fator integrante do meio, introduz novos elementos neste mosaico modificando, por consequência, sua dinâmica. A paisagem

tende a se adaptar à nova dinâmica espacial, tentando aumentar a quantidade e a qualidade de vida. Naturalmente uma área abandonada pelo uso antrópico tende a regenerar-se, não mais ao ambiente anterior, mas buscando as interações com o novo sistema ambiental proposto.

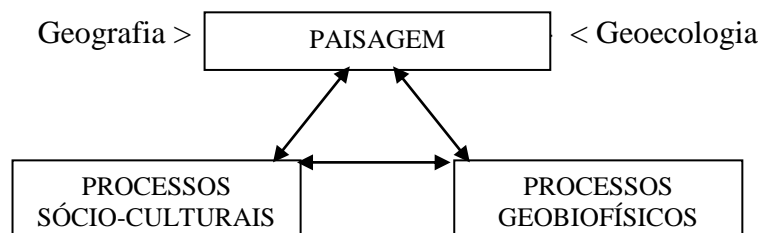
As diferenças entre as disciplinas que trabalham a paisagem geográfica e a geoecológica vão além do discurso; baseiam-se na construção dos conceitos. Temos, em última análise, distinções epistemológicas: a abordagem geográfica baseia-se em uma concepção dialética da construção da paisagem, enquanto a geoecologia é essencialmente sistêmica. No entanto, podemos perceber as duas abordagens como complementares, ou seja, como se a dialética social baseasse a forma de apropriação do espaço, criando os elementos da paisagem que desempenharão funções, tanto dialéticas quanto sistêmicas. Obviamente as funções criadas dialeticamente pelos grupos sociais, certamente terão funções geobiofísicas desempenhadas por suas manifestações espaciais. Tais concepções não são excludentes, podemos entendê-las como formas de abordar processos geográficos de naturezas distintas, no que diz respeito às suas características físicas e humanas.

Uma reflexão de Santos (1996) pode ilustrar esta discussão, quando o autor questiona se haveria uma Geografia Física antes do homem: "a natureza preexistente ao homem era Geografia Física ou só Física?" (p.91). À medida que o homem é quem classifica os espaços, inclusive os naturais, a Geografia só poderia existir com seu surgimento no planeta. "É entorno do homem que o sistema da natureza conhece uma nova valorização e, por conseguinte, um novo significado" (p.91). E ainda destaca: "haverá uma Geografia Física no momento em que todos os objetos naturais já estão trabalhados ou são susceptíveis de trabalho?" Se a Geografia é o estudo da ação do homem, a Geografia Física é o estudo da ação do homem em confronto com os processos físicos da natureza. Mesmo não havendo hoje nada mais "(...) que escape à presença do homem ou, em todo caso, ao seu olhar (...)", ainda assim continuam existindo processos físicos (aqueles mesmos que existiam antes da existência do homem) sob as porções de natureza transformadas pela "ação do homem", sendo assim um reforço ao uso do termo Geografia Física.

Se levarmos ao extremo este pensamento, a ação do homem sobre os sistemas naturais, com tal aumento em área sobre a superfície terrestre, só fez ampliar, em última análise, o objeto de estudo da Geografia Física. Santos (1996) afirma isto em três passagens: "o progresso técnico não elimina a ação da natureza"; "a história não é

indiferente aos dados naturais" e "no processo de desenvolvimento não há uma separação do homem e da natureza. A natureza se socializa e o homem se naturaliza"(p.93.). Para Claval (1999), isto também é fato: "os espaços transformados pelo homem permanecem submissos às leis da natureza. Os solos são erodidos quando se abatem as chuvas violentas e o escoamento assume uma forma catastrófica. Os rios solapam os cais entre os quais se pretendeu contê-los. A geada destrói as pedras e a base das estradas", e ainda complementa com uma imagem que de forma interessante, traduz tal fato: "sementes germinam nos interstícios das construções em tijolo e as raízes das plantas que ali nascem alargam suas juntas, provocam folgas e colocam em questão as estruturas vivas da edificação" (p.308).

A partir de uma concepção que contemple as duas contribuições, podemos seguir em busca de uma visão integrada, baseando-nos em duas escalas espaciais para identificar as conexões entre tais processos dentro da paisagem: i) a da paisagem num nível hierárquico mais alto e ii) a de processos, num nível hierárquico imediatamente inferior, como mostra o esquema abaixo.



Neste nível da escala de processos definem-se, por um lado, os processos que têm fundamentação nas dinâmicas sociais, gerados pelos conflitos de idéias, manifestações culturais, sociais, econômicas e políticas, enfim coisas do campo das subjetividades. Estes processos manifestam-se de diversas formas, e em diversas dinâmicas, e gravam sua importância na paisagem, a partir do momento em que manifestam-se no espaço, ou espacializam-se, ou ainda, promovem a "inserção territorial dos processos sociais", para usar as palavras de Santos (1996). Certamente tais processos envolvem relações e conflitos de poder sobre os espaços, formando, em última análise, uma dinâmica territorial que, por sua vez, pode apresentar-se em todas as suas formas, da material à simbólica.

Por outro lado, ou melhor, concomitantemente manifestam-se os mecanismos geobiofísicos, que metodologicamente são abordados e, conseqüentemente,

compreendidos de forma sistêmica. Neste sentido, apresentam-se na paisagem as manifestações dos processos naturais e físicos, onde destacam-se, por exemplo, os processos hidrológicos e erosivos, geomorfológicos ou a ciclagem de nutrientes dentro dos ecossistemas, a dinâmica ecológica e o controle de populações de espécies vegetais, incluindo, necessariamente, a influência do homem nas modificações da magnitude e intensidade de ocorrência destes fenômenos.

Separam-se em métodos, mas integram-se na construção da paisagem, na interdisciplinaridade da realidade, ou mesmo na sua "indisciplina" como colocou Marcel Bursztyn em conferência sobre Educação Ambiental no Núcleo Interdisciplinar de Meio Ambiente PUC-Rio (2001), ironizando a pretensão da capacidade humana de conseguir abordar todos os aspectos da realidade, com a ciência e suas divisões em disciplinas. Neste sentido, a soma de processos de naturezas tão distintas em si gera manifestações no espaço que podem ser integradas na escala de paisagem, ao mesmo tempo que analisadas em suas próprias dinâmicas. O diálogo entre os processos intra e inter-níveis de escala constróem um resultado inegavelmente integrado: a paisagem. Usando as palavras de Capel (1981): "a paisagem constitui para a Geografia um de seus conceitos chaves, a ela sendo atribuída, por parte de numerosos geógrafos, o papel de integrar a geografia, articulando o saber sobre a natureza com o saber sobre o homem".

É proposto aqui um exercício para ilustrar tal discussão, imaginando um mesmo espaço sendo submetido a três construções de paisagens, em situações paralelas, de acordo com seus processos de apropriação do meio. Para iniciar nosso exemplo na figura 1 concebemos uma paisagem fictícia no litoral, onde qualquer intervenção humana tenha aparentemente deixado a continuidade do tecido florestal. As alterações causadas pela forma de apropriação dos recursos naturais, por possíveis comunidades que aí habitem, mostram-se bastante tênues na observação aerofotográfica, apresentando algumas diferenças de textura no que diz respeito ao porte da floresta e do relevo. Dentro desta paisagem, certamente, as relações sociais inerentes a estas populações marcam territórios bem definidos para a apropriação dos recursos naturais que sustentam a capacidade de reprodução social delas, ao mesmo tempo que definem alterações, neste caso tênues, no tecido florestal, e que se refletem em modificações funcionais na dinâmica dos processos ecológicos, hidrológicos e erosivos dentro das áreas modificadas, bem como nas suas relações, ou influências com o resto da paisagem. Desta forma, podemos em uma análise refinada definir zoneamentos, ou domínios desse mosaico, que ajudarão a identificar um determinado padrão de

distribuição dos elementos da paisagem, de modo a relacionar, de uma melhor forma, as suas interações, a partir de suas possibilidades de manejo. Independente da metodologia usada para o estudo da paisagem, cabe aqui apenas ilustrar o efeito de formas de manejo, formas de apropriação, que poderiam muito bem estar inseridas nesta paisagem, construindo este tipo de mosaico, como a demonstrada no trabalho de Posey (1986).

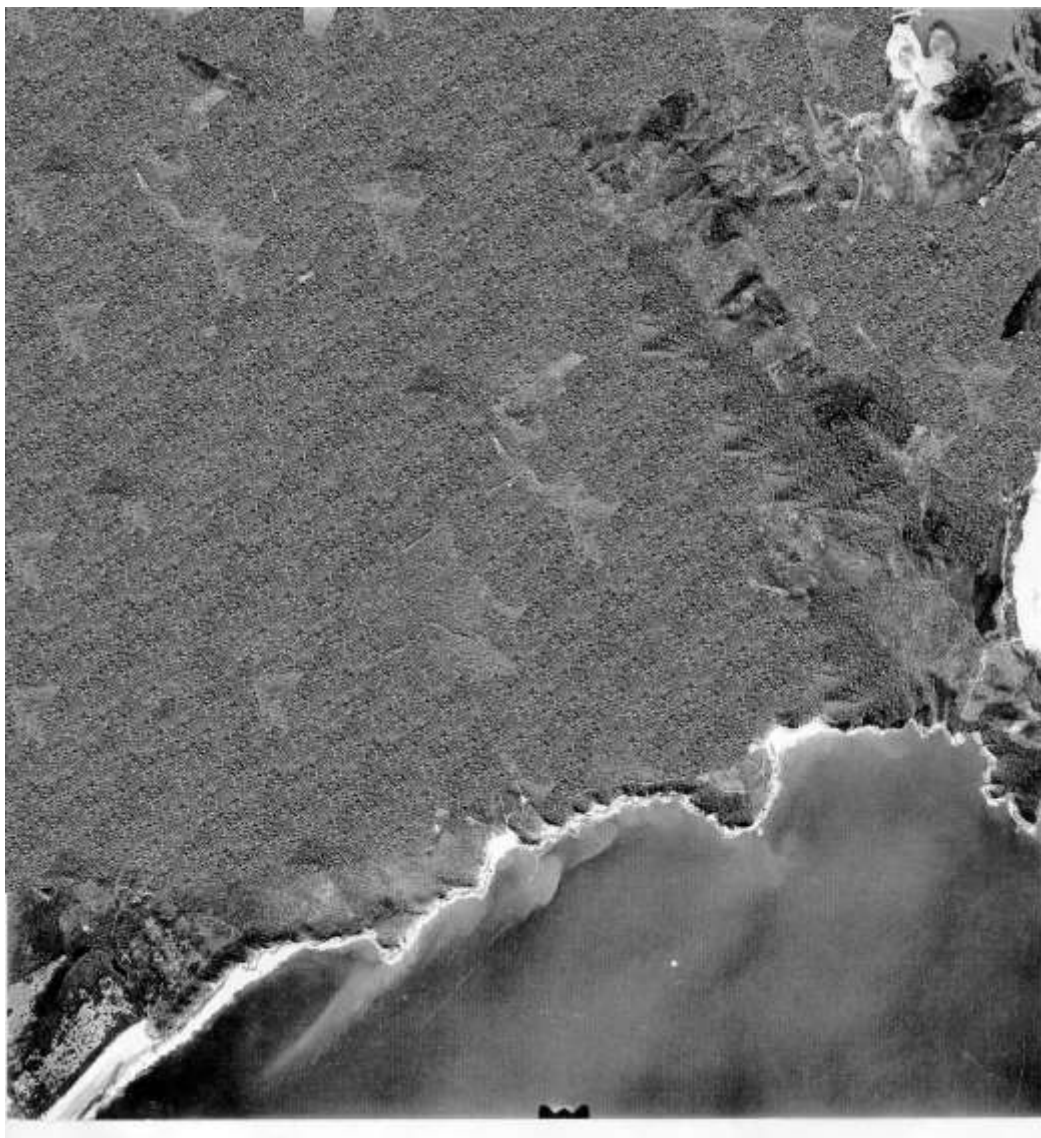


Figura 1: Paisagem florestal

Neste trabalho, Posey nos mostra que a comunidade dos índios Kaiapós, aproximadamente 2.600 pessoas em suas comunidades, sustentam-se em 2 milhões de hectares de Floresta Amazônica. O manejo das roças é feito pelo corte e queimada controlada, durante dois ou três anos, porém os campos abandonados continuam produzindo mesmo durante o pousio, até 50 anos depois. Neste exemplo, a

biodiversidade sofre um grau de alteração e interferência completamente distinto de outras formas de apropriação dos recursos naturais. As necessidades culturais e as técnicas deste grupo social definem, em última análise, o processo de construção da paisagem, distinto por exemplo da figura 2.



Figura 2: Paisagem de agricultura monocultora extensiva (*plantation*)

Nesta paisagem, a agricultura sob o moderno pacote da revolução verde, mecanizada e monocultora, implementou sobre o mesmo ambiente a forma de manejo institucionalizada pela necessidade de grande produção capitalista agro-industrial. As nuances florestais e sua biodiversidade mostravam-se como entraves à necessidade de produção em larga escala e mecanizada. As complexas relações sócio-econômicas e culturais da sociedade capitalista moderna se impuseram sobre o espaço, substituindo o

mosaico formado pela variedade de ecossistemas por uma paisagem homogeneizada e transformada em um ambiente com relações muito pouco complexas entre seus elementos, no qual uma única espécie plantada extrai determinados nutrientes, deixa o solo exposto para a ação erosiva e mantém economicamente a expansão desta atividade e sua forma de manejo para outras áreas de avanço da fronteira agrícola. Aos remanescentes florestais é imposto um padrão de fragmentação, onde o isolamento é muito grande e a matriz muito pouco porosa. Em áreas intensamente agricultadas como descrito por Viana *et al.* (1992), no interior do estado de São Paulo, ao invés de clareiras abertas no tecido florestal, a matriz é formada por plantios agrícolas, restando apenas poucos fragmentos florestais, em diversos graus de isolamento e conservação. Necessidades culturais que manifestam-se no espaço e redefinem processos geobiofísicos.



Figura 3: Paisagem de agricultura intensiva em pequenas propriedades.

A paisagem na figura 3, já possui uma matriz diferente das figuras anteriores. Nesta figura é ilustrado mais um tipo de padrão espacial construído na paisagem como resposta ao tipo de manejo implementado. Supostamente constituída pela produção de hortaliças, em pequena escala, e em sistema de rotação de terras com pousio agrícola, o padrão espacial de distribuição dos elementos na paisagem difere bastante, tanto da figura 1 como da figura 2, principalmente, em aspectos como porosidade da matriz, isolamento dos fragmentos e diversidade de elementos no mosaico. Esta condição, conseqüentemente, reflete na diversidade biológica e na sua funcionalidade geoecossistêmica.

Esta forma de intervenção provoca modificações na estrutura da vegetação nativa, de forma que, como demonstra Freitas (1998), as paisagens agrícolas submetidas ao manejo da rotação de terras são representadas por diversas estruturas de vegetação relativas aos estágios sucessionais de pousio. O mesmo é apresentado em Oliveira (1999), nos territórios apropriados pelos caiçaras da Ilha Grande, ao sul do Estado do Rio de Janeiro. Esta variação nos estágios sucessionais é, segundo Silitoe (1995), resposta da sucessão vegetal subsequente ao tipo de manejo praticado, durante o tempo de exploração agrícola.

Os padrões de mosaico formados pela fragmentação da paisagem são muitos e variam de acordo com o histórico de construção das mesmas. Enfim, Santos (1996), mais uma vez, nos coloca: "a natureza vai registrando, incorporando a ação do homem, dela adquirindo diferentes feições, que correspondem a feições do respectivo momento histórico" e que "a natureza conhece um processo de humanização cada vez maior, ganhando a cada passo elementos que são resultado da cultura" (p.90). Muitos serão os padrões espaciais nas paisagens, tantos quantos forem as formas de se apropriar delas. A técnica é o meio pelo qual o homem se apropria do ambiente e deve-se, portanto mexer nessas técnicas de apropriação para manejar o ambiente de forma sustentável, se for este o nosso objetivo. Como afirma Claval (1999) "a operação aplica-se a matérias, apoia-se sobre forças (biológicas, mecânicas ou químicas) e implica, geralmente, intervenções físicas". No entanto, como destaca o mesmo autor, "não há técnica, e cadeia tecnológica, sem ator para concebê-la e fazê-la funcionar(...)" (p.228), fazendo com que reflitamos que, em última análise, precisamos mexer na construção sócio-cultural dos atores sociais que desenham a paisagem. Como coloca Becker (2001b) " o grande desafio é avançar nas relações entre os homens".

1.2 - A MATA ATLÂNTICA E SUA APROPRIAÇÃO

Para a interação Sociedade - Natureza, a história ambiental tem muito a contribuir. Sem entrar em detalhes e discussões epistemológicas sobre a coincidência de seu objeto de estudo com o da Geografia, vale ressaltar sua sistematização de dados colhidos para evidenciar as discussões do item anterior, sobre a apropriação da natureza.

A história ambiental é dita pelos historiadores como um esforço revisionista na tentativa de contemplar a importância do ambiente, da natureza, além das forças políticas e sócio-econômicas, na construção das sociedades. Worster (1991), como um de seus principais teóricos, afirma: "acima de tudo, a história ambiental rejeita a premissa convencional de que a experiência humana se desenvolveu sem restrições naturais(...)". Segundo este autor, o objetivo principal da história ambiental é "aprofundar o nosso entendimento de como os seres humanos foram, através dos tempos, afetados pelo seu ambiente natural e, inversamente, como eles afetaram esse ambiente e com que resultados". Nash (1970, *in* Worster, 1991), "recomendava que encarássemos toda a paisagem ao nosso redor como um tipo de documento histórico sobre o qual os norte-americanos vêm escrevendo a respeito de si mesmos e dos seus ideais". As semelhanças com a Geografia, são patentes e as influências sobre a concepção de paisagem são notórias. Sauer (1998) já definia a paisagem como o resultado da ação da cultura, ao longo do tempo, sobre a paisagem natural.

Independente das discussões sobre as inovações metodológicas ou conceituais, destaca-se para o nosso estudo o trabalho de Warren Dean (1996), sobre o histórico de apropriação da Mata Atlântica. Ao mesmo tempo, sendo uma das florestas tropicais do mundo que resguarda uma das maiores taxas de diversidade biológica, a Mata Atlântica é, também, um dos biomas mais afetados com o processo de ocupação antrópica, nos últimos séculos. Segundo Dean (1996), as primeiras intervenções sobre a Mata Atlântica datam de aproximadamente 13 mil anos atrás, com a chegada das correntes migratórias sobre as planícies sul-americanas. Algumas evidências ainda controversas registram datações de 50 mil anos, porém confirmam-se evidências pós-glaciares entre 10 e 11 mil anos atrás. No entanto, como propõe o autor, o importante é saber a que nível de impacto chegou a ocupação humana nesta época de coletores-caçadores. Segundo ele, o interesse maior era sobre os campos naturais do Cerrado, onde era facilitada a caça. No entanto, era nas matas ciliares que preferiam ocupar, devido ao refúgio de animais e proximidade com a água. Especula-se, portanto, sobre o manejo

desenvolvido por tais populações e suas implicações na dispersão de espécies e na formação de ambientes, hoje, considerados naturais, como as Matas de Araucária ou a formação dos “Capões de Mato”, ao exemplo de caçadores-coletores atuais, que plantam árvores de interesse em grupamentos e, assim, expandem as populações destas espécies, em detrimento de outras sem interesse, como destaca Posey (1986) para a Amazônia.

Próximo ao litoral a intervenção humana pré-colombiana demonstra traços de maior modificação com o domínio de técnicas agrícolas pelos Tupis. Nas palavras de Posey (1986), “a hipótese de que a Mata Atlântica foi muito modificada pelos Tupis, ao longo da planície costeira, durante sua ocupação milenar é circunstancial, mas ajuda a explicar porque os europeus tinham tão pouco a dizer sobre a floresta. (...) Poucas vezes relatavam dificuldades ao atravessá-la (...) Evidentemente seguiam uma rede de trilhas (*peabirus*) que já desapareceram. Não seriam esses *peabirus* passagens por uma paisagem natural já muito modificada?” De fato o desempenho indígena teve seus aspectos negativos e o advento da agricultura aumentou a pressão sobre as florestas, o que, ao longo do tempo, modificou formações primárias para matas secundárias (Dean, 1996). Quando Pedro Álvares Cabral aportou suas caravelas no litoral brasileiro, certamente encontrou uma "natureza" antropogeneizada, manejada pelas populações preexistentes. O paraíso mítico procurado, já era "segunda natureza", citando Santos (1996).

Posey (1986), em seu trabalho sobre o manejo florestal dos Kayapós, revela que as florestas anteriormente ditas “virgens” apresentam-se completamente modificadas e manejadas pela comunidade que nela habita. Neste trabalho, o autor evidencia o manejo de culturas agrícolas dentro da floresta e afirma que nos campos de pousio de antigas roças, são colhidos ainda batata-doce por 4 a 5 anos, inhame e cará de 5 a 6 anos, mandioca, durante 5 a 6 anos e mamão, com 5 ou mais anos, entre outros exemplos de produtos de maior período produtivo, como bananeiras com produção contínua de 15 anos, urucu de 25 anos e copí durante 40 anos. A sucessão vegetal ocorre espontaneamente nestes campos e é incrementada pelo uso. A maioria das plantas que ressurgem durante a colonização do campo é usada para fins medicinais (94% das 368 espécies identificadas), além de outros produtos úteis como alimentos, iscas para peixes e aves, tinturas, óleos repelentes, material para construção, fibras e fios, material para higiene pessoal e para o fabrico de artefatos. Outra função destes campos abandonados é atrair a caça, dada a concentração de alimento que promovem. Na realidade, a dispersão

intencional das roças aumenta o campo de ação do homem sobre a floresta, criando vastos “campos de caça e alimentação” próximos à comunidade, que funcionam como “ilhas de recursos”, que aparentemente não são reconhecidos como descontinuidades do tecido florestal.

A relação com o ambiente em que estão inseridos é quase que simbiótica, uma vez que as trocas entre homem-meio espacializam efeitos culturais e ecológicos interdependentes. A produção da paisagem nasce das necessidades culturais da sociedade que nela habita. No entanto, a magnitude e a natureza das transformações provocadas pelo homem é fator fundamental na garantia de sustentabilidade dos ecossistemas e de suas relações, incluindo aí a manutenção das espécies que neles sobrevivem e deles interdependem. Seguindo este raciocínio, as paisagens florestais hoje encontradas, e, certamente, as da época do descobrimento da América, são efeitos da construção da paisagem, em sua conceituação geográfica, dependendo, em última análise, da forma de apropriação dos recursos naturais desenvolvida pelo homem.

As magnitudes das transformações intensificaram-se com o desenvolvimento das técnicas de transformação do espaço. Segundo Dean (1996), a segunda leva de humanos na Mata Atlântica promoveu uma destruição da biodiversidade sem igual, considerada como uma verdadeira chacina. “Um dos primeiros atos dos portugueses ao chegarem à costa sobrecarregada de florestas do continente sul-americano (...) foi derrubar uma árvore. Do tronco ...confeccionaram uma cruz rústica e uma missa foi então celebrada...” (Dean,1996). Este ato iniciou um processo de devastação deste bioma, de tão alta biodiversidade pelas suas particularidades de ambientes, que, ainda sem fim, continua degradando os menos de 10% de remanescentes que ainda restam salpicados pela borda Atlântica do continente sul-americano.

O paradigma dominante era, e ainda assim persiste em muitos segmentos sociais até hoje, de que a natureza é um mero conjunto de materiais úteis, e um obstáculo às atividades produtivas. Segundo Viana (1995), as técnicas de exploração dos recursos naturais vindas com os europeus, não tinham nenhuma referência ao manejo florestal, ou extração sustentável de recursos florestais. Ao contrário, sua tradição agrícola monocultora, associava-se ao extrativismo “minerador” das florestas como técnica exploratória de maior garantia para a geração de renda. As florestas, quando não exauridas em seus recursos madeireiros, eram simplesmente queimadas para abertura de campos agrícolas para as monoculturas extensivas, como demonstram os ciclos econômicos no Brasil. Desde o ciclo do pau-brasil (*Caesalpinia echinata*), como a

primeira extração em grande escala de um recurso florestal na Região Neotropical, a extração madeireira foi generalizada ao longo da costa brasileira durante o século XVI. A extração não sustentada levou à degradação das populações naturais de pau-brasil, levando sua atividade extrativa ao colapso. O mesmo padrão repetiu-se para as populações de jacarandá (*Dalbergia nigra*), pinho do paraná (*Araucaria angustifolia*), cedro (*Cedrela odorata*) e peroba (*Aspidosperma polyneuron*), assim como espécies de produtos não madeireiros, como o palmito (*Euterpe edulis*) e muitas espécies animais como grandes mamíferos.

Os ciclos econômicos subseqüentes ao extrativismo são caracterizados pelas grandes extensões de terras submetidas a cultivos de apenas uma espécie ou gênero, como a cana-de-açúcar e o café, responsáveis pela grande devastação, primeiro das baixadas litorâneas e, posteriormente, das terras interioranas do planalto brasileiro. A floresta primária era queimada e derrubada em toda parte onde ocorresse, porque recobria os solos mais férteis. O cultivo da cana exigia outros produtos da floresta, como lenha para as usinas, madeira de lei para barris de cachaça, caixas para o açúcar e carros de boi (Dean, 1996).

O século XX traz consigo uma mudança radical na velocidade de transformação do espaço. Diante da crescente industrialização, o ambiente florestal e sua biodiversidade tornam-se frágeis elementos da paisagem, que contraditórios às novas técnicas, são vistos, ao mesmo tempo como fatores limitantes ao projeto de “desenvolvimento” da modernidade e como fonte de recursos. Neste sentido, é sem registro na história da Terra, a velocidade de transformação dos ecossistemas, e, conseqüentemente, de extinção de espécies, no curto espaço de tempo percorrido nas últimas décadas do trabalho humano.

O resultado deste processo gerador do quadro atual demonstra que o processo de transformação da floresta, desde os primeiros povos sul-americanos, acelerado pela devastação durante 500 anos, e intensificado nas últimas décadas de uso da terra, resultam em uma redução de mais de 90% do território original das formações de Mata Atlântica, segundo os dados do relatório SOS Mata Atlântica e INPE, em 1993. Restam apenas faixas descontínuas nas regiões montanhosas, próximas ao litoral, que aí resistiram pela falta de interesse nas terras íngremes do relevo montanhoso. Enquanto que no interior planáltico, segundo Viana e Tabanez (1996), registram-se perdas de mais de 95% da “Mata de Planalto”, devido à intensa expansão da agricultura nesta região, principalmente no estado de São Paulo. O processo histórico de devastação da Mata

Atlântica é facilmente percebido, se simplesmente percorrermos o espaço anteriormente recoberto por esta rica formação. Deste processo, resta, portanto, uma paisagem composta por uma matriz muito diversa, que varia desde áreas densamente ocupadas e urbanizadas a áreas de extensas pastagens ou agricultadas, salpicada de fragmentos florestais de diversos tamanhos e formas, bem como de diversas composições florísticas. O efeito ecológico deste processo no que diz respeito à transformação da dinâmica funcional deste ecossistema e sua conseqüente perda de biodiversidade é, certamente, contundente e motivo de diversos estudos atuais.

De fato, o uso da biodiversidade provoca modificações em sua composição e funcionalidade, e a necessidade de sobrevivência da espécie humana passa pela apropriação dos ambientes, o que certamente modifica um ambiente em outro, diferenciado por suas novas inter-relações. Porém, por esta mesma necessidade de sobrevivência é que as modificações, ou transformações no espaço, devem preconizar sustentabilidade, ou seja, associar as demandas humanas com a manutenção dos ecossistemas que sustentam a vida em seu sentido mais amplo. O ponto que deve ser questionado, no que diz respeito à conservação da biodiversidade, é a forma com que ocorre esta apropriação.

1.3 - RIO DE JANEIRO

As florestas no município do Rio de Janeiro são alvos principais da expansão das atividades humanas vinculadas ao crescimento do centro urbano. A ocupação das baixadas e fundos de vale historicamente expandiu-se sobre as encostas dos maciços florestados. Obviamente, neste processo, a perda de tecido florestal e sua conseqüente fragmentação tornou-se alarmante frente à necessidade cultural da sociedade atual de preservar os remanescentes de Mata Atlântica em nosso município. O ambiente previamente florestado vem sendo submetido, ao longo destes anos, a interações que envolvem outros elementos construtores da paisagem. Desta forma, se faz cada vez mais necessárias medidas de planejamento do uso do solo, que levem em consideração a sustentabilidade destes ecossistemas em relação à dinâmica dos aspectos ambientais provenientes da ocupação urbana. Restam como principais fragmentos florestais do município do Rio de Janeiro, os parques nos três maciços montanhosos: Tijuca, Gericinó e Pedra Branca. O primeiro mais próximo ao centro tem seu histórico de perturbação desde o início da ocupação da cidade. Primeiramente com atividades rurais

dos ciclos econômicos brasileiros: cana de açúcar e café (e chá em menor escala) e, posteriormente, com o processo de expansão urbana, a Floresta da Tijuca teve grande parte de sua cobertura original removida. O abandono e o replantio de algumas áreas regenerou o tecido florestal do que hoje é o Parque Nacional da Tijuca. O crescimento da cidade no seu entorno e a ocupação das encostas interferiram diretamente pelo desmatamento, e indiretamente por poluentes e balões, a dinâmica ecológica deste fragmento. O mosaico resultante destes diversos processos conjugados com as características do sítio geomorfológico que o constitui apresenta-se, hoje, mais estabilizado no que diz respeito à expansão urbana sobre áreas florestadas. As delimitações do Parque, bem como as atividades de demarcação da área urbana pela Prefeitura Municipal (Secretaria de Habitação) esforçam-se em impedir novas investidas sobre a floresta. As influências indiretas, no entanto, continuam ainda sem solução. Os balões e a precipitação de poluentes pela atmosfera continuam alterando as estruturas vegetacionais e as composições florísticas desta cobertura, como mostram Oliveira *et al.* (1991).

O maciço da Pedra Branca, por sua vez, vive atualmente um franco processo de desenvolvimento das atividades antrópicas em seu entorno e expansão da degradação do ecossistema florestal. O crescimento da malha urbana, as cunhas de desmatamento que adentram suas bordas florestais e a expansão das atividades agrícolas em suas encostas, imprimem hoje na paisagem as modificações do arranjo espacial de seus elementos e definem, assim, sua nova dinâmica geocológica. Por ser área de expansão urbana, ou seja, onde o crescimento dos núcleos de ocupação estão ainda se processando, o Maciço da Pedra Branca guarda no seu espaço traços de um conflito rural - urbano, onde algumas atividades sobrepõe-se a outras, enquanto outras resistem heroicamente ao novo modelo de ocupação e uso dos solos. Desta forma, guarda-se ainda uma espacialidade rural em meio a crescente paisagem urbana que se constrói acompanhada de suas desarticulações sociais.

Focalizando-se sobre estas atividades rurais no Maciço da Pedra Branca, chama atenção o cultivo da banana, recobrando grandes áreas de encosta. Esta atividade, da qual subsiste, principalmente, a população das áreas de Grumari, Piabas e Guaratiba, envolve a remoção da floresta e sua substituição por extensos bananais. Os plantios são mantidos sob forma manejo que consiste em somente algumas roçadas periódicas (6 em 6 meses) para retirada de “plantas invasoras”, "limpeza" de folhas secas das bananeiras e colheita. A bananeira se expande principalmente por reprodução vegetativa, na qual o

indivíduo lança um novo broto a partir da expansão do rizoma da planta. Isto faz com que a expansão do bananal dependa quase que exclusivamente da retirada da floresta. Desta forma, as pressões provenientes do mercado refletem na necessidade de área para plantio, promovendo novas investidas sobre a floresta. O resultado desta dinâmica de forças componentes do ambiente é, nestas áreas agrícolas, uma paisagem composta por extensos bananais, principalmente nas encostas, entremeados por remanescentes florestais de diversos estágios de sucessão vegetal.

As ações governamentais sobre a política de preservação da Mata Atlântica nestas áreas estão associadas à criação de unidades de conservação, imperando, sobretudo, o decreto de Parques e Reservas, as quais constituem, segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), unidades fechadas, ou seja, com uso restrito à visitação e pesquisa, respectivamente. O decreto de unidades de conservação constitui, em última análise, a instituição de territórios baseados no poder estadual ou municipal, neste caso. Resulta na impressão sobre o espaço de áreas com funções específicas, e que, de certa forma, atendem às necessidades (da sociedade urbana) para a preservação de porções da natureza. Sobre a área sudoeste do maciço da Pedra Branca, destacam-se quatro unidades de conservação: o Parque Estadual da Pedra Branca, a maior delas, incluindo todo o maciço acima da cota de 100 metros, a Reserva Biológica e Arqueológica de Guaratiba, incluindo áreas de manguezal e alagados da baía de Sepetiba e as mais recentes delas o Parque Natural Municipal da Prainha e o Parque Natural Municipal de Grumari. No entanto, o decreto destas unidades traz como acompanhamento, os conflitos de uso do solo pelas populações preexistentes aos decretos. Desde problemas fundiários a remoções, estas questões recaem sobre as populações, algumas delas tradicionais, que, neste caso, dependem da terra como meio de subsistência. Os catadores de caranguejo em Guaratiba, se vêem expulsos do seu antigo território de sobrevivência e, hoje em dia, forçados a invadir e catar o maior número possível de caranguejos antes de serem pegos pela fiscalização. Os bananeiros de Grumari e do entorno do Parque da Pedra Branca, muitos deles descendentes de caiçaras, mantêm cultivos de banana, hoje, ilegais, dentro dos limites dos parques. O seu tamanho, bem superior ao da Tijuca, e a dinâmica de expansão urbana, atualmente mais intensa, dificultam o trabalho governamental, tornando esta área foco de atenção e conflitos de muitos interesses sociais e econômicos. Contudo, além das óbvias e indiscutíveis, preocupações com a biodiversidade e sustentabilidade dos ecossistemas, a sobrevivência das populações que têm na terra seu meio de produção, devem, também,

ser preconizadas no planejamento espacial para a conservação. Ou seja, os decretos de unidades de conservação devem, ou deveriam, contemplar, além dos aspectos ecológicos, os sócio-culturais, não só para serem mais completos, mas para serem exeqüíveis e realmente eficientes na conservação da biodiversidade.

No caso dos bananeiros, os problemas ambientais provenientes desta atividade preocupam as instâncias municipais e estaduais, no que diz respeito aos processos de perda de biodiversidade e atividade erosiva das encostas. A Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura do Rio de Janeiro, no seu setor de reflorestamento, necessita de argumentos para o planejamento do uso do solo nestas áreas submetidas ao cultivo da banana. Observando tal demanda, após entrevista com o então coordenador dos projetos de reflorestamento no município do Rio de Janeiro, Dr. Celso Junius, o presente estudo foi proposto, encaixando-se nos interesses da prefeitura e estabelecendo um apoio no que diz respeito ao fornecimento de análises e subsídios para o planejamento da área, principalmente sobre a hidrologia dos bananais.

Desta forma, como funciona hidrologicamente um cultivo de bananas sobre a encosta, como se insere geograficamente esta atividade econômica no contexto da cidade e que alternativas a população local pode ter com o decreto de áreas protegidas, são perguntas que necessitam de respostas para qualquer ação de planejamento do espaço geográfico. As pressões sobre a biodiversidade, a espacialização dos fragmentos florestais e dos bananais, os fluxos erosivos e a sustentabilidade econômica da população tradicional são exemplos de questões que devem constar na lista de qualquer planejamento para tais áreas. As comunidades que sobrevivem do plantio de banana são tradicionais e aí vivem antes da chegada da expansão urbana. As novas transformações impõem necessidades culturais a estas comunidades, que refletem na sua apropriação do meio. Hoje, cada vez mais, a atividade bananeira, nos moldes em que vem sendo conduzida, condena-se economicamente frente às modificações nos mercados deste produto e o envolvimento das gerações atuais tem diminuído devido à baixa rentabilidade desta prática. Este quadro sócio-econômico é preocupante, uma vez que, delega mais uma parte da população ao contingente de excluídos que orbitam periféricamente o mercado de atividades urbanas. O processo de empobrecimento da população e a conseqüente favelização devem ser evitados e as práticas devem ser direcionadas à criação de alternativas econômicas sustentáveis, que possam promover tanto a manutenção da biodiversidade e estabilidade das encostas, quanto a reinserção de suas atividades no mercado economicamente ativo.

A investigação científica relativa ao comportamento hidrológico do solo sob cultivo de banana se faz, portanto, necessária, uma vez que garante argumentos para a delimitação, dentre outros parâmetros, da declividade, da geomorfologia, do tipo de depósito sobre o qual podem se instalar os bananais, além do tamanho e forma de manejo dos pomares. Além disso, por exercer pressão sobre a cobertura florestal, as mudanças provocadas pelo manejo implementado são sentidas nas formações vegetais e se faz necessário investigar em que medida estas modificações são reais e se afetam significativamente a sustentabilidade das matas secundárias resultantes. As espécies que estão promovendo o aumento da quantidade de vida, desempenham funções específicas no sentido da regeneração, sendo importante objeto de estudo para aplicação de práticas de recuperação de áreas degradadas ou sistemas de produção regenerativos.

Além da funcionalidade hidrológica e da biodiversidade, cabe discutir, como esta atividade está inserida no contexto geográfico da cidade; que forças levam às ações sobre estas áreas, que poderes se encontram instalados e quais atores sociais disputam seus interesses. Pois somente argumentar sobre o risco de deslizamento ou sobre a biodiversidade são visões reducionistas de uma realidade muito mais complexa. Planejar a proteção de determinada porção do espaço está associada, para sua real execução, a uma visão que contabilize os atores sociais responsáveis pela construção da paisagem, aqueles dos quais a manifestação espacial dos fenômenos depende. Neste sentido, se o objetivo da intervenção é a modificação da paisagem, os meios passam necessariamente pelos atores sociais responsáveis por ela, os donos do território (ou dos territórios) em questão.

2 -OBJETIVOS

A forma de abordagem proposta sugere a necessidade de investigar sobre como funciona, do ponto de vista hidrológico, o elemento da paisagem, bananal, que passou a dividir o espaço com o ambiente florestal após a ocupação humana, e refletir a respeito de como se contextualizam na dinâmica atual de expansão da cidade, as intervenções e as propostas de (re)ordenação do espaço. Neste sentido, estes dois aspectos, que respondem às necessidades atuais do planejamento do uso do solo no maciço da Pedra Branca, podem ser contemplados como objetivos gerais da investigação sobre as transformações da substituição das florestas por cultivos de banana.

Enquanto objetivos específicos, temos:

- 1- Levantar a configuração atual da paisagem na área de estudo, no que diz respeito ao uso dos solos, distribuição da cobertura vegetal e fragmentação florestal, distribuição das unidades geomorfológicas, distribuição das áreas concentradoras e dispersoras de fluxo hidrológico, aspectos de orientação e declividade das encostas e distribuição da população.
- 2- Investigar sobre o comportamento hidrológico das áreas de plantio de banana em comparação à floresta local, focalizando sobre as entradas de precipitação e seu regime de distribuição e magnitude, os processos de interceptação da chuva pelas copas, o estoque de serrapilheira e sua função na retenção hídrica e a produção de escoamento superficial.
- 3- Verificar as diferenças nas propriedades físicas e químicas dos solos sob cultivo de banana e sob a floresta local, focalizando sobre a distribuição granulométrica, o teor de matéria orgânica, a porosidade e a permeabilidade.
- 4- Levantar os aspectos sociais e culturais desta atividade, como via de identificação da forma de manejo atual e dos agentes construtores desta paisagem, bem como, do reflexo das últimas ações do governo municipal na dinâmica de vida da população local.

3 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste item são apresentadas as revisões de temas que fazem parte da base teórica e conceitual desta tese. Dada a diversidade de questões abordadas, não se pretendeu, nem seria possível, esgotar as questões pertinentes. Neste sentido, este item é conduzido pelas revisões sobre a paisagem, dando continuidade ao que foi visto na introdução, recaindo sobre os processos específicos da fragmentação florestal, hidrologia e propriedades do solo e, por fim, introduzindo a noção de território, presente na discussão desta tese. Neste item, apenas cita-se o conceito de território que será posteriormente detalhado no item específico sobre a análise dos resultados.

3.1 - PAISAGEM GEOGRÁFICA E GEOECOLÓGICA

Abordaremos aqui uma revisão dos conceitos de paisagem nas duas vertentes trabalhadas na introdução: a paisagem na visão ecológica e a paisagem como construção cultural. Grosso modo, esta última, apesar de contemplar a ação humana, observa apenas seus efeitos no meio, enquanto a primeira contempla as dimensões humanas que embasam e fundamentam as intervenções sobre a paisagem. No entanto, há uma complementaridade entre as duas, podendo ser aproveitada, dependendo do fenômeno a ser estudado.

O termo Geoeecologia, proposto por Troll (1939, *in* Coutinho,2001) traz consigo uma abordagem sistêmica da paisagem. Mais forte do que na Geografia, a paisagem é entendida através de um encadeamento lógico de causa e efeito linear; obviamente, um encadeamento complexo, mas com uma organicidade típica da abordagem biológica ou ecológica. Hugget (1995), citado anteriormente a respeito da sua conceituação de geoeecossistema, entende a paisagem como a interação das esferas atuantes na superfície terrestre, desde a atmosfera, biosfera, litosfera, pedosfera, toposfera a hidrosfera. Nesta afirmação nota-se a ausência de referência dos processos humanos, além de uma abordagem que a caracterize como "ação antrópica". A presença do homem é contemplada apenas nos seus efeitos deixados nestas esferas terrestres. Em Sotchava (1977, *in* Coutinho,2001), percebemos mais nitidamente esta concepção. O autor define o termo geossistema para abordar as unidades do mosaico da paisagem, tendo sido uma grande contribuição no crescimento desta ciência. Em suas palavras, "geossistemas são os sistemas naturais, de nível local, regional ou global, nos quais o substrato mineral, o

solo, as comunidades de seres vivos, a água e as massas de ar, particulares às diversas subdivisões da superfície terrestre, são interconectados por fluxos de matéria e energia, em um só conjunto (...) são formações naturais, experimentando, sob certa forma, o impacto dos ambientes social, econômico e tecnogênico". Deste ponto de vista, o homem contribui a partir de seus efeitos sobre o espaço, a partir de suas marcas gravadas nas paisagens, o que, particularmente, é bem aproveitado nas análises geocológicas. A tomada de decisões nas resoluções de planejamento para o manejo das paisagens, baseadas nesta concepção, podem ser muito interessantes do ponto de vista da sustentabilidade ecológica, ou para ser mais abrangente, geocológica dos elementos da paisagem. No entanto, sua efetividade depende, em última análise, de fluxos associados a concepções da natureza humana, portanto, devem contemplar os processos contidos nas relações sociais, pois estas marcas têm razões que não são visíveis e, muitas vezes, não são mensuráveis. Em Bertrand (1971, *in* Coutinho, 2001) podemos perceber uma ampliação na consideração aos "fatores antrópicos", quando o autor afirma que geossistema "é uma porção do espaço caracterizado por um tipo de combinação dinâmica e, portanto, instável de elementos geográficos diferenciados - físicos, biológicos e antrópicos - que, ao atuar dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto geográfico indissociável que evolui em bloco, tanto sob efeito das interações entre os elementos que a constituem como sob o efeito da dinâmica própria de cada um dos elementos considerados separadamente".

Sauer (1998) afirma que na Geografia podem ser delimitados três campos distintos de investigação: "1) o estudo da superfície da Terra como meio dos processos físicos, ou a parte geofísica da ciência cosmológica; 2) o estudo das formas de vida como sujeitas ao seu ambiente físico, ou a parte da biofísica lidando com tropismos; 3) o estudo da diferenciação de área ou corologia". Para o autor estes campos possuem "concordância parcial de fenômenos", no entanto, "eles dificilmente podem ser englobados em uma única disciplina"(p.14). Segundo Sauer (1998), a Geografia é responsável pelo "estudo de áreas". Esta definição é bastante abrangente e de certa forma contempla as duas primeiras dimensões colocadas pelo autor. Se buscarmos uma interseção entre as três, podemos afirmar que a Geografia, como bem colocado pelo autor, constituiria-se do predomínio desta terceira dimensão com a participação das outras duas. A Geoecologia, por sua vez, apropriaria-se, predominantemente da segunda, seguida de aspectos da primeira, para atingir a diferenciação de áreas. Esta disciplina trabalha com o mosaico da paisagem, enquanto a Geografia, por incluir, além

da ação, a percepção do homem, contempla o caleidoscópio, aproveitando o termo usado por Corrêa (1996), para definir dinâmica, não só espacial mas temporal, nos territórios.

Um aspecto que pode ilustrar esta diferença está associada ao fato de que na Geoecologia o valor simbólico das paisagens não é considerado. A paisagem é analisada do ponto de vista da interação entre os elementos concretos, materiais. O imaterial, o invisível é de difícil contemplação sob uma abordagem sistêmica. Para Claval (1999), um dos representantes mais expressivos da Geografia Cultural, a análise dos espaços deve incluir a dimensão simbólica das paisagens: "...os homens não podem, entretanto, viver sem dar um sentido àquilo que os cerca (...) o espaço humanizado não pode ser interpretado segundo critérios puramente funcionais: ele é heterotrópico, segundo a expressão forjada por Michel Foucault (1985 e 1986), porque, feito de elementos que não têm o mesmo peso, não respondem à mesma ontologia e não são sintetizáveis (...) a paisagem encontra-se, algumas vezes, valorizada por si mesma: deixa de ser somente uma expressão da vida social, toma uma dimensão estética ou funda a identidade do grupo. Serve para exprimir os sonhos".

Neste sentido, a abordagem sistêmica da paisagem pode, e deve, ser somada a esta outra abordagem, para atingir sucesso nas medidas de planejamento. A partir da geoecologia muitas propostas para o planejamento espacial podem surgir, principalmente, associadas à manutenção da biodiversidade, das técnicas voltadas à conservação da natureza e muito mais. Enquanto isso, a abordagem cultural da paisagem pode trazer elementos-chave para o sucesso das intervenções sobre o espaço, pois nele estão contidos outros fluxos, além dos ecológicos, hidrológicos, etc., que, baseados nas faculdades humanas, definem formas de uso e "grafias" na paisagem. A construção das paisagens depende, em última análise, do que conduz o homem à apropriação do meio, daquilo que subjaz às intervenções e, neste sentido, a abordagem geográfica tem muito a contribuir. Citando novamente Claval (1999): "os espaços humanizados superpõem múltiplas lógicas: eles são em parte funcionais, em parte simbólicos. A cultura marca-os de diversas maneiras: modela-os através das tecnologias empregadas para explorar as terras ou construir os equipamentos e habitações; molda-os através das preferências e os valores que dão às sociedades suas capacidades de estruturar os espaços mais ou menos extensos e explicam o lugar atribuído às diversas facetas da vida social; ajuda enfim a concebê-los através das representações que dão sentido ao grupo, ao meio em que vive e ao destino de cada um. Desde que se queira

compreender mais precisamente a marca que os homens criam na superfície da Terra, convém considerar a maneira como a sociedade está organizada, a natureza dos atores que aí estão presentes e os direitos de que dispõem" (p.295 e 296).

Para Sauer (1998), "o termo paisagem é apresentado para definir o conceito de unidade da geografia, para caracterizar a associação peculiarmente geográfica de fatos" (p.23). O autor afirma isto, baseando-se na concepção de que a paisagem contempla processos de distintas naturezas, desde os físicos, bióticos e humanos. A paisagem representa uma forma em que o processo de modelagem "de modo algum (pode ser) imaginado como simplesmente físico. Ela (a paisagem) pode ser, portanto, definida como uma área composta por uma associação distinta de formas, ao mesmo tempo físicas e culturais". O autor afirma que as culturas desenvolveram-se dentro de algum quadro natural, obtendo aí a base de sua existência. A paisagem é construída sobre as qualidades físicas de uma área, a partir de suas formas de uso. Usando seus termos, "há uma forma estritamente geográfica de pensar a cultura, a saber, a marca da ação do homem sobre a área"

O que a Geografia tem a colocar diante da abordagem geocológica é o que está além do visível na paisagem, principalmente contribuindo com a percepção dos fenômenos relativos aos processos humanos. Bobek e Smithüsen (1998) afirmam que a Geografia "não se limita à observação e à descrição do visível, ainda que parta delas, mas pretende compreender a natureza do conjunto dos elementos constitutivos do âmbito que, com certa impropriedade, se denomina superfície terrestre". Para os autores, a paisagem é constituída de "fenômenos espaciais, materiais perceptíveis, com sua dimensão, forma, qualidade material, estrutura e organização interna", mais o "entrelaçado de relações que existe entre eles e que somente em pequena parte é acessível à percepção imediata. Pode estar relacionado com fatos externos, mas sempre tem características espaciais ou locais" e, ainda, "a sucessão temporal que dá razão ao presente e se projeta sobre o futuro" (p.75-76). Nesta concepção estão contidos os conceitos de forma, estrutura organização interna, as relações entre estes elementos/formas que podem ser externos de um com os outros e internos, dentro de si (locais) e, por fim dinâmica temporal. Olhando do ponto de vista do discurso, esta visão coloca-se muito semelhante à abordagem geocológica feita, por exemplo, por Forman e Gordon (1986), que concebem a paisagem a partir de: estrutura, definida pelo arranjo espacial dos elementos, forma, tamanho, etc. e pela configuração de sua rede de interações; funcionalidade, apontando a dinâmica de fluxos inter e intra-elementos

formadores da paisagem; e mudança, considerando a ação do tempo. As trocas seriam, segundo os autores, horizontais, quando ocorrem entre os elementos da paisagem, e, verticais, quando as trocas de matéria e energia ocorrem dentro do próprio elemento e com outros níveis hierárquicos do sistema. Santos (1996) coloca o conceito de fluxos e fixos para os elementos presentes na paisagem e suas trocas, no entanto, sua abordagem, inclui no conteúdo destes fluxos, relações sociais, além da matéria e energia nos seus sentidos físicos. Já bastante conhecida a abordagem de Santos (1985) define quatro categorias para o método geográfico: estrutura, processo, função e forma. A definição, para **forma**, é: "o aspecto visível de uma coisa, refere-se ao arranjo ordenado dos objetos, a um padrão", e ainda está associada a um momento no tempo, considerando sua possibilidade de transformação. **Função**, para o autor, sugere "uma tarefa ou atividade esperada". **Estrutura** "implica a inter-relação de todas as partes de um todo, modo de organização ou construção. E, por fim, **processo** é entendido como uma "ação contínua, desenvolvendo-se em direção a um resultado qualquer", para o autor, contém a idéia de tempo, continuidade e mudança. Se compararmos às concepções da geocologia, vemos para "forma" de Santos (1985) a mesma concepção contida na "estrutura" de Forman e Gordon (1986), ambas pensadas sobre o arranjo espacial dos elementos na paisagem. "Estrutura", ainda contém, em ambas concepções, a configuração da rede de trocas. Segundo Santos (1985), "função" e "processo" estão associados, à "funcionalidade" de Forman e Gordon (1986). A estrutura em Santos (1985) contempla a organização dos fluxos que, a partir de seus processos, desempenham uma função específica. Estes dois últimos conceitos acabam sendo incluídos na "funcionalidade" da geocologia. Processos, são os mais diversos e possuem funções que resultam em um trabalho específico transfigurado na paisagem, através do tempo. O tempo é concebido de maneira semelhante nas duas abordagens, como mudança.

Berque (1998), ao registrar as diferenças de abordagem positivista, sistêmica, com o ponto de vista cultural, afirma que "como manifestação concreta, a paisagem está naturalmente exposta à objetivação analítica do tipo positivista; mas ela existe, em primeiro lugar, na sua relação com o sujeito coletivo: a sociedade que a produziu, que a reproduz e a transforma em função de uma certa lógica". O peso da sociedade enquanto produtora da paisagem constitui a diferença fundamental das duas abordagens. Cada uma, eficiente em sua aplicação específica, não precisa ser compreendida como igual a outra, nem se intenciona defender esta unidade, mas, certamente, podemos aproveitar

suas complementaridade. Segundo Cosgrove (1998), podemos ressaltar entre os componentes do conceito de paisagem, aquele que ele considera como sendo a "idéia de intervenção humana e controle de forças que modelam e remodelam nosso mundo". Mais adiante o autor coloca que "qualquer intervenção humana na natureza envolve sua transformação em cultura, apesar de essa transformação não estar sempre visível, especialmente para um estranho". Para Berque (1998), a paisagem é concebida como marca e a matriz; marca, enquanto gravação na realidade material dos anseios de um grupo social e matriz, pois induz, inclusive simbolicamente, as ações subsequentes da sociedade. Claval (1999) comenta a influência do espaço construído na vida social ao afirmar: "a maior parte das pessoas integra-se às estruturas do espaço construído mais do que as determina"(p.296) e: "os homens vivem, freqüentemente, em lugares que não desenharam; as sociedades inscrevem-se em espaços cujos traços são herdados de ancestrais fundadores longínquos ou de denominações estrangeiras. O papel da cultura é, então, mais voltado a reinterpretar o espaço do que a desenhá-lo."(p.310). É visível tanto um aspecto relativo à identidade com o espaço, passado de gerações, como um aspecto relativo ao tempo, onde as paisagens se retratam enquanto sobreposições de passados e presente, além de também elucidar a questão da imposição das marcas espaciais às relações sócio-culturais., ou seja, a herança "grafada" na paisagem encaminha o comportamento de novas gerações, mesmo que estas desenvolvam uma refuncionalização do antigo espaço. Em Cosgrove (1998) encontramos: "assim, a paisagem está intimamente ligada a uma nova maneira de ver o mundo como uma criação racionalmente ordenada, designada e harmoniosa, cuja estrutura e mecanismo são acessíveis à mente humana, assim como ao olho, e agem como guias para os seres humanos e suas ações de alterar e aperfeiçoar o meio ambiente" (p.99).

O tempo é outro aspecto importante a ser considerado nas paisagens. Neste caso, Santos (1996) afirma que a paisagem é uma sucessão de tempos, em suas palavras: "a paisagem não se cria de uma só vez, mas por acréscimos, substituições (...) uma paisagem é uma escrita sobre a outra, é um conjunto de objetos que têm idades diferentes, é uma herança de muitos diferentes momentos" e continua "a paisagem é objeto de mudança. É uma espécie de marca histórica do trabalho, das técnicas" (p.66).

Claval (1999), também considerando o tempo, afirma: "as paisagens humanizadas nunca refletem exatamente (ou exclusivamente) as exigências funcionais daqueles que as habitam. Construções e equipamentos representam imobilizações consideráveis. Sua duração de vida é longa: são necessárias sólidas razões para

substituí-los antes que estejam tecnicamente ultrapassados; empreende-se, somente, para responder a novas necessidades, para romper com os símbolos de um passado repudiado, ou na perspectiva de uma rentabilidade superior. As paisagens são, pois, feitas de elementos de idades diferentes. A maior parte permanece funcional, mas a destruição de certos edifícios, torna-se, às vezes, mais cara do que o espaço que ocupam. Transformam-se pouco a pouco em ruínas. Estas terminam por ser investidas de valores sentimentais: o passado coexiste com o presente. A paisagem demanda uma leitura arqueológica no sentido de completar a interpretação funcional que se impõe primeiramente."(p.308)

Neste sentido, a paisagem reflete relações sociais, sendo que os processos contidos nestas relações formam o arcabouço das intervenções sobre a natureza. Na Geocologia estas intervenções são consideradas, mas não analisadas, enquanto que na Geografia, são analisados os processos que, na concepção de Santos (1985) citada acima, são responsáveis pela criação de formas na paisagem. Uma ressalva, feita por Claval (1999), levando em conta os conflitos sociais que formam as paisagens, fica evidente quando ele afirma que "a paisagem nunca reflete, fielmente, todos os aspectos da cultura. Seus elementos foram realizados por atores variados e cujas ações só eram coordenadas excepcionalmente.... Se a paisagem possui uma coerência e uma estrutura, deve-se muito mais à recorrência ou à oposição de temas do que à unidade da composição....a paisagem é na imensa maioria dos casos um produto não planejado da atividade humana..." (p.314-315). Certamente, o que é espacializado numa paisagem é o resultado do conflito de grupos sociais, sendo que nela configuram-se as marcas daqueles que venceram este conflito, de acordo com suas crenças, mitos, símbolos, etc., ou como apresenta Cândido (1971) de acordo com suas "necessidades culturais". Desta forma podemos vincular à espacialização, o poder; e chegamos então a outro conceito-chave da Geografia, composto pelo território. Este conceito será discutido um pouco mais a frente, sendo apresentada neste momento uma revisão sobre abordagens geocológicas sobre a fragmentação florestal e processos hidrológicos e erosivos.

3.2 - FRAGMENTOS FLORESTAIS

Baseada na análise funcional das paisagens, como visto em Forman e Gordon (1986), podemos entender os efeitos do processo histórico-cultural de apropriação da

Mata Atlântica, de acordo com a dinâmica de fragmentação florestal e seus processos ecológicos e geocológicos resultantes.

Como resultado da expansão da ocupação humana, ultimamente, as florestas tropicais têm sofrido com o processo de fragmentação, constituindo-se em destacamentos não naturais de um contínuo extenso em fragmentos espacialmente segregados de diversas formas e tamanhos. Segundo Viana *et al.* (1992), o aspecto mais grave da fragmentação florestal é a perda de biodiversidade. Os autores afirmam que a redução da área de ecossistemas naturais, quase sempre acompanhada de perturbações de diferentes naturezas, resulta numa preocupante perda de diversidade animal e vegetal. O efeito da fragmentação florestal gerado pela redução do tamanho e aumento do isolamento de remanescentes florestais desencadeia uma série de transformações nos ecossistemas.

Baseado na teoria da “Biogeografia de Ilhas” do clássico trabalho de Mac Arthur e Wilson (1967, *in* Viana *et al.*, 1992), a diversidade de espécies varia de acordo com o aumento ou diminuição da superfície da ilha. Uma diminuição na superfície está associada a uma diminuição exponencial da diversidade nela contida. No caso de fragmentos florestais terrestres, a aplicação desta teoria é bastante eficiente, porém a colonização das ilhas oceânicas ocorre com a expansão das populações de outras ilhas, enquanto que para os fragmentos, a dinâmica de populações é oposta, havendo perda de indivíduos e extinção local de espécies. Coutinho (2001) afirma que a "matriz" em torno dos fragmentos não é equivalente à água que cerca ilhas, a fragmentação terrestre envolve aspectos mais sutis no que diz respeito às relações internas e limítrofes do fragmento. O isolamento das ilhas oceânicas, por sua vez, é relativo apenas à distância física, enquanto que no caso dos fragmentos, depende da porosidade da matriz em que estão inseridos. Além disto, nas ilhas oceânicas teoricamente não há perturbação humana, fato recorrente nos fragmentos terrestres. Para Gascon *et al.* (2001), a teoria da biogeografia de ilhas não respondeu totalmente aos anseios da conservação dos fragmentos florestais. Os autores sugerem que a maior parte dos processos de degradação dos remanescentes florestais está associada aos efeitos de borda e à configuração da paisagem, sua conectividade e tipo de matriz.

Para Laurence *et al.* (1997), as alterações da paisagem, relacionadas ao uso da terra, formam a matriz de habitats ao redor dos fragmentos e sua composição é determinante para a estrutura e dinâmica ecológica dos fragmentos. A matriz sobre a qual se distribuem os fragmentos pode ser mais ou menos favorável à conservação

deles, à medida que possibilitem o fluxo gênico de espécies florestais e forneçam habitat para a fauna e proteção física de extremos climáticos e fogo. Em Viana *et al.* (1992), relacionando a inserção dos fragmentos na paisagem, encontramos que a estrutura e dinâmica de um fragmento florestal dependem dos seguintes fatores:

- Processo histórico de fragmentação e perturbações – determina a idade da criação das bordas, seu avanço, bem como as intervenções feitas sobre o fragmento (caça, fogo, gado, vento, etc.) e, conseqüentemente, a estrutura e composição do fragmento;
- Forma – determina a circularidade do fragmento e sua superfície perimetral, características importantes relativas à sua vulnerabilidade aos efeitos de borda;
- Tamanho - indica a biomassa do fragmento e sua espacialização;
- Grau de isolamento - define a conectividade entre fragmentos, relativa às trocas de fluxo gênico, o que determina a probabilidade de endogamia e com isso a vulnerabilidade às doenças e anomalias;
- Vizinhança - definida pelo entorno, indica a natureza da perturbação vinda de fora para dentro do fragmento;
- Efeito de Borda – definido como as influências das modificações ambientais provenientes do processo de fragmentação e criação de bordas.

Para Viana *et al.* (1992), além destes fatores, devem ser consideradas questões relativas ao tempo de isolamento, assim como apontado por Saunders *et al.* (1991). Segundo os autores, os fragmentos florestais devem ser vistos a partir do resultado dos diferentes processos durante o histórico de perturbações da vegetação, no qual diversos fatores interagiram ao longo do tempo. Para se entender a estrutura e a dinâmica atual de um fragmento deve-se reconstruir ao máximo a história da vegetação local, onde se incluem como metodologia a reconstituição por diferentes tempos de fotografias aéreas e questionários participativos, junto a moradores e trabalhadores da população local. O efeito deste processo histórico certamente influencia até hoje a dinâmica dos fragmentos remanescentes. Kapos *et al.* (1997), também colocam que as alterações são variáveis, em função do tempo decorrido desde o isolamento do fragmento, bem como de sua orientação em relação ao sol, além do contraste do ambiente fragmentado em relação à matriz em que ocorre.

A forma e o tamanho dos fragmentos constituem efeito importante sobre a diversidade biológica e sustentabilidade de remanescentes florestais. Segundo Viana *et al.* (1992), quanto mais arredondada a área do fragmento, menor será a sua relação

perímetro/área, o que na verdade diminui a superfície específica do remanescente às influências externas. No caso oposto, em fragmentos alongados, esta razão aumenta, definindo maiores influências do efeito de borda. Schierholz (1991) afirma que em experimentos com fragmentos de forma quadrada, os efeitos de influência externa (efeitos de borda) atingem até cerca de 100 m no interior do fragmento. Portanto, para fragmentos de 1 ha, o efeito de borda é total, para os de 10 ha, quase 90% de sua área é atingida e os de 100 ha sofrem efeitos em 35%; até mesmo nos fragmentos de 1000 ha o impacto é superior a 10%. A forma alongada para fragmentos é, portanto, uma das mais afetadas.

Uma das maiores mudanças decorrentes do processo de fragmentação é o aumento da proporção de bordas expostas a outros habitats. O efeito de borda afeta a vegetação do fragmento por um aumento repentino na radiação solar e no impacto, até então inexistente, de ventos laterais; isto causa um aumento na evapotranspiração, na temperatura do ar e na diminuição da umidade do solo (Young e Mitchell, 1994). Sobre o efeito de borda, Schierholz (1991) aponta as influências das mudanças microclimáticas para o interior dos fragmentos. Para o autor, no processo de isolamento de um remanescente florestal o sub-bosque é exposto a condições microclimáticas drasticamente distintas das anteriormente vigentes. A vegetação situada até mais ou menos 2m de distância da borda é afetada nos primeiros dias, pelo aumento de exposição solar, principalmente nas primeiras e últimas horas do dia de insolação oblíqua, e pelos ventos geralmente de temperaturas elevadas e secos que sopram das áreas desmatadas circunvizinhas. À medida que a mortalidade de árvores da borda aumenta o efeito de borda avança sobre o fragmento, porém em cinco anos o crescimento de densas trepadeiras e da vegetação secundária proporcionam proteção ao vento e sombra na faixa periférica do fragmento, sem no entanto impedir que os efeitos indiretos, via interações interespecíficas, de degradação continuem avançando.

A escala e a severidade dos danos causados à floresta pelos efeitos de borda variam de acordo com a estrutura e composição das espécies iniciais da floresta, solo clima, complexidade e resiliência dos processos do ecossistema, tais como o fluxo de energia e ciclos biogeoquímicos, a história de perturbação e a persistência e intensidade do *stress* ao ecossistema, que inibe ou reduz os processos de sucessão de espécies (Lugo, 1988). Neste sentido, os efeitos de borda sofridos pelos fragmentos, comprometem, muitas vezes irreversivelmente, a biodiversidade de espécies neles contida (Viana *et al.*, 1992). Para a característica principal de degradação dos

remanescentes florestais, Viana e Tabanez (1996) apontam como causas: o processo gradativo de perda da diversidade biológica e diminuição na complexidade de suas funções ecológicas.

Schierholz (1991) afirma que para os indivíduos arbóreos, os efeitos associados ao processo de fragmentação e isolamento, agem diretamente sobre suas populações e, assim, sobre a sobrevivência das espécies. Para o autor, muitas das famílias de plantas da floresta, bem como a totalidade das comunidades de árvores, possuem uma alta diversidade em número de espécies e uma densidade populacional baixa. Muitas espécies apresentam densidade de um indivíduo por hectare ou quando não, menos, o que implica que, por vezes, em fragmentos de 10 hectares pode existir apenas um indivíduo de uma determinada espécie e que, se por alguma perturbação este indivíduo morrer, a espécie está extinta localmente.

O *stress* desencadeado pelos efeitos da fragmentação florestal acelera o processo de abertura de clareiras, intensificando a dinâmica sucessional dentro dos fragmentos (Amador, 1999). A perda de predadores do topo da cadeia, agentes polinizadores, dispersores de semente, decompositores para ciclagem de nutrientes, enfim, de agentes funcionais dentro da dinâmica ecológica, compromete toda a comunidade biológica. Para Viana e Pinheiro (1998, *in* Amador, 1999), a fragmentação introduz uma série de novos fatores na história evolutiva de plantas e animais, afetando de forma diferenciada os parâmetros demográficos de mortalidade e natalidade das diferentes espécies, bem como a estrutura e dinâmica dos ecossistemas. A comunidade biológica sofre transformações funcionais, de acordo com os efeitos diretos da eliminação de espécies sensíveis às mudanças provenientes da fragmentação e o aumento da população de espécies adaptadas às novas condições, e com os efeitos indiretos decorrentes destas modificações na comunidade. No caso de espécies arbóreas, a alteração na abundância de polinizadores, dispersores, predadores e patógenos afeta as taxas de recrutamento de plântulas, enquanto que perturbações como ventos, incêndios e mudanças microclimáticas, que passam a ocorrer principalmente nas bordas dos fragmentos, aumentam a mortalidade de indivíduos arbóreos e organismos associados.

Para Viana *et al.* (1997), na Mata Atlântica, a maior parte dos fragmentos florestais encontram-se abandonados e em processos de degradação, principalmente com características de regeneração arbórea limitada pela presença desequilibrada de espécies favorecidas pelos distúrbios no ecossistema. No processo de formação de clareiras e nas bordas dos fragmentos, a dinâmica de sucessão vegetal é completamente

alterada pela colonização de espécies adaptadas às novas condições e com rapidez e eficiência de colonização de espaços abertos, como as lianas e arbustos. As características da degradação de fragmentos constituem-se em um recrutamento de árvores menor do que a taxa de mortalidade, aumento gradativo do efeito de borda para o interior do fragmento, redução da população de várias espécies e empobrecimento da estrutura da floresta para eco-unidades pouco diversificadas.

O tipo de vizinhança é outro fator que influencia a sustentabilidade e diversidade dos fragmentos, pois os fluxos entre elementos apontados por Forman e Gordon (1986) podem ser mais ou menos danosos, de acordo com suas características funcionais e estruturais. Para Viana (1990), as áreas vizinhas de um fragmento podem funcionar de diversas maneiras: impedimento para o trânsito de animais, fonte de propágulos invasores, fonte de poluentes, fonte de perturbação e modificadores climáticos.

O grau de isolamento, por sua vez, pode afetar o fluxo de material genético via fauna, pólen e sementes, e está diretamente relacionado com a distância no arranjo espacial dos fragmentos. Fragmentos separados por pequenas distâncias, ou por vizinhanças que facilitem o transporte de material genético, podem ter seu tamanho efetivo aumentado pela expansão de populações. A existência de corredores, tais como matas ciliares, facilitam o fluxo de genes e, conseqüentemente, a expansão de fragmentos (Viana *et al.*, 1992)

Viana *et al.* (1997) afirmam que pouca atenção é dada ao estudo das características e conseqüências do processo de fragmentação florestal, no entanto, são estes pequenos remanescentes florestais, geralmente localizados em propriedades particulares e submetidos a qualquer tipo de tratamento, que guardam os últimos representantes da biodiversidade de boa parte de nossas florestas. A degradação observada nos pequenos e isolados fragmentos florestais da região do Planalto Paulista, por exemplo, indicam que a simples proteção dos fragmentos não é suficiente para sua sustentabilidade.

Geralmente no Brasil, as matrizes são constituídas de pastagens ou monoculturas, o que torna o contraste com os fragmentos bastante elevado, além de tornar as paisagens pouco porosas para o fluxo genético entre remanescentes e as perturbações muito freqüentes pelo manejo das áreas vizinhas com elementos como o fogo e agrotóxicos. Tratando-se de fragmentos urbanos o problema se agrava, pois a matriz é quase que "impermeável" a fluxos de fauna terrestre e as pressões de vizinhanças diretas e indiretas são bem mais impactantes.

3.3 - HIDROLOGIA

A funcionalidade hidrológica das paisagens é o reflexo das composições formadas por seus elementos. O mosaico resultante do seu processo de construção histórico acaba por definir, numa abordagem sistêmica, novas funcionalidades consequentes, que, por sua vez, influenciarão os rumos de sua dinâmica, criando um sistema retro-alimentativo de causalidades. Em ambientes rurais ou urbanos as modificações na paisagem, principalmente no recobrimento dos solos, definem mudanças no comportamento hidrológico das bacias de drenagem. A bacia de drenagem, ou bacia hidrográfica, é vista como uma unidade fisiográfica da paisagem de fundamental importância aos estudos geomorfológicos, hidrológicos e geoecológicos. São áreas da superfície terrestre delimitadas por divisores de água, em superfície e subsuperfície, que definem uma convergência de fluxos de água, materiais sólidos e solúveis para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial (Dunne e Leopold, 1978). A bacia de drenagem se reproduz em diferentes escalas, desde canais de ordem superior, até vales não canalizados. Compõem-se de dois subsistemas básicos: as encostas, que possuem diversas geometrias (côncavas, convexas e retilíneas), e os canais, que se espalham em rede, podendo estar conectados ou desconectados em superfície (Botelho, 1999; Coelho Netto, 2001; Cunha, 2001). Desta forma, o sistema de drenagem possui articulações desde montante à jusante pelos fundos de vale, canalizados ou não, que definem a integração da dinâmica interna deste sistema.

Chorley (1962), foi quem propôs a abordagem sistêmica clássica sobre a bacia de drenagem. Segundo ele, a bacia de drenagem é vista como um sistema geomorfológico aberto com entradas e saídas, no qual ocorrem trocas entre seus elementos estruturais e funcionais. O sistema é definido, ainda por Chorley (1962), como um grupo de objetos juntos que estabelecem relações entre si e entre seus atributos. Gregory e Walling (1973) afirmam que a abordagem sistêmica permite uma melhor análise das relações dos elementos constituintes da bacia de drenagem, relacionando formas e processos além de muitas variáveis dos fenômenos geomorfológicos, incluindo as relações entre o meio físico e a ação do homem. O *input* (entrada) de energia é dado pela ação climática sobre a bacia e pelos constituintes do substrato geológico. O transporte de água sedimentos e outros materiais sobre as encostas, pelos canais e sob a superfície compõem o interior do sistema, enquanto a perda de matéria e energia se dá através da vazão de água e sedimentos no *outlet* (saída)

da bacia. Segundo Dunne e Leopold (1978), os efeitos dos processos naturais ou antrópicos ocorridos no seu interior podem ser sentidos e avaliados na sua foz. Da mesma forma, Coelho Netto (2001) afirma que alterações significativas na composição ambiental de uma certa porção da bacia de drenagem poderão afetar outras áreas a jusante, de forma que os efeitos hidrológicos e geomorfológicos de processos naturais ou antrópicos são refletidos em um determinado ponto de saída da bacia de drenagem.

Segundo Gregory e Brown (1966, *in* Gregory e Walling, 1973), a bacia de drenagem pode ser abordada em diferentes escalas, sendo composta por vários sub-sistemas no seu interior onde, desde as sub-bacias a fragmentos de encosta, todos elementos se interrelacionam. Uma das vantagens desta forma de abordagem ao sistema de drenagem é que os estudos pontualizados, que verticalizam processos em escalas locais, podem ser articulados, de acordo com sua funcionalidade, à escala da bacia e assim por diante nas diversas escalas espaciais e temporais em que as bacias se apresentam e interagem.

Botelho (1999) destaca que a abordagem em bacia de drenagem deve ser a base para projetos de planejamento e conservação ambiental, levando em conta as inter-relações existentes entre os diversos elementos componentes de seu quadro sócio-ambiental. Dunne e Leopold (1978) afirmam que o entendimento do funcionamento interno da bacia conduz, por exemplo, ao conhecimento de como poluentes atingem o canal e indica as técnicas com que se deve manejar o sistema de drenagem. Estes autores observam que a abordagem sistêmica sobre a bacia de drenagem é conveniente ao entendimento dos processos geomorfológicos e hidrológicos. Principalmente em relação à análise das interações entre áreas com funcionalidades distintas, pode-se definir decisões no planejamento local ou regional. A intervenção do homem nestes sistemas deve ser bem planejada, à medida que as transformações de áreas florestadas para abertura de estradas, construções, plantios, etc. podem modificar o comportamento hidrológico das bacias, a partir do aumento de contribuições do escoamento superficial pela drenagem ineficiente dos solos.

Dentro do ciclo hidrológico, as entradas de precipitação em uma determinada bacia de drenagem são retrabalhadas, de acordo com os elementos componentes da estrutura no interior das paisagens. A funcionalidade na entrada dos fluxos hidrológicos depende do tipo de cobertura sobre os solos ou da ausência dela. Nos ambientes tropicais, a cobertura vegetal define um papel fundamental nesta dinâmica, promovendo tipos de fluxo característicos. Ao chegar sobre o dossel superior da floresta, o "telhado"

formado pela copa das árvores, a precipitação sofre o processo de interceptação, onde as gotas são interceptadas pelas folhas das árvores e adsorvidas ao tecido foliar. Somando-se todas as folhas de uma floresta podemos entender que uma boa parte da chuva fica retida nestas copas, ainda mais se considerarmos que geralmente as florestas tropicais em bom estado de conservação, são formadas por, no mínimo, três estratos: arbóreo, arbustivo e herbáceo. O papel da interceptação está associado, desde a entrada de nutrientes à redução do potencial erosivo das chuvas sobre os solos florestais. Segundo Vallejo e Vallejo (1982), a interceptação pode acarretar uma perda das águas pluviais e ainda promover modificações físicas e químicas das precipitações. Para os autores, a importância da interceptação numa determinada área está relacionada com as características da cobertura e do clima que irão refletir na capacidade de armazenamento e redistribuição das águas pluviais. Tais autores colocam ainda que a variação da interceptação depende além da intensidade da chuva, das condições climáticas antecedentes, principalmente temperatura e umidade. Calder (1999) afirma que a capacidade de interceptação de uma formação vegetal está relacionada com o tamanho das gotas; quanto menor as gotas maior a capacidade de interceptá-las. Em contrapartida, Uijlenhoet e Stricker (1999) amenizam esta relação, ao revelarem valores subestimados no modelo de Calder (1999).

Após ser interceptado pelas folhas, o fluxo excedente tem dois caminhos, ou atravessa os estratos e atinge o piso florestal, ou, dependendo da arquitetura das copas, pode escoar pelo tronco das plantas. O primeiro fluxo é denominado "fluxo de atravessamento", enquanto o segundo, "fluxo de tronco". Ambos, heterogeneamente distribuídos no interior da floresta, atingem o piso florestal, formado por uma camada de detritos orgânicos da vegetação e da fauna, denominada como "serrapilheira". Esta camada, presente em maior ou menor quantidade nos estágios sucessionais das florestas, possui uma capacidade de absorver grande quantidade de água, definindo o processo de "retenção hídrica da serrapilheira". Em um ambiente florestal, este compartimento é composto de duas camadas que formam os horizontes O1 e O2 da serrapilheira. A primeira camada comporta o material recém caído e as folhas ainda em estado inicial de decomposição; a camada inferior, O2, é constituída por materiais decompostos, ou parcialmente decompostos, porém onde as estruturas foliares já não se fazem mais tão visíveis e predominam partículas finas de matéria orgânica (Oliveira, 1999; Coelho Netto, 1985, 1987 e 2001; Zaú, 1994, entre outros). Outros autores que estudam especificamente o processo de decomposição da biomassa florestal, adotam outras

nomenclaturas para os horizontes como "L", "F" e "H" para os diferentes níveis de decomposição do material (Kindell, 2001; Castro Jr., 2002).

Do ponto de vista hidrológico, a estruturação utilizada em dois horizontes é suficiente para a compreensão de sua funcionalidade. Os fluxos hidrológicos ao atingirem esta camada de detritos orgânicos encontram em primeiro lugar o horizonte O1, onde a estrutura do material em processo de decomposição permite um escoamento superficial sobre a serrapilheira em distâncias relativas à escala de poucos centímetros, o que Coelho Netto (1987) chamou de fluxo superficial descontínuo, melhor descrito quando discutirmos escoamento superficial. Vallejo e Vallejo (1982) descreveram o papel desempenhado pela serrapilheira na retenção das águas pluviais, ressaltando o amortecimento das gotas de chuva, imobilização e liberação gradativa da umidade para o solo, mesmo após a chuva.

Os espaços vazios deixados pelas estruturas do material facilitam a passagem dos fluxos, ao mesmo tempo que garantem uma adsorção da água pelas lâminas foliares ou seus fragmentos, assim como de outros materiais que a compõe, como galhos, sementes, restos animais, etc.. Ao passar à camada mais decomposta (O2), a fragmentação maior do material aumenta em muito a superfície específica capaz de reter água. Neste sentido, a camada O2, pela sua estrutura mais decomposta, possui uma condição mais favorável à função de reter os fluxos hidrológicos que por ela percolam, vindos do atravessamento e fluxo de tronco, em direção ao solo. Não é à toa que, justamente neste compartimento se desenvolve a malha de raízes finas, que possui grande importância na absorção de nutrientes, além de contribuir na estruturação deste horizonte (Oliveira, 1999).

Um dos aspectos mais importantes desempenhados por esta camada de folhas em decomposição, que recobre o piso florestal, é a proteção exercida contra a erosão por salpicamento (*splash erosion*), seguido da selagem, compactação do solo, produção de escoamento superficial e a remoção das partículas com grande poder erosivo (Coelho Netto, 1992; Guerra, 2001).

Além de amortecer o impacto das gotas, a serrapilheira parte para a absorção de água, promovendo a retenção hídrica dos fluxos antes de atingirem o solo mineral. Para Coelho Netto (1987), em estudos na Floresta da Tijuca, Rio de Janeiro, foram encontrados valores de retenção de umidade durante eventos de precipitação, com simuladores de chuva, que variam de 33,5 a 41,8% do peso da camada O1 e de 31,6 a 57,2% para a camada O2, onde as simulações duravam de 2 a 4 horas, com variadas

intensidades de precipitação. A autora aponta os altos valores de umidade antecedente da serrapilheira como responsáveis pela produção de escoamento superficial, junto com a intensidade da chuva. Miranda (1992) trabalhou a retenção hídrica da serrapilheira, em condições de campo, encontrando um máximo, para sua série amostral de chuvas, de 200% do peso seco da biomassa morta, o que para seu estudo representou uma altura de 2 mm a menos para a chuva que atingiria o solo. Vallejo e Vallejo (1982), na mesma área de estudo dos autores anteriores, avaliaram a retenção hídrica máxima da serrapilheira, a partir de sua saturação em relação ao peso seco. Os autores registram uma capacidade média de retenção hídrica máxima de 259,5% para a camada O1 e de 300,4% para a camada O2, garantindo a este compartimento a função de estocagem de água no ambiente florestal. Analisando comparativamente os dados de Coelho Netto (1987) e Miranda (1992), Coelho Netto (1992) afirma que mesmo sob condições extremas de precipitação a serrapilheira não necessariamente atinge sua saturação. Ou seja, em condições de campo, é possível que a água atinja o solo mineral antes de contemplar a capacidade de retenção da serrapilheira.

Um outro aspecto interessante de se ressaltar diz respeito à composição da serrapilheira, onde o grau de decomposição e o tipo de material que compõe a serrapilheira interferem na capacidade de retenção hídrica. Os materiais mais fibrosos, como as folhas de palmeira, por sua baixa palatabilidade a decompositores, demoram mais a serem decompostas e por isso retém menos água, além de promover o fluxo superficial sobre suas estruturas (Coelho Netto, 1992). Coelho Netto (1987) ressalta o papel dos "fungos brancos", integrantes da ação decompositora, que desempenham um papel hidrofóbico, promovendo uma heterogeneidade na distribuição da umidade deste compartimento.

Após ficar retida pelas copas e pela serrapilheira, finalmente a água encontra o substrato mineral, chamada de "precipitação terminal". Esta chuva subtraída, que atinge o solo, encontra seu topo caracterizado por uma alta porosidade (espaços vazios entre os grãos). Por um lado, as raízes suporte das árvores aliadas à malha de raízes finas desempenham importante papel na estruturação deste solo e na condução dos fluxos para subsuperfície, somando-se, por outro, ao importante papel da fauna (endopedônica) na abertura de macroporos e incorporação de matéria orgânica para a formação de agregados no solo (Coelho Netto, 1987 e 1992; Castro Junior, 1991; Oliveira, 1999; Guerra, 2001). Sainju e Good (1993) apontam que a densidade de raízes relaciona-se diretamente com o teor de matéria orgânica e o total de nitrogênio no solo, em floresta

de coníferas nos Estados Unidos. Em florestas de eucalipto na Austrália, Carbon *et al.* (1980) demonstram que a maior parte das raízes, vistas em comprimento, é constituída de raízes finas do sistema secundário de absorção de nutrientes. Outro importante aspecto a ser ressaltado em relação às raízes florestais, diz respeito à sua função de ancoragem do substrato pedológico, sobretudo na prevenção de deslizamentos. Glade (2003), na Nova Zelândia, afirma que sob a vegetação nativa não ocorrem deslizamentos, devido ao tracionamento desempenhado pelo sistema radicular das plantas e que sua substituição por áreas agrícolas tem levado a intensos processos erosivos entre voçorocamentos, perdas superficiais, mas principalmente deslizamentos do tipo *slides*.

Estas propriedades físicas do topo do solo florestal definem, portanto, um ambiente de infiltração, com pouca representação de escoamento superficial, exceto pelas trilhas, estradas e paredões rochosos (Coelho Netto, 1985 e 1992). A frente de molhamento ao infiltrar, avança, portanto, com grande heterogeneidade, formando "fluxos subsuperficiais" preferencialmente no entorno de raízes e blocos rochosos (Castro Junior, 1991; Freire Alemão, 1997), bem como em zonas de descontinuidade hidráulica (Dunne e Leopold, 1978). Whipkey e Kirkby (1978) mostram que entre camadas de colúvios a passagem de horizontes mais grosseiros granulometricamente para horizontes mais finos pode caracterizar zonas de saturação temporárias gerando fluxos subsuperficiais. Atkinson (1978) divide o fluxo subsuperficial das encostas em componente vertical e lateral (*downslope*) afirmando que ambos ocorrem tanto em zonas saturadas quanto aeradas do solo. A porosidade é fundamental ao processo de infiltração e deslocamento da água no interior dos solos. Formadas pela sua própria estrutura e pela atividade biogênica, tanto da fauna escavadora, quanto das raízes, a porosidade é constituída de macro e microporos, diferenciados pelo tamanho. Segundo Coelho Netto (2001), o limite desta diferença é o diâmetro de 0,2mm, sendo os macroporos maiores que esta medida e os microporos menores. Os vazios formados pelos microporos são caracterizados por exercerem a propriedade física de tubos muito finos, denominada capilaridade. Neste tubos de diâmetro reduzido, a força de adesão dos líquidos às paredes do tubo são maiores que a força de coesão entre suas moléculas, ocorrendo assim o fenômeno de subida ou descida dos líquidos pelos tubos, associada ao diâmetro do tubo, segundo a "lei de Jurin" da física clássica (Sears, 2003).

Neste sentido, a água para fluir dentro do solo depende das forças de gravidade que atua na direção vertical e das forças de capilaridade, presentes em todas as direções, conforme a distribuição dos microporos. Whipkey e Kirkby (1978) afirmam que mesmo

sob condições de ressecamento dos solos, os microporos conectados entre grãos finos, podem, ainda, manter água, que tornam mais rápida a geração de fluxos subsuperficiais durante um evento de chuva. Mas é sobretudo nos macroporos que os fluxos de encostas podem ocorrer mais facilmente e desempenham um papel preponderante na penetração da água nos solos, enquanto que os microporos retém água por capilaridade. Esta situação modifica-se sob condições saturadas, onde a força de capilaridade se anula nos microporos e a água pode fluir livremente entre as partículas do solo. Post e Jones (2001) afirmam que a vazão fluvial, em bacias montanhosas florestadas em Porto Rico, responde rapidamente em função da rede de macroporos formadas nos primeiros 50cm do solo, principalmente em bacias pequenas (menores que 10 ha de área). Blackwell (2000) ressalta o papel das raízes mortas na formação dos macroporos e na condução dos fluxos em subsuperfície.

Droogers *et al.* (1998) afirmam que dentre as propriedades do solo, a macroporosidade é particularmente, a que mais influencia o movimento da água e solutos no solo. Para os autores o número, tamanho, forma e conectividade são as principais características capazes de formar fluxos subsuperficiais, muitas vezes rápidos, através da zona aerada do solo. No detalhamento em lâminas de solo os autores apontam, dentre outros fatores, o comprimento do poro, tamanho individual do poro, a forma do poro, como influentes na variação da macroporosidade dos solos. Segundo Castro (1999), os poros podem ter formas irregulares, fissurais ou planares, cavitárias, ou ainda estar ligados à atividade biológica como canais, câmaras e galerias. Bouma *et al.* (1997) em análises de detalhe dos macroporos na constituição estrutural dos solos, apresentam uma classificação para os tipos de microporos e suas influências na condutividade hidráulica saturada em campo. Os poros foram divididos pelos autores em canais (*channels*), vazios planares (*planar voids*) e vesículas (*vough*), sendo que a condutividade hidráulica saturada é diferenciada pela preponderância de cada tipo. A presença do tipo de macroporos em forma de canais facilitam o transporte vertical da água.

Kribaa *et al.* (2001) afirmam que a morfologia dos macroporos é afetada pelas mudanças na forma de manejo dos cultivos. Os autores indicam que a aragem aumenta a condutividade hidráulica do solo, especialmente quando encontra-se próximo à saturação. Shipitalo *et al.* (2000) apontam que o método de aragem com conservação dos resíduos de colheita sobre o solo (mais de 30% de cobertura morta) garante um aumento na macroporosidade e na proporção da chuva que infiltra o substrato,

contribuindo, assim, para a diminuição do escoamento superficial e diminuição das perdas de solo. Em seus estudos nos Apalaches, leste dos Estados Unidos, os autores afirmam que em solos de granulometria mais fina, o movimento da água dentro deles se dá, principalmente, pelos macroporos. No entanto, no caso dos cultivos de milho e soja, a facilidade de infiltração da água dada pelos macroporos acaba por contaminar o lençol freático com agrotóxicos usados.

Beltrame *et al.* (1981) descreveram os efeitos da diminuição da porosidade e aumento da densidade aparente dos solos no processo de percolação. Para os autores, as respostas de permeabilidade menores estão associadas à compactação gerada pelo preparo do solo para plantações de arroz, aveia, trigo e soja e áreas de pastagem, no Rio Grande do Sul. Os autores registram que a passagem da zona revolvida do solo para a zona compactada abaixo da camada arável reduz a condutividade hidráulica em cinco vezes em determinados solos. Pagliai *et al.* (1987), comparando solos tratados com adição de matéria orgânica por estrume e sem manejo, observaram que a porosidade é maior sob o tratamento com estrume, particularmente, no que diz respeito aos macroporos alongados maiores que 0,5mm. Collins e Coyle (1980) afirmam que a coesão dos agregados e a estabilidade das paredes dos canais formados pelos macroporos são mantidos pela dispersão dos colóides de matéria orgânica dentro do solo e esta impregnação coloidal nas paredes dos macroporos acaba reforçando sua resistência a deformações. Edwards *et al.* (1988) afirmam que sob fortes intensidades de precipitação, a rede de macroporos verticais garante altas taxas na velocidade de infiltração da água e diminuição do processo erosivo, em solos não arados em cultivo de milho, nos Estados Unidos.

Estes fluxos subsuperficiais ocorrem durante um evento chuvoso e acabam por contribuir diretamente para o canal fluvial ao longo da chuva ou pouco tempo depois, além de recarregar o lençol freático e contribuir para o "fluxo subterrâneo". Este fluxo, por sua vez é aquele que ocorre na zona saturada do solo, onde a água acumula-se sobre alguma camada de impedimento hidráulico, geralmente sobre o substrato rochoso impermeável, e gera o que denominamos de "aquífero freático ou livre" cuja camada superior recebe o nome de lençol freático. Nesta zona saturada, a água escoava lentamente entre os grãos do solo (fluxo subterrâneo), mantendo uma constante alimentação para os córregos e nascentes. Whipkey e Kirkby (1978) sistematizam três formas de fluxo dentro dos solos:

a) **fluxo subsuperficial saturado:** é o fluxo que ocorre sob condições temporárias de saturação da matriz do solo, onde a resistência capilar foi eliminada e a velocidade dos fluxos aumenta o suficiente para garantir respostas rápidas nos canais fluviais;

b) **fluxo subsuperficial não saturado:** mais lento que o anterior, ocorre em condições aeradas do solo e contribui lentamente para a vazão fluvial;

c) **fluxo do aquífero:** é o movimento da água na zona saturada dos solos sobre algum substrato impermeável, geralmente mais lento, graças às mudanças nas propriedades físicas do solo em profundidade; contribui gradualmente para a vazão dos canais fluviais.

Ainda são descritos por Dunne (1970) os processos formadores do "fluxo superficial de saturação" e "fluxo de retorno" (*overland saturation flow* e *return flow*), os quais ocorrem "quando o lençol freático intercepta a superfície" (p.92). Segundo o autor, estes fluxos são gerados, predominantemente, nos fundos de vale, onde a convergência de fluxos subterrâneos, pelo lençol freático, e subsuperficiais das encostas garantem a saturação do solo nas áreas próximas aos canais fluviais, ou nos eixos de concavidades não canalizadas. A injeção de água pela componente lateral dos fluxos oriundos das encostas retorna à superfície, aflorando o lençol freático, que somado à precipitação direta, forma este tipo de escoamento superficial. Bonell e Gilmour (1978) associam a geração de escoamento superficial nas florestas aos mecanismos de saturação em solos mais rasos no alto das encostas. Schellekens (2000) afirma que em seu estudo em ambientes florestados o fluxo superficial de saturação é uma das fontes mais velozes de contribuição para o canal durante um evento de precipitação (*quickflow*). Dunne (1970) afirma que as velocidades destes fluxos são muito grandes, chegando a atingir de 100 a 500 vezes mais que os fluxos subsuperficiais, no horizonte A de encostas íngremes. No entanto, logo após o término da chuva estes fluxos desaparecem. Vale lembrar que este mecanismo difere completamente daquele descrito por Horton (1945), onde o escoamento superficial ocorre quando a precipitação excede a capacidade de infiltração, sem que necessariamente o solo tenha sido saturado.

A partir de toda esta dinâmica, nascem e são mantidos os canais fluviais formadores das redes hidrográficas das bacias de drenagem nas áreas tropicais, sendo que este longo tempo gasto pela água, desde sua precipitação até a chegada ao canal, chamado "tempo de residência" é que garante o abastecimento dos rios, mesmo em épocas de estiagem. Neste sentido, podemos prever o efeito do desmatamento sobre as

reservas de água para os fins de sustentabilidade de nossa sociedade e de nossos ecossistemas.

O homem é um dos principais agentes transformadores dos elementos das paisagens e, conseqüentemente, influi sobre o regime hidrológico dos sistemas de drenagem que ocupa. As transformações são fruto da natureza e intensidade desta ocupação e, dependendo do tipo de intervenção, suas conseqüências se diferenciam. O tipo de uso do solo praticado exerce influência direta sobre a entrada de água nos sistemas de drenagem, uma vez que está relacionado a modificações na cobertura vegetal e nos mantos de solo. Conseqüentemente, a resposta da geração de fluxos nas vertentes é transformada. Para Ruiz *et al.* (1995) quando o uso da terra é modificado influencia todo o sistema da bacia de drenagem. Como conseqüência, se estabelece um novo funcionamento hidrológico com diferentes tempos de respostas e picos de vazão, bem como uma nova carga de sedimentos transportada.

Um exemplo, em nossos estudos anteriores (Freitas, 1998), demonstra que pequenos produtores, na região serrana do Rio de Janeiro, utilizam-se de formas de manejo agrícola tradicionais. A reposição das propriedades do solo se faz a partir da regeneração natural da vegetação, na etapa de pousio do sistema de rotação de terras. Este manejo inicia-se com a queimada de uma determinada área florestal, que varia de 0,5 a 1 ha. Sobre as cinzas são cultivados tubérculos por três anos, durante os quais a produtividade vai caindo até a terra ser abandonada para pousio, que pode levar de quatro a oito anos onde a floresta, pelo seu processo natural de regeneração, repõe nutrientes e estrutura o solo novamente. Desta forma, a paisagem resultante deste manejo é composta por um mosaico de diversos estágios sucessionais da vegetação, correspondentes aos tempos de pousio. Esta forma de intervenção provoca modificações na estrutura da vegetação nativa, que influencia sobre as respostas hidrológicas em cada fragmento deste mosaico, tendo assim uma contribuição diferenciada de fluxos para o canal fluvial.

Esta variação nos estágios sucessionais foi também constatada por Oliveira *et al.* (1995), em áreas de Roça Caiçara na Ilha Grande, sendo encontrado nas matas aparentemente preservadas, indícios do manejo agrícola tradicional relativos às suas composições florísticas. Segundo Silitoe (1995), a sucessão vegetal subsequente aos cultivos, dependem diretamente do tipo de manejo praticado durante o tempo de exploração agrícola, ao mesmo tempo que, para Rocha Leão *et al.* (1995), a reestruturação da vegetação define diferenças que influenciam na dinâmica de atuação

dos mecanismos responsáveis pelo direcionamento dos fluxos hidrológicos. Estes autores afirmam que o comportamento hidrológico e erosivo diferenciado das coberturas vegetais está associado a condições de recobrimento, interceptação, produção e decomposição de serrapilheira e estrutura física dos solos.

Para Dunne e Leopold (1978), nas áreas perturbadas pelo homem com menor cobertura vegetal, podem ocorrer fluxos do tipo hortoniano, como principal mecanismo de geração de escoamento superficial para os canais. As áreas de solo exposto são plenas produtoras de fluxo superficial e, com isso, são responsáveis por altas taxas de erosão, dependendo da declividade em que estejam. Estes fluxos carregados de sedimento atingem rapidamente o canal e acrescentam-se à carga por ele transportada. Além da contribuição para o assoreamento, os fluxos superficiais são os mais rápidos no que diz respeito à sua geração e escoamento, bem como à sua saída dos sistemas de drenagem. O aumento das áreas geradoras de fluxo superficial promove uma diminuição no chamado tempo de residência da água na bacia, uma vez que tais fluxos promovem um incremento na vazão fluvial durante o evento de chuva, cessando suas contribuições logo após a estiagem.

Segundo Guerra (1999), o impacto da chuva sobre solos expostos promove a selagem do topo do solo e o *splash* remove suas partículas tornando-as disponíveis para o transporte pelo escoamento superficial. A condição de solos expostos sem cobertura vegetal, sob a qual são submetidas diversas áreas sob o avanço da fronteira agrícola, forma ambientes de grande geração de fluxos superficiais. Este autor, coloca que a energia cinética da gota de chuva tem papel fundamental no destacamento das partículas do solo ao impactarem diretamente sobre os mesmos. Neste sentido, a magnitude e intensidade das chuvas tem crucial importância, à medida que definem, junto com a massa, tamanho da gota, velocidade de queda e duração da chuva, sua energia cinética. Ainda sobre o destacamento de partículas, este autor vêm demonstrando a importância da matéria orgânica na estabilidade dos agregados, tornando-se um fator de resistência ao processo erosivo dos solos (Guerra, 1990, 1991, 1999 e 2001). Dunne e Leopold (1978) descrevem com singular capacidade este processo. Segundo os autores, o impacto direto da gota de chuva sobre o solo exposto gera uma pequena explosão de solo e água, onde agregados de maior porte se dispersam e partículas menores são lançadas a vários centímetros de distância. Nesta explosão, as partículas movem-se em maior quantidade para jusante do que para montante, formando, a partir do somatório do efeito de bilhões

de micro-explosões repetidas durante um evento chuvoso, uma rede de transporte de solo para jusante da encosta.

A selagem da superfície diminui a capacidade de infiltração dos solos e, segundo Horton (1945), se a quantidade de chuva excede esta capacidade, criam-se condições à produção de escoamento superficial. A água que não infiltra acumula-se em pequenas poças sobre a superfície, que num determinado momento juntam-se na formação de fluxos irregulares pelas encostas. Para jusante os fluxos vão se somando e ganhando volume e velocidade, até que atingem força suficiente, capaz de transpor o limite de resistência do solo à erosão e remover o sedimento. De Ploey (1983, *in* Guerra, 1999) afirma que o intervalo de tempo entre a formação de poças e a geração do escoamento é de difícil precisão, uma vez que o processo possui variabilidade espacial. Ellison (1947, *in* Ekwue, 1990) resume este processo em quatro fases: o destacamento da partícula pelo impacto da gota de chuva; destacamento exercido pelo escoamento superficial; transporte das partículas pelo impacto da gota e seu transporte pelo escoamento superficial.

Para Dunne e Leopold (1978), o *splash* é particularmente importante em encostas íngremes desprovidas de vegetação, condição criada em determinados cultivos e em trilhas e estradas não pavimentadas. Os autores argumentam que a intensidade da erosão pelo escoamento superficial depende do produto da espessura da lâmina d'água com o gradiente da encosta, aumentando ou diminuindo, de acordo com a posição topográfica no perfil da encosta. Wainwright (1996) afirma que a taxa de erosão é diretamente relacionada ao destacamento promovido pelo impacto das gotas e a capacidade de transporte de sedimentos é controlada pela taxa de escoamento superficial e pelo gradiente da encosta. A continuidade do processo de escoamento superficial leva a sua concentração e à formação de ravinas. Como uma forma erosiva incisa as ravinas constituem processos de perda de solo bastante críticos, principalmente para áreas de cultivo (Guerra, 1999). Segundo o autor, depois de estabelecidas em uma encosta, as ravinas tendem a evoluir remontante, através de bifurcações.

Neste sentido, ao contrário de um ambiente florestal, como descrito acima, o tempo que a água levaria contribuindo para a interceptação, retenção hídrica da serrapilheira, infiltração no solo, retenção pelo solo, geração de fluxo subsuperficial, recarga do lençol e escoamento subterrâneo, para, finalmente, sair pelo canal fluvial, é trocado por derivações destes processos, de acordo com o grau e forma de intervenção antrópica, gerando muitas vezes um escoamento livre em superfície que atinge

rapidamente o canal e é perdido pela bacia. Este processo faz com que a água seja exportada da bacia sob um regime temporal com maior concentração nas épocas chuvosas e escassez nas épocas de seca.

De acordo com Primavesi (1984), a perda de solo e nutrientes, decorrentes da erosão na atividade agrícola, constitui um grande problema para a produtividade dos cultivos. A erosão dos solos agrícolas, sob manejos que não consideram sua conservação, está associada ao desaparecimento da bioestrutura pela desnudação do solo, secagem e falta de agregação dos grumos, devido à perda de matéria orgânica. Sobre a influência dos tratamentos implementados, a autora afirma que “as condições da superfície dos solos agrícolas dependem absolutamente do manejo recebido”.

Bertol (1994) destaca a importância do preparo do solo como influência direta na degradação das propriedades físicas da superfície e subsuperfície, entre as quais a estrutura, a densidade e a porosidade, alterando o comportamento em relação à infiltração da água, à geração de escoamento superficial e a susceptibilidade à erosão hídrica. Auzet *et al.* (1995) identificam fontes de escoamento superficial geradas pelas técnicas agrícolas que induzem a compactação e a perda do horizonte superficial do solo. Para Reid *et al.* (1995), a exposição dos solos ainda tem um agravante sob cultivos, relativo à frequência e ciclicidade em que são feitas intervenções em seu recobrimento. As culturas de ciclo curto, portanto, promovem sob o manejo monocultural, várias intervenções sobre o solo durante o ano.

As ravinas podem evoluir para voçorocas, quando atingem o lençol freático ou permitem o vazamento de fluxos subsuperficiais. As voçorocas podem surgir a partir de processos antrópicos, como também, de processos naturais. Estas formas de erosão incisivas promovem contundente reafeiçoamento no relevo e promovem a expansão da rede de drenagem, a partir da remoção relativamente rápida de grande quantidade de sedimentos. Segundo Oliveira (1999), há controvérsias nas definições de ravinas e voçorocas, tendo uma corrente que as diferenciam pelas dimensões, sendo 50cm de largura e profundidade o limite de diferenciação entre as duas (Guerra, 2001) e outra, defendida pelos técnicos do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), referente à explicação inicial da origem dos fluxos, superficiais para as ravinas e subsuperficiais para as voçorocas.

Para bacias florestadas, muito se discute, em diversos trabalhos, a respeito da contribuição de fluxos para o canal durante os eventos de precipitação (*stormflow* segundo Dunne, 1970 e Dunne e Leopold, 1978). Pearce (1986) afirma que sob este

ambiente, os mecanismos geradores de fluxo superficial, ou qualquer outro fluxo de rápida chegada até o canal, não podem ser responsáveis pelas respostas de vazão dos canais principais das bacias hidrográficas. Fujieda *et al.* (1997), mensurando contribuições de fluxos para o canal em bacias de drenagem florestadas da Serra do Mar, afirmam que a maioria da água que precipita sobre suas encostas florestadas é estocada pelos mantos de regolitos e sustentam, lentamente através do ano, a vazão dos canais. Em encostas florestadas, Sklash *et al.* (1986) indicam que durante os eventos de chuva freqüentes, as respostas de vazão são dominadas volumetricamente pelas águas estocadas em subsuperfície por chuvas anteriores. Dependendo da capacidade de estocagem dos solos e do tempo de residência da água na bacia, somente em eventos extremos é registrada a contribuição de água nova para a composição da vazão fluvial.

As influências dos fatores bióticos, abióticos e antrópicos que atuam sobre um determinado ambiente são muitas e possuem interações complexas. Como resultante desta dinâmica, os fluxos produzidos nas vertentes possuem velocidades distintas até atingirem o canal principal da bacia. Os fluxos que correm sobre a superfície atingem mais rapidamente os canais do que os fluxos que atravessam o substrato pedológico e geológico. Desta forma, as respostas de vazão estão associadas aos tipos de fluxo que contribuem para o canal, podendo o regime hidrológico das bacias ser alterado, à medida que se modifiquem as condições de produção de escoamento nas encostas da bacia.

Dunne e Leopold (1978) afirmam que os processos que regulam a vazão durante os eventos de precipitação, seu volume e regime, variam de acordo com o clima, vegetação, uso do solo, topografia e características da chuva. Coelho Netto (1985) conclui que as respostas rápidas da vazão indicam a contribuição de áreas fontes produtoras de fluxos superficiais, enquanto respostas mais lentas indicam áreas fontes subsuperficiais. Desta forma, a autora afirma que as resultantes das transformações ocorridas no interior do sistema de drenagem são passíveis de serem avaliadas na saída da bacia: a partir da vazão líquida como resposta às chuvas (regime hidrológico); e na vazão sólida, como demonstrativa da produção de sedimento das vertentes.

3.4 - TERRITÓRIO

Além dos processos geobiofísicos descritos acima, os processos sociais merecem destaque na abordagem das paisagens, sobretudo se nossa intenção recai sobre o

planejamento e manejo delas. Desse modo, faz sentido abordarmos temas contidos na Geografia, onde existem conceitos bastante úteis à discussão da conservação da biodiversidade, já que esta, em última análise, está impregnada de simbolismos, conceitos e definições por diversos segmentos da sociedade e, sobretudo, é hoje instrumento nas relações de poder sobre o espaço. Expandida além dos limites da Biologia e da Ecologia, a biodiversidade, assim como as ações sobre sua conservação estão envolvidas em contextos políticos, sociais e econômicos. Sua abordagem, apenas pela visão biológica, não é suficiente para entender a complexidade de relações em que hoje está inserida. Segundo Becker (2001b), "a biodiversidade não é um conceito abstrato, nem puramente físico e biológico, mas, sim, também humano, pois que tem uma localização geográfica e formas de apropriação com feições específicas, o que lhe confere uma dimensão material, concreta e, portanto, a insere necessariamente no contexto das relações sociais" (p.92).

O aspecto da apropriação e das formas de apropriação, levantado pela autora, é fundamental quando intenciona-se manejar as paisagens, seja na escala das bacias de drenagem para conservação dos recursos hídricos ou nos fragmentos florestais, para conservação ecológica, pois nele está contida a força motriz das intervenções sobre a natureza, vinda das relações sociais, ou melhor, humanas, em seu sentido mais amplo. A apropriação pode expressar poder e, assim sendo, torna-se a chave para manejar as porções do espaço, pois se a paisagem é construída na sucessão de apropriações do meio por grupos sociais ou indivíduos, necessariamente é com estes atores sociais que se deve mexer para alterar as paisagens na intenção que se objetiva. Deste ponto de vista é interessante utilizarmos o conceito de território para lidarmos com as questões de poder sobre a área de estudo.

Autores contemporâneos têm dado várias definições ao termo território. As definições expandem-se além da visão clássica e passam a abranger qualquer manifestação de poder sobre o espaço. Optamos por inserir a revisão bibliográfica sobre este tema no item que veremos mais a frente, ao discutirmos as dimensões humanas da conservação.

4 - ÁREA DE ESTUDO

O município do Rio de Janeiro caracteriza-se por um desenvolvimento urbano sobre as planícies litorâneas no entorno de maciços montanhosos e pela expansão sobre eles. Historicamente, a construção da cidade se deu sobre os ecossistemas que se formavam neste sítio geomorfológico. Desde manguezais, restingas e formações associadas da Mata Atlântica, os ecossistemas foram substituídos pela malha urbana e suas dinâmicas sociais. As encostas não escaparam do processo de ocupação e, pelo contrário, constituíram a primeira alternativa de fuga dos sistemas de alagados e brejos que formavam a descarga dos canais fluviais. A sucessão de aterros foi conjunta ao processo de ocupação das encostas. Tanto pela população pobre, quanto pelas classes mais abastadas, as encostas foram usadas para moradia e para os cultivos. O café na Floresta da Tijuca deixa marcas históricas, tanto no espaço, quanto na composição florística da vegetação. A construção de bairros e condomínios sobre as íngremes encostas sempre foram motivo de preocupação em relação ao problema de deslizamentos e enchentes (Abreu, 1992).

Os três maciços montanhosos que compõem o substrato geomorfológico do município possuem dinâmicas próprias, do ponto de vista hidro-geomorfológico, mas, sobretudo, as pressões que sofrem são diferentes, no que diz respeito às dinâmicas sociais. Com isso, suas histórias ambientais são distintas e, conseqüentemente, a paisagem registra estas marcas. O maciço da Tijuca, o primeiro a sofrer intervenção pelos colonizadores europeus, tem o desenvolvimento urbano mais próximo e intenso, enquanto os maciços de Gericinó e Pedra Branca, mais afastados do centro da ocupação, mantiveram seus entornos com espaços rurais. Até hoje, são presentes remanescentes das antigas roças, as quais, na porção sul e sudoeste do maciço da Pedra Branca, especializaram-se na produção de bananas.

O maciço da Pedra Branca é o maior em área no município. Situa-se entre as coordenadas de 23° 52' e 23° S e 43° 23' e 43° 32' O, na porção centro-oeste do município do Rio de Janeiro. Segundo Costa (2001), sua superfície contada a partir da cota de 50m é aproximadamente de 17.800 ha. Comporta em si as cabeceiras de drenagens de vários rios componentes das principais bacias do município: Baía de Guanabara, Jacarépaguá e Sepetiba. Geologicamente, situa-se na Faixa Móvel Ribeira, mais especificamente sobre a sucessão metassedimentar São Fidélis do domínio tectônico Costeiro (Heilbron *et al.*, 1991). Sua constituição litológica caracteriza-se por

paragnaisses e diversas ocorrências de corpos graníticos, principalmente nas áreas mais elevadas. Os solos são pouco espessos, espessando-se para os fundos de vale e baixadas e os afloramentos rochosos são relativamente comuns. O clima da área é marcado por uma estação chuvosa no verão e uma estiagem no período do inverno. O total pluviométrico anual é entorno de 1.200mm e a temperatura média no verão está em torno de 30° C, com valores absolutos maiores na vertente norte, próximas aos bairros de Bangu e Realengo; no inverno as médias baixam para valores em torno de 18° C, podendo atingir valores menores durante a entradas de frentes frias, sobretudo nas vertentes voltadas ao mar, incluindo Grumari (Oliveira, inédito).

As matas que revestem o maciço fazem parte da Floresta Ombrófila Densa Submontana (Velloso *et al.*, 1991) e, em termos legais, encontram-se protegidas pela criação, em 1974, do Parque Estadual da Pedra Branca, onde se localiza o Pico da Pedra Branca, com 1024 m, ponto culminante do município do Rio de Janeiro. O processo de ocupação e uso dos solos levou à fragmentação do tecido florestal, transformando seu mosaico original em um novo, de acordo com as pressões da expansão urbana em sua direção. Este processo vem desde os ciclos econômicos da colonização e avançou sobre as encostas com a abertura de vias de acesso. Até hoje com remanescentes rurais, o entorno do maciço da Pedra Branca era caracterizado por roças de subsistência que passaram, conforme a inserção no mercado agrícola a transformarem-se em plantações de banana e laranja. A industrialização no município incentivou a ocupação urbana em seus arredores e o uso de seus recursos minerais, com a abertura de diversas pedreiras, principalmente para extração de britas para construção civil. A paisagem vegetal resultante, hoje, é constituída de áreas de pastagens e desmatadas na porção Norte e Nordeste, remanescentes mais preservados de floresta na porção central e sul, onde destaca-se a mata do Camorim, e cultivos diversos na porção noroeste e em direção à porção oeste, onde começam a aparecer os cultivos de banana, que predominam em sua porção sudoeste. Nesta, destacam-se as serras de Guaratiba e Cabuçu, sendo que a primeira se estende, aproximadamente, por 18 Km até chegar à baixada de Guaratiba. Nelas se localizam os morros dos Caboclos (398 m), Cabuçu (572 m), Toca Grande (557 m) e o pico do Morgado (398 m), dentre outros (Costa, 2002). Na serra de Guaratiba que estende-se como um esporão até o mar, na ponta da Barra de Guaratiba, os cultivos de banana dividem a paisagem com os fragmentos de mata secundária.

A fim de localizar uma área representativa destas atividades agrícolas no município do Rio de Janeiro, foi selecionado o anfiteatro da praia de Grumari. Além do

fato de que nesta área já são presentes trabalhos de desenvolvimento comunitário pela Secretaria de Meio Ambiente do Município, a escolha da área de estudo justifica-se, também, pela existência de conflitos entre a conservação e a subsistência da população local. Situada no extremo sudoeste do maciço da Pedra Branca (Figuras 4 e 5), esta área com quase 612 ha, apresenta-se compartimentada em dois domínios geomorfológicos principais: a planície litorânea e o sistema de encostas. Este segundo, nos interessa, dada a preocupação com os processos hidrológicos. Sobre a extensa planície quaternária de areias quartzosas ocorre uma densa vegetação de restinga, sendo a última remanescente mais expressiva dentro do município. As encostas circundantes formadas pela serra de Guaratiba e serra do Grumari elevam-se do fundo da planície a altitudes em torno de 400m. A vegetação que recobre suas encostas divide-se em fragmentos de Mata Atlântica secundária e plantações de banana. Apresentam-se grandes manchas de plantações de banana entre uma floresta secundária regenerada de antigas áreas de bananais.

Para Costa (2002), “nas vertentes sul e oeste (Grumari, Guaratiba, Barra de Guaratiba e Campo Grande), a degradação do solo é provocada pelas queimadas e pelo cultivo de banana que se mescla com a floresta, ocupa as porções baixas e altas das encostas, e está presente, principalmente, na maioria das encostas da região de Grumari, proporcionando erosão e pressionando as áreas florestais”. Esta autora afirma que “hoje, as atividades de exploração de pedreiras e o cultivo de banana, representam as maiores fontes de degradação dos remanescentes florestais da vertente sul do maciço da Pedra Branca”.



Figura 4: Aspecto da área de estudo, apresentando a porção mais cultivada do anfiteatro de Grumari (foto retirada de Costa, 2002)

O processo de abandono da atividade bananeira possibilitou o retorno da floresta que facilmente recobriu as encostas, apresentando formações com idades bastante avançadas. Segundo Costa (2002), “cerca de 1.653 ha de terras (do maciço da Pedra Branca) tornaram-se florestas. Na realidade, uma parcela representativa de áreas de cultivo de banana (48,21%) e áreas anteriormente desmatadas (32,47%) deram lugar ao retorno da mata (...) o que comumente vem acontecendo é o abandono do cultivo da banana e a rápida recuperação da floresta (...) a presença da mata contígua a essas áreas permite que haja rápida recuperação, ao contrário do que se imagina, desde que não ocorram novas ações de degradação.

Em sua composição geológica, o anfiteatro de Grumari é predominantemente formado por sieno-granito, com ocorrência menor de biotita granito porfirítico e tonalito nos esporões que avançam sobre o mar (Costa, 2002). Seus solos são formados, principalmente por colúvios com blocos recobrimo as médias e baixas encostas, sendo predominantes nas altas encostas, áreas de solo mais raso, com freqüentes afloramentos rochosos. As declividades variam entre 20 e 45° nas encostas, baixando para 10°, até declividades próximas a zero, na planície. A classe de solo mais ocorrente é o Podzólico (Argissolos, segundo EMBRAPA,1999) vermelho-amarelo e solos litólicos (Neossolo, segundo EMBRAPA,1999) na porção mais alta das encostas (Costa, 2002).

Figura 5: Mapa de localização da área de estudo – Grumari, Rio de Janeiro.

As bacias de drenagem, caracterizam-se por canais nem sempre perenes, e com classificação hierárquica predominante de 2ª ordem, com algumas ocorrências de bacias de 3ª ordem, tendo como referência a planície. Obviamente, estas bacias articulam-se nos brejos que drenam lentamente da planície em direção ao mar por duas saídas principais nos extremos opostos do anfiteatro. Para Costa (2002), “os rios que drenam o maciço da Pedra Branca, em sua grande maioria, (...) apresentam regime torrencial de escoamento na estação de verão, quando a vazão aumenta consideravelmente, em decorrência da elevada pluviosidade. Seu contato brusco com a baixada, principalmente a litorânea, gera condições favoráveis a ocorrência de inundações”.

O clima local é marcado por chuvas distribuídas ao longo de todo ano, com altura pluviométrica média em torno de 1100 mm por ano, ocorrendo épocas de menor precipitação entre os meses de junho e outubro.

A população local vivia inteiramente da atividade bananeira, tendo sido cada vez mais deslocada deste eixo devido às modificações provenientes da "chegada da cidade". Hoje, restam poucos bananeiros, mas que ocupam área considerável das encostas. Vários ex-bananeiros integraram-se na formação da Cooperativa do Projeto Mutirão Reflorestamento da Secretaria de Meio Ambiente, formada para atividades de recuperação e de produção na área. Alguns outros moradores estão envolvidos em atividades de serviço, fora do contexto rural, como clube e *trailers* na praia.

Dentro desta paisagem foi escolhido um segmento de encosta ocupado por banana, à oeste no anfiteatro, conhecido como lote II (nome dado por uma antiga divisão fundiária da área). O bananal é extenso chegando a ocupar mais de 5 ha e faz contato com uma floresta secundária com idade, segundo os moradores locais, de 30 anos aproximadamente (Figura 6). Nesta área, foi selecionado um trecho com declividade em torno de 30° para o detalhamento dos estudos de funcionalidade hidrológica.

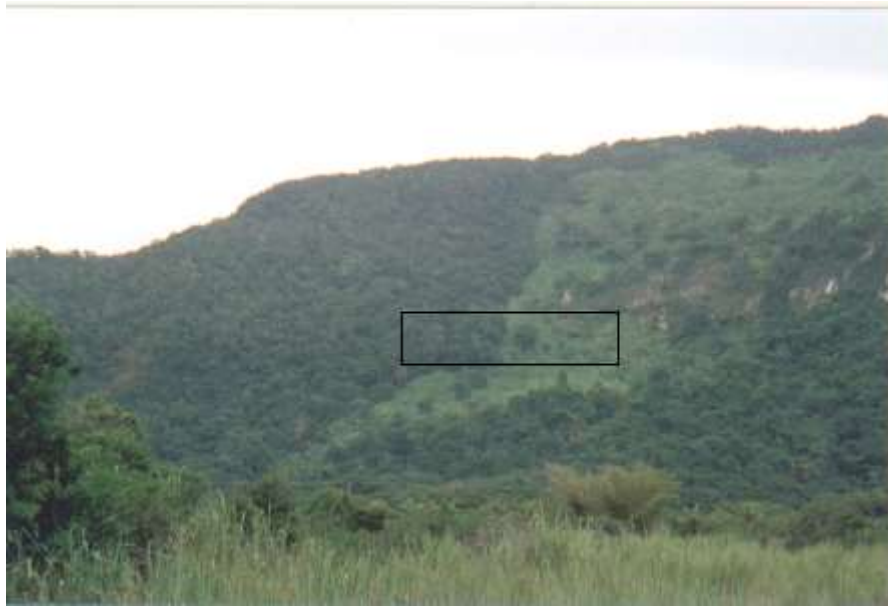


Figura 6: Aspecto da área selecionada para estações de avaliação dos processos hidrológicos (destaque no retângulo: floresta, bananal e bananal com regeneração, da esquerda para direita).

5 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

5.1 - NÍVEL DE ESCALA DA PAISAGEM

A fim de identificar os elementos componentes do mosaico da paisagem, foram conduzidos mapeamentos, para todo o anfiteatro de Grumari, visando uma noção conjunta de sua dinâmica. Os mapeamentos foram baseados em fotos aéreas na escala 1:8.000, do ano de 2000, da Prefeitura do Rio de Janeiro. As bases topográficas utilizadas foram as cartas da Prefeitura do Rio de Janeiro, 308-b e 308-d, na escala 1:10.000, e as bases vetorizadas pelo CIDE-RJ, na mesma escala. A área do anfiteatro de Grumari foi delimitada pelos divisores de suas bacias de drenagem no *software* AutoCAD MapR2, a partir do corte das curvas de nível e aproveitamento da rede de drenagem e outros temas que compõe o mapa básico, como estradas, logradouros, etc. Esta base foi trabalhada em meio digital no *software* ArcView, tendo sido conduzidos mapeamentos temáticos (inclusive o de localização), passíveis de uma análise integrada da paisagem, a saber:

5.1.1 - MAPA DE PLUVIOSIDADE ANUAL DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

Este mapa foi constituído a fim de entender a inserção da área de estudo dentro da distribuição pluviométrica do município. Foram feitos, na verdade, dois mapas pluviométricos, um para cada ano analisado pelas investigações hidrológicas, sendo 2001 e 2002. Para sua elaboração foram analisados os dados disponíveis pela GEORIO (Serviço de Geotecnia do Município do Rio de Janeiro), para suas estações do Programa Alerta Rio de prevenção de enchentes. As estações pluviométricas, acompanhadas de suas coordenadas geográficas, foram plotadas no mapa do município do Rio de Janeiro e os valores para cada ano serviram de base para a interpolação e traçado das isoietas. A escala deste mapa por ser mais regional difere dos demais mapas, à medida que objetiva contemplar todo município, sendo portanto usada a base de 1:50.000.

5.1.2 - MAPA TOPOGRÁFICO

Elaborado no *software* ArcView, o mapa topográfico foi elaborado a partir das bases digitais 1:10.000 e serviu, além da visualização topográfica da área, como base para os demais mapas gerados.

5.1.3 – MAPA HIPSOMÉTRICO

O mapa hipsométrico tem por intenção registrar o desnivelamento da área de estudo, definindo seus compartimentos topográficos e níveis topográficos do relevo. Baseado nas curvas de nível, foram criadas classes de altitude e marcações com cores para ilustrar o relevo. A primeira classe foi estipulada entre as cotas de zero e 10 metros a fim de caracterizar a planície costeira, a segunda classe foi de 10 metros até a cota de 50 metros, e a classe seguinte, de 50 a 100 metros, registram o início das encostas. As classes seguintes seguiram desnivelamentos de 100 metros, até os picos mais altos.

5.1.4 - MODELO DIGITAL DO TERRENO

Acompanhando o mapa anterior o modelo digital do terreno reproduz em três dimensões o relevo, possibilitando a imagem das formas e de sua organização. Esta imagem é gerada dentro do *software* ArcView, a partir dos dados de altitude contidos nas bases topográficas da área.

5.1.5 - MAPA DE ORIENTAÇÃO DE ENCOSTAS

A orientação das encostas está associada à incidência solar durante o dia, desta forma é uma importante variável na recomposição florestal e produtividade dos cultivos. Entre todas as direções cardeais, foram selecionadas apenas a Norte e Sul, relevantes à insolação. Este mapa também foi gerado no *software* ArcView.

5.1.6 - MAPA DE DECLIVIDADE

A declividade das encostas é fundamental à compreensão dos processos hidrológicos e erosivos, preponderantemente. Também gerado pelo mesmo software, este mapa revela em classes de declividade, a distribuição das vertentes para toda a área

do anfiteatro. As classes utilizadas foram divididas de 10 em 10 graus, com exceção das duas últimas, onde o valor de 45° foi utilizado como limite, pois atinge 100% de declividade, previsto na legislação como área de proteção. Desta forma as classes contempladas foram: 0 a 10°; 10 a 20°; 20 a 30°; 30 a 45° e maior do que 45°.

5.1.7 - MAPA DE MORFOLOGIA DAS ENCOSTAS

Este mapa foi elaborado (também em ArcView), a partir da delimitação das formas côncavas e convexas do relevo, bem como as planas e retilíneas, no intuito de analisar a distribuição espacial das áreas de concentração e dispersão de fluxos hidrológicos nas encostas. A classificação das áreas foi baseada no comportamento das curvas de nível na base topográfica. Foram separadas as classes côncava, convexa e plana, sendo esta última relativa à planície local. As encostas retilíneas foram agrupadas na mesma classe que as encostas convexas, por apresentarem um comportamento, diferenciados da forma côncava, não concentrador de fluxo.

5.1.8 - MAPA DE DEPÓSITOS E SOLOS RESIDUAIS

Este mapa revela as principais feições deposicionais que recobrem as encostas na formação de relevo da área. A partir dele foram analisados a natureza dos depósitos sobre as encostas e seu comportamento hidrológico. Foram ressaltados os colúvios com blocos, uma vez que estes caracterizam o sítio geomorfológico onde foram investigados os processos hidrológicos desta tese. Desta forma, os solos residuais e colúvios sem blocos rochosos foram agrupados na mesma classe, por diferenciarem-se hidrologicamente dos colúvios com blocos. Para sua elaboração, foram utilizadas fotos aéreas e trabalhos de campo e seus dados processados no *software* ArcView.

5.1.9 - MAPA DE VEGETAÇÃO E USO DOS SOLOS

O mapa das formações vegetais revela a distribuição espacial dos mosaicos florestais, bem como outras formações não florestais, como os cultivos de banana. Este produto gera subsídio à análise do processo dinâmico de evolução das formações vegetais, estando associada, portanto, à condição de degradação dos mosaicos avaliados. O Mapa de Vegetação e Uso dos Solos identifica as diversas formações florestais e as

áreas de intervenção antrópica, gerando uma classificação de tipologias vegetais e usos (também processados no *software* ArcView).

5.1.10 - ANÁLISE DA PAISAGEM

A partir do material gerado com os levantamentos, os dados foram integrados para uma análise do conteúdo dinâmico da paisagem. Algumas sobreposições dos mapas anteriores, pelo geoprocessamento permitido pelo *software* ArcView, geraram informações interessantes que permitem a aproximação à dinâmica desta paisagem, bem como o posterior planejamento para uma intervenção prática, indicando os principais pontos de ação.

5.1.10.1 - Mapa de Concentração de Fluxo Hidrológico

Este mapa foi gerado a partir do cruzamento do Mapa de Morfologia das Encostas com o Mapa de Declividade. A sobreposição destas informações define domínios que registram a ocorrência de concentração de água em áreas de maior declividade ou, no outro extremo áreas convexas de baixa declividade, formando um mosaico a respeito da concentração dos fluxos hidrológicos, de acordo com a geometria e a inclinação das encostas.

5.1.10.2 - Mapa dos Condicionantes Hidro-geomorfológicos dos Cultivos de Banana

Este mapa nasce do cruzamento de três mapas anteriores: Mapa de declividade + Mapa de morfologia das encostas (= Mapa de concentração de fluxos hidrológicos) + Mapa de depósitos e solos residuais. Este mapa procura indicar as áreas de risco de deslizamento para a implantação dos cultivos de banana. A partir do entendimento do comportamento hidrológico dos bananais, conjugando ao funcionamento hidrológico dos depósitos e à distribuição das águas nas encostas, podemos relacionar as áreas problemáticas, do ponto de vista da estabilidade das encostas, à ocorrência dos cultivos assim como as áreas de melhor ajuste. O cruzamento dos mapas citados gerou uma infinidade de classes que foram avaliadas em muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto, em relação ao risco de instalação de bananais nas encostas. Na constituição destas classes foram pesadas as variáveis de declividade, tipo de depósito e morfologia das

encostas. Neste sentido, este mapa serve de subsídio ao planejamento do uso do solo, uma vez que tais análises podem ser repetidas para demais áreas do maciço.

5.1.10.3 - Mapa da Situação Hidro-geomorfológica dos Cultivos de Banana Atuais

Seguindo os condicionantes do mapa anterior, este mapa foi gerado a fim de evidenciar a situação dos cultivos atuais. A partir do cruzamento do mapa anterior com o mapa de vegetação e uso dos solos, os polígonos formados pelos cultivos de banana foram analisados em sua situação hidro-geomorfológica, baseadas nas mesmas classes anteriores.

5.2 - NÍVEL DE ESCALA DE PROCESSOS

O detalhamento da funcionalidade dos elementos componentes da paisagem foi conduzido na escala dos processos investigados, ou seja, mergulhando na paisagem analisamos as causas dos fenômenos que manifestam a forma e a dinâmica de alguns de seus processos formadores. Neste sentido, foram considerados relevantes neste nível de escala, o comportamento hidrológico dos cultivos de banana, as modificações nas propriedades físicas do solo entre os bananais e a floresta local e os processos sócio-culturais motivadores das intenções e apropriações do espaço. Sendo assim os procedimentos metodológicos para cada um foram:

5.2.1 - ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO

Dentro dos fragmentos florestais evidenciados pelo mapa de vegetação foi selecionada uma área de floresta secundária. A área é proveniente da regeneração de antigos plantios de banana, há mais de 30 anos, segundo informações dos moradores locais. Fisionomicamente, apresenta um aspecto mais frondoso que as demais áreas dentro do anfiteatro e foi escolhida por estar próxima à área de plantio de bananas, além de ter sido liberada pelo agricultor para as investigações hidrológicas.

Com o intuito de caracterizar a formação florestal foram conduzidas pelo método de parcelas de 10 x 10 metros, a fitossociologia e a estrutura da vegetação, com área total de amostragem de 1.000 m² (10 parcelas). As parcelas foram demarcadas duas a duas, seguindo a declividade. De acordo com Oliveira (1999), foram coletados dados

de diâmetro à altura do peito (DAP) e altura, a fim de analisar as estruturas de dossel, estratificação e o porte da formação e coletado material para classificação botânica das espécies encontradas. Como critérios de inclusão foram adotados altura superior a 1,3 m e DAP superior a 5cm, incluindo os fetos arborescentes e palmeiras e excluindo as lianas. A altura dos indivíduos foi estimada com auxílio de trenas, a partir das copas, e varas de bambu com alturas conhecidas. O material botânico, nem sempre reprodutivo, foi coletado a partir de podões de vara, cujo alcance limitado forçava, por vezes, a subida por corda, segundo a técnica de alpinismo em árvore em Oliveira e Zaú (1995). Do material coletado foram feitas exsicatas, após prensados e secos em laboratório, que identificadas, com auxílio de especialistas, passaram ao acervo do *Herbarium* Friburguense (FCAB), situado na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC -Rio).

A análise fitossociológica baseou-se nas fórmulas de Mueller-Dombois e Ellenberg (1974, *in* Oliveira, 1999), sendo calculada para cada espécie, sua densidade, frequência, dominância, valor de cobertura e valor de importância. O valor de importância está associado ao somatório dos três índices anteriores, sendo dado em percentual com valor máximo de 300%.

5.2.2 - ANÁLISE DA FUNCIONALIDADE HIDROLÓGICA

Para a análise da funcionalidade hidrológica, assim como das propriedades físicas e químicas do solo, os estudos foram conduzidos no intuito de compreender os caminhos dos fluxos hidrológicos nas plantações de banana, comparados ao ambiente florestal, para assim contemplar a variação de funcionalidade proveniente da substituição de cobertura vegetal pelos plantios de banana. Neste sentido, ao lado da área de floresta escolhida, foram selecionadas duas áreas de cultivos de banana, sendo, então, conduzidos estudos em três estações para mensuração dos fluxos hidrológicos em situações distintas: 1) floresta local com mais de 30 anos de idade; 2) plantio de banana em manejo convencional, "limpo" de plantas invasoras; 3) plantio de banana com regeneração no seu interior, ou seja, sem capina das plantas invasoras. As áreas apresentavam uma medida de, aproximadamente, 1.000m² cada, dispostas segundo o esquema da Figura 7.



Figura 7: Desenho esquemático das áreas amostrais

5.2.2.1 - Precipitação

As mensurações de precipitação foram conduzidas semanalmente, a fim de entender a dinâmica de entradas de chuva no sistema hidrológico da paisagem. A série amostral completa tem 21 meses, incluindo os eventos desde de abril de 2001 a dezembro de 2002. Para as áreas selecionadas, foram instalados apenas dois pluviômetros, pois elas se apresentam contíguas. Os pluviômetros foram confeccionados por garrafas PET de refrigerante, possuindo uma boca de 10 cm de diâmetro, com bordas cortantes. Este pluviômetro vem sendo usado em vários estudos, desde Miranda (1992) que apontou um coeficiente de correlação de 0,92 com pluviógrafo oficial, além de Zaú (1994), Freitas (1998), Oliveira (1999), Freitas (2000) entre outros. Neste caso, dois pluviômetros foram fixados acima da copa das árvores, suspensos por uma vara de bambu e acoplados a uma mangueira plástica com comprimento suficiente para chegar até um galão de 5 litros sobre o solo. Os valores utilizados foram calculados a partir da média simples destas duas estações para cada dia de mensuração. Os valores mensurados em mililitros eram convertidos em milímetros de altura de chuva, a partir da divisão pela área da boca do pluviômetro.

Os dados levantados em Grumari foram, ainda, comparados com os dados das estações oficiais da GEORIO mais próximas, sendo elas Grota Funda e Guaratiba. Situadas, respectivamente a norte e oeste de Grumari, as estações servem de parâmetro para a veracidade dos dados obtidos neste trabalho, bem como para análise da distribuição das chuvas em escala mais local.

5.2.2.2 - Atravessamento

O fluxo de atravessamento, também medido semanalmente, foi calculado a partir de 15 pluviômetros (na verdade, "atravessômetros", pois captam a água do fluxo de atravessamento e não a pluviosidade) espalhados aleatoriamente sob as copas dos bananais e das árvores na floresta. Vallejo e Vallejo (1982) utilizaram 12 estações espalhadas aleatoriamente em 100m² em ambiente florestal. Miranda (1992),

objetivando estudar a variabilidade interna da interceptação de uma floresta utilizou 25 coletores. Neste estudo seguimos o número utilizado por Oliveira (1999) de 15 coletores para cada área. Também confeccionados em PET, os “atravessômetros” foram instalados em hastes de bambu a 60 cm do solo (Figura 8), no sentido de evitar contribuições indesejadas do *splash* das gotas de chuva sobre o solo. A capacidade de armazenamento de cada garrafa é de 1.600 ml. Seus valores foram obtidos pela média simples dos 15 “atravessômetros” e a variação interna entre eles considerada pelos coeficientes de variação, em cada semana mensurada. Além do cálculo absoluto em milímetros, foram obtidas suas taxas em relação ao percentual da precipitação.



Figura 8: Equipamento utilizado para mensuração do fluxo de atravessamento.

5.2.2.3 - Fluxo de Tronco

O fluxo de tronco foi mensurado, também semanalmente, no entanto, por dificuldades de resolução do desenho do equipamento, sua série amostral atrasou em 9 meses, sendo mensurado apenas a partir de janeiro de 2002, mantendo apenas um ano de mensuração, até dezembro de 2002. Seus volumes foram capturados a partir de um equipamento montado no entorno do pseudo-caule das bananeiras. O equipamento consiste em um invólucro cilíndrico de plástico duro, acoplado no pseudo-caule das

bananeiras, deixando uma fresta aberta na parte superior com espaço de 1cm até o caule e uma única saída na parte inferior para um galão de 20 litros. O restante da parte inferior foi vedado com silicone, assegurando o fluxo para dentro do galão.

O material utilizado foi aproveitado dos galões cilíndricos de água mineral e reforçados com arame e resina epox. No total, foram instalados sete coletores de fluxo de tronco, dos quais foi tirada média simples para cálculo dos seus valores. Este fluxo foi mensurado apenas para as bananeiras, sendo considerado para floresta os valores encontrados por Miranda (1992), em torno de 1,8%. O cálculo de seus valores absolutos, bem como de suas representatividades em percentuais de precipitação, foram obtidos de duas maneiras: a primeira a partir da área estimada das copas das bananeiras e a segunda em relação ao anel de 1 cm no entorno imediato da base do pseudo-caule.

Para estimativa da área das copas das bananeiras foram mensuradas em 5 bananeiras, as áreas das folhas que convergiam em direção ao pseudo-caule, contabilizando como área de convergência a porção da lâmina foliar que mantinha inclinação menor que 90° em relação ao eixo vertical da planta (Figura 9), onde o fluxo correria ao encontro do tronco. Multiplica-se a este comprimento (distância entre o início da folha e a sua inflexão) a largura das lâminas foliares e ainda à quantidade de folhas nesta condição de convergência. O resultado de cinco medidas em bananeiras derrubadas foi uma área média, aproximada, de 5,25 m², onde o comprimento médio da folha até sua inflexão foi de 1,5m, a largura do limbo das folhas de 0,50m, contando os dois lados e o número médios de folhas em condição de convergência foi de 7 folhas por bananeira. A área de copa encontrada condiz com o valor encontrado por Harris (1997) de 5,2 m², também para copas de bananeiras em plantios no Caribe. O volume mensurado nos galões de fluxo de tronco foi dividido pela área média da copa, obtendo-se a altura em milímetros do fluxo de tronco e, assim comparado à precipitação para o cálculo de sua taxa em percentual.

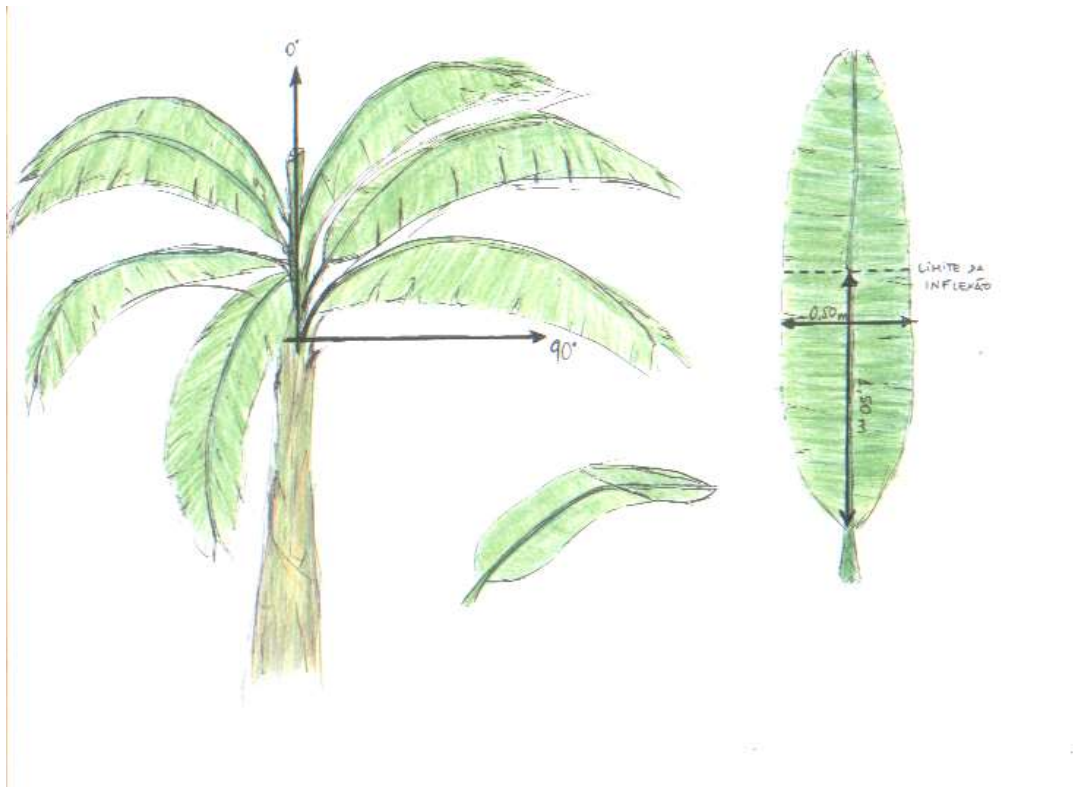


Figura 9: Desenho esquemático do método usado para mensuração da área de copa das bananeiras

No segundo caso, o fluxo de tronco foi calculado em relação à área anelar em torno do pseudo-caule, ao invés de usar a área basal como Herwitz (1986, *in* Miranda, 1992), considerando que as entradas por esta via de fluxo, não se dão na área ocupada pelo tronco, mas sim no seu entorno imediato. Desta forma, foi estipulada a área anelar do primeiro centímetro em torno do pseudo-caule, calculada a partir de um valor médio de 14cm de raio para o pseudo-caule das bananeiras. A diferença com uma área circular de raio 15cm, define a área anelar em 9111 mm^2 , ou aproximadamente $0,01\text{m}^2$. Com base nesta área anelar o volume do fluxo de tronco encontrado nos galões foi comparado ao volume de precipitação direta sobre a mesma área, como se não houvesse cobertura vegetal, para a percepção da concentração do fluxo no pé das toiceiras de banana. A concentração de fluxo de tronco na área anelar, portanto, foi obtida na divisão do volume mensurado nos galões pelo volume estimado para área.

5.2.2.4 - Intercepção da Chuva

A análise de intercepção da precipitação pelas copas florestais e bananeiras foi baseada na concepção de que o fluxo de atravessamento e fluxo de tronco são excedentes da capacidade de retenção da chuva pelas copas. Portanto, a intercepção (I)

foi calculada a partir da diferença entre a precipitação total (P) e os valores de fluxo de atravessamento (At) e tronco (Ft) para cada tratamento, segundo a equação:

$$I = P - (Ft + At)$$

Para a área florestal os valores de fluxo de tronco foram considerados de 1,8%, como dito anteriormente sobre os cálculos de Miranda (1992). Nas áreas de banana, para os eventos, antes de janeiro de 2002, onde não há sobreposição das séries amostrais de fluxo de tronco, foi considerado seu valor médio para o cálculo da interceptação. Visando sua representatividade em relação à chuva, os cálculos de interceptação em milímetros foram comparados à precipitação total e transformados em valores percentuais.

5.2.2.5 - Biomassa e Retenção Hídrica da Serrapilheira

A serrapilheira foi analisada a partir da coleta de nove amostras em cada tratamento, geradas por *quadrats* de 30cm x 30cm, distribuídos aleatoriamente sobre o piso dos plantios e da floresta. Os *quadrats* confeccionados em madeira, eram lançados sobre a serrapilheira e o material delimitado por eles era cortado com facão em seus limites internos e coletado em todo o seu conjunto, sem distinção de horizontes. Levadas para laboratório em sacos plásticos, as amostras eram saturadas durante 30 minutos (Vallejo e Vallejo, 1982) e pesadas em seguida para o cálculo da capacidade de retenção hídrica máxima. Após isto, as amostras eram colocadas em estufa a 100° C até atingirem peso constante. Após serem secadas, eram pesadas e deste valor era estimada a biomassa estocada sobre os solos para um hectare. O valor de retenção hídrica máxima foi calculado em percentual a partir da fórmula:

$$\frac{\text{Peso Saturado} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Saturado}} \times 100 = \text{Retenção hídrica máxima}$$

Das nove amostras em cada tratamento foi calculada a média e o desvio padrão, bem como a comparação estatística, explicada mais à frente.

5.2.2.6 - Escoamento Superficial

Para a análise comparativa da produção dos fluxos superficiais nos três ambientes estudados, foram montadas parcelas tipo Gerlach de 1 x 2m com galão

coletor, num total de nove parcelas, sendo três em cada tratamento. As coletas eram feitas, semanalmente, sendo a série amostral de setembro de 2001 a dezembro de 2002. O volume coletado em mililitros era transformado em milímetros na divisão pela área da parcela e assim transformados em percentuais das entradas de chuva. No entanto, estes percentuais foram calculados, não em relação à precipitação total, mas, sim, em relação às chuvas que chegavam até o piso florestal, contabilizando o fluxo de atravessamento e de tronco e descontando os valores de interceptação.

5.2.3 - PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO

As propriedades físicas dos solos aqui levantadas, foram conduzidas no intuito de caracterizar o substrato sobre o qual estamos trabalhando, a medida de sua importância e influência nos processos hidrológicos e erosivos. Sendo repetidas em seis amostras para cada profundidade, as propriedades físicas levantadas foram as seguintes:

5.2.3.1 - Caracterização Granulométrica

A granulometria dos solos foi caracterizada pelo método de peneiras e densímetro, segundo Manual de Métodos de Análise de Solos (EMBRAPA, 1996), para as profundidades de 0, 20, 40 e 60cm. Os valores dados em percentuais foram classificados em calhau, cascalho, areia grossa, areia fina, silte e argila, sendo que para a determinação do percentual de calhau à areia fina foram utilizadas as peneiras, para argila, a densidade do líquido com material em suspensão e o silte determinado pela diferença com o total da amostra.

5.2.3.2 - Teor de Matéria Orgânica

O teor de matéria orgânica foi determinado a partir da queima das amostras a 200° C em forno Mufla, sendo pesadas antes e depois da queima e determinada sua participação percentual no total da amostra. Esta amostragem foi feita nos intervalos das profundidades anteriores, sendo conduzidas entre 0 - 20cm, 20 - 40cm e 40 - 60cm.

5.2.3.3 - Porosidade dos Solos

A quantidade de vazios no solo é uma das propriedades mais importantes para o processo de infiltração e percolação da água. Feitas para as profundidades de 0, 20, 40 e 60cm, as amostras foram coletadas com extrator de amostras volumétricas (Figura 10) e

condicionadas em sacos plásticos para o transporte até o laboratório, onde foram trabalhadas para determinação da densidade aparente e densidade das partículas e cálculo da porosidade total, segundo o método do balão volumétrico no Manual de Métodos de Análise de Solos (EMBRAPA,1996).



Figura 10: Extrator de amostras volumétricas.

5.2.2.4 - Macro e Microporosidade

A curta zona de raízes das bananeiras, terminando por volta dos 40cm de profundidade é uma das principais preocupações na definição de zonas de descontinuidade hidráulica dentro destes solos. Como forma de detalhar as condições da porosidade do solo na passagem da zona de raízes das bananeiras para a zona abaixo delas, foram reconduzidas coletas com o extrator de amostras volumétricas para avaliação da macro e microporosidade. Estas amostras, também com repetição de seis para cada profundidade, foi feita apenas para as profundidades de 40 e 60cm, pois estão associadas ao fim da zona de raízes e à porção do solo abaixo, sem a presença das mesmas. Foram restritas, também, às áreas de banana e comparadas nas mesmas profundidades para a floresta. Apesar das raízes de fixação na floresta prolongarem-se até maiores profundidades, é também nesta zona até 40cm que concentra-se a biomassa

de raízes, principalmente, de absorção de nutrientes (Freire Alemão, 1997). No entanto, o intuito foi comparar as modificações da transformação da área florestada em bananal e vice-versa.

O método utilizado para a determinação de macro e microporosidade foi o da mesa de tensão (Figura 11), onde as amostras, após serem saturadas, são submetidas à uma tensão constante de uma coluna d'água de 60cm, e pesadas em intervalos constantes de tempo até atingirem peso constante (EMBRAPA, 1996). Com esta tensão a água nos macroporos é perdida, enquanto os microporos mantêm o restante da água no solo por capilaridade. A diferença entre o peso saturado e o peso após a tensão define o percentual de macroporosidade, enquanto que para microporosidade a amostra é levada à secagem em estufa a 100° C e a diferença entre o peso seco e o peso após a tensão define a água que preenchia os vazios nos microporos e seu percentual.



Figura 11: Mesa de tensão utilizada para determinação de macro e microporosidade.

5.2.2.5 - Permeabilidade

Ainda na intenção de avaliar a existência de descontinuidade hidráulica abaixo da zona de raízes das bananeiras, as investigações foram conduzidas com o objetivo de perceber as variações na permeabilidade dos solos nas profundidades de 40 e 60cm, para o bananal e floresta local. Foram feitos em campo ensaios de condutividade hidráulica saturada (K_{sat}) com a utilização do Permeômetro de Gelp (Figura 12), cedido pelo Laboratório de Mecânica de Solos da Pontifícia Universidade Católica - PUC-Rio. O ensaio inicia-se com a abertura por trado de um furo no solo na

profundidade desejada, e ativação do equipamento para a descida da água. O equipamento é constituído de dois cilindros conectados de forma a manterem uma coluna de água constante. Desta forma, primeiro aplica-se uma coluna de 5cm de altura (carga 5), seguida de uma coluna de altura 10cm (carga 10) onde é mensurado pela escala centimétrica em um de seus cilindros, o caimento da coluna d'água no aparelho em um intervalo de tempo conhecido. A entrada de água no solo forma uma condição de saturação em torno do furo que garante a estabilidade do caimento no intervalo de tempo (Figura 13). A condutividade hidráulica baseia-se na velocidade da infiltração da água em condição saturada e é então calculada a partir da relação do intervalo de caimento constante, obtido na escala centimétrica do aparelho, com o intervalo de tempo estabelecido multiplicado pelas constantes dos reservatórios do aparelho.



Figura 12: Permeâmetro de Gelf utilizado para mensuração da condutividade hidráulica saturada em campo.

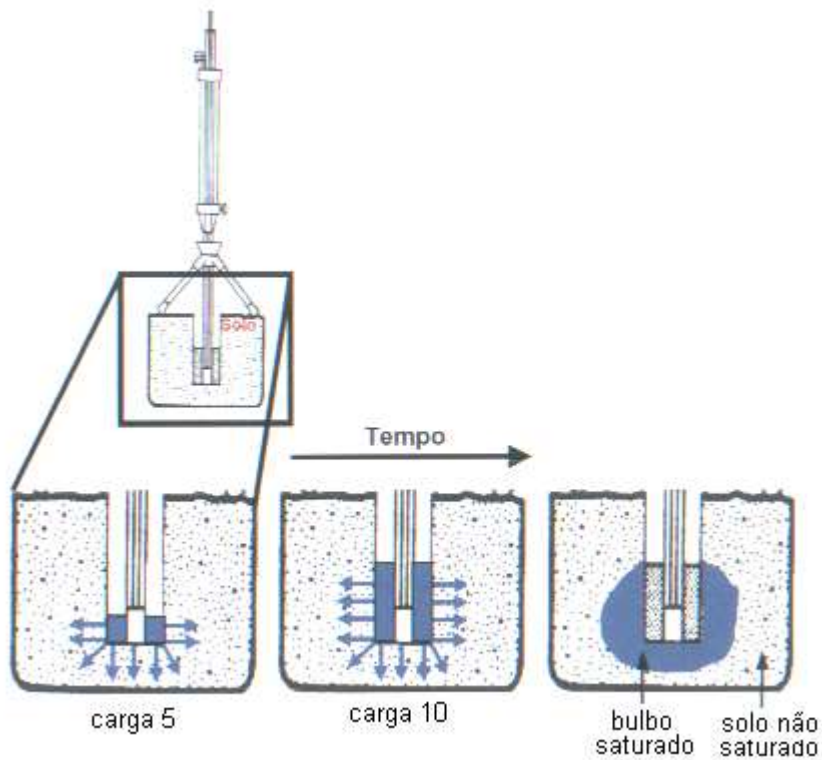


Figura 13: Desenho esquemático do processo de mensuração com o Permeâmetro de Gelf (extraído de Vieira (2001))

5.2.4 - TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Todos os dados levantados pelas mensurações de campo foram trabalhados no *software* Excel e tratados estatisticamente pelo *software* Statistica, em testes paramétricos e não paramétricos de acordo, respectivamente, com sua distribuição normal e pelo baixo número de repetições das amostras de apenas seis (Gomes, 2000). Neste sentido, para as comparações dos valores de interceptação e escoamento superficial, que associados à série amostral de chuva apresentam mais de 10 repetições, foi usado o teste "t". Da mesma forma para as correlações entre os dados de precipitação e demais parâmetros de fluxo hidrológico, como fluxo de atravessamento, fluxo de tronco, interceptação e escoamento superficial, foi utilizado o coeficiente de correlação "r" de Pearson. Vale ressaltar que nos gráficos de correlação foi mantida a linha de melhor ajuste a partir do valor mais alto de R^2 , que consiste no coeficiente de determinação (diferente do anterior), no intuito de ilustrar a tendência do comportamento dos parâmetros relacionados.

Para as amostras de serrapilheira e solo, cujas repetições foram em número de seis, foram usados testes não paramétricos. Para comparação de três ou mais

amostragens foi usado o teste de Kruskal Wallis, enquanto que para comparação dois a dois, foi usado o teste "U" de Mann Whitney, com sensibilidade equivalente ao teste paramétrico "t". Estes dados foram organizados em tabelas, sendo alguns deles listados dentro do texto, como os valores de correlação de Pearson.

5.2.5 – ASPECTOS SÓCIO-CULTURAIS

Como forma de análise dos aspectos sócio-culturais dos agentes construtores desta paisagem, foram conduzidas entrevistas com a população local de Grumari, bem como, com membros da Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura do Rio de Janeiro, envolvidos com a área de Grumari. As entrevistas foram conduzidas de maneira informal, não baseando-se em nenhum formato de questionário específico, porém envolvendo o levantamento de informações, tanto a respeito da história de ocupação da área, quanto a respeito do manejo implementado sobre os remanescentes florestais e as áreas de cultivo de banana, assim como sobre a intenção para a área por parte dos órgãos planejadores e por parte da população local. Com caráter subjetivo as entrevistas tiveram como objetivo mapear os diversos interesses que convergem sobre a área, levando em conta o contexto geográfico em que está inserida e a percepção dos seus atores sobre os rumos preconizados pelo planejamento como unidade de conservação de caráter fechado, como Parque.

6 - ANÁLISE NA ESCALA DA PAISAGEM

Este item trata da análise dos mapeamentos feitos sobre as características geobiofísicas da paisagem, entendendo-os como dinâmicos e sincrônicos e buscando, desta forma, uma visão integrada dos mesmos. O recorte dado à paisagem foi baseado nos divisores de drenagem das bacias que dirigem seus fluxos e materiais para a baixada litorânea de Grumari, compondo assim a forma de anfiteatro.

Assim sendo, as análises seguirão abaixo, mapa por mapa, e por fim alguns cruzamentos por geoprocessamento serão apresentados para a integração de aspectos relevantes ao planejamento local.

6.1 - MAPA TOPOGRÁFICO, MAPA HIPSOMÉTRICO E MODELO DIGITAL DO TERRENO

O mapa topográfico (Figura 14) serve como base para a elaboração dos demais mapas e análises. A partir da topografia é possível perceber que as bacias de drenagem, de acordo com o desnivelamento entre seu divisor mais alto e o ponto em que deságuam na planície, apresentam um comportamento muito semelhante, com desnivelamentos entre 300 e 450m. Nenhum mapeamento geológico foi feito, detalhadamente, para área, no entanto é visível nos afloramentos rochosos sob o leito das drenagens, a presença de fraturas coincidindo com a direção dos fluxos. As bacias, de uma forma geral, possuem um curto percurso dos fluxos, desde as nascentes até atingirem a planície, constituindo-se em drenagens rápidas caracterizadas por canais intermitentes e, em muitos trechos, efêmeros, ou seja, existindo apenas durante os eventos de chuva e pouco tempo depois deles.

O mapa hipsométrico (Figura 15) caracteriza o escalonamento do relevo, a partir da divisão da topografia em classes de altitude. Como visto na figura 4, a área é constituída de dois compartimentos topográficos principais: uma grande planície desde o litoral, compondo grande porção da área, e as encostas, como um compartimento que, desde a planície na cota de 10m, varia até 460 m acima do nível do mar. O intervalo das classes é constante, mantendo um relevo que sobe de forma abrupta os 450 metros de desnivelamento em distâncias lineares de 500 a 1000m.

Deste mapa foi elaborado o modelo digital do terreno (Figura 16), onde podemos observar em três dimensões as variações do relevo. Nesta figura é visível o comportamento das encostas divididos em dois tipos de perfis principais: o primeiro onde a encosta desce como uma rampa em declividade constante, enquanto o segundo se caracteriza por uma pequena ruptura de relevo na porção intermediária das encostas, formada por pequenos contrafortes derivados do isolamento de morrotes da expansão remontante das drenagens. Estas diferenças são sutis, mas representam a possibilidade de maior acúmulo de depósitos de blocos, que recobrem grande parte das médias e baixas encostas, principalmente abaixo dos paredões rochosos.

Figura 14: Mapa topográfico

Figura 15: Mapa Hipsométrico

Figura 16: Modelo digital do terreno.

6.2 - MAPA DE ORIENTAÇÃO DE ENCOSTAS

Este mapa (Figura 17) contempla a divisão das encostas em orientações norte e sul, escolhidas assim em relação com a radiação solar. As vertentes de orientação sul recebem menos insolação devido à inclinação do eixo terrestre, possibilitando assim maior umidade, devido à menor evaporação. Ao mesmo tempo, no Rio de Janeiro, a presença do mar, também, ao sul dos maciços continentais e justamente na orientação dos ventos oriundos da entrada de massas da dinâmica atmosférica Polar Atlântica, garantem alto índice de umidade nestas vertentes de orientação sul.

Oliveira *et al.* (1995), no maciço da Tijuca (RJ) diagnosticaram diferenças, fundamentais na composição florísticas, das florestas situadas em encostas de orientação norte e sul. As vertentes mais úmidas, de orientação sul, garantem uma diversidade maior de espécies, assim como maior densidade de indivíduos por área. No anfiteatro de Grumari, a grande maioria das encostas possui orientação sul. Excluindo-se a área plana dos 612 hectares da área total, contabilizam 454ha para as encostas, destas 74,3% são de orientação sul (Figura 18). Apresentam-se como orientação norte apenas as encostas componentes dos pontões que sustentam o arco de praia, voltadas para o continente, à medida que a rede de drenagem expande suas cabeceiras por trás destes. As vertentes de orientação norte contabilizam 25,7% da área de encosta (Figura 18).

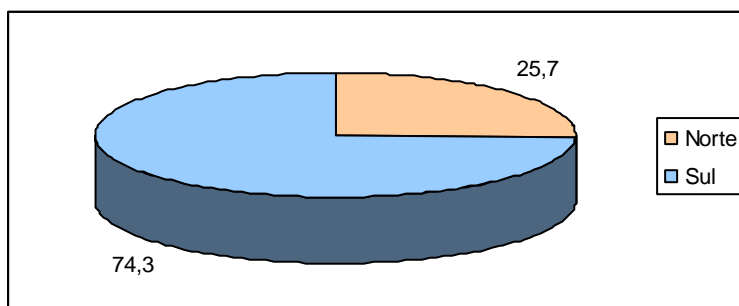


Figura 18: Percentuais de orientação de encostas norte e sul.

Figura 17: Mapa de orientação de encostas

6.3 -MAPA DE DECLIVIDADE

O mapa de declividade (Figura 19) foi dividido em cinco classes: de 0 a 10°; 10 a 20°; 20 a 30°; 30 a 45° e maior do que 45°. As classes ocupam os percentuais de acordo com o gráfico da figura 24, com valores maiores parara as classes menores, uma vez que foi contabilizado, neste caso a planície, contribuindo com o aumento do percentual da classe de 0 a 10°.

Segundo o gráfico da figura 20, a classe de 20 a 30° predomina nas encostas (22,1%), seguida das declividades entre 30 e 45° (17,6%), caracterizando portanto suas vertentes como bastante declivosas. Esta característica define uma das condições indutoras dos movimentos de massa e processos erosivos nas encostas. A classe de média/baixa declividade entre 10 e 20° tem grande participação nas porções inferiores da encosta, assim como em porções intermediárias por trás dos contrafortes formadores de ruptura de declive, totalizando 14,3% da área. No mapa (Figura 19) é possível observar esta ruptura, descrita também no modelo digital do terreno, principalmente nas encostas da porção central do mapa. De cima para baixo, são visíveis nestas encostas, classes de declive maiores, seguidas de uma suavização na média encosta, voltando a ocorrer classes maiores antes de atingir a baixada, onde as classes novamente suavizam seus declives.

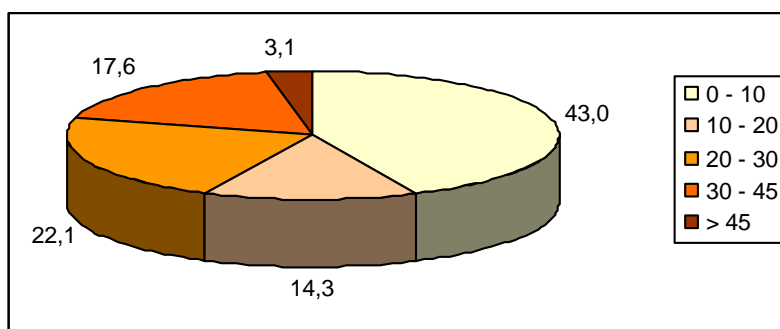


Figura 20: Percentuais de orientação de encostas norte e sul.

Figura 19: Mapa de declividade de encostas

6.4 - MAPA DE MORFOLOGIA DAS ENCOSTAS

Este mapa da figura 21 evidencia as encostas com geometria côncava, sendo vistas como áreas concentradoras de fluxo. Obviamente estas áreas são condizentes com os principais eixos de drenagem, distribuídas pelo anfiteatro na proporção de 33,1% da área de encosta, excluindo-se a área plana da baixada (Figura 22).

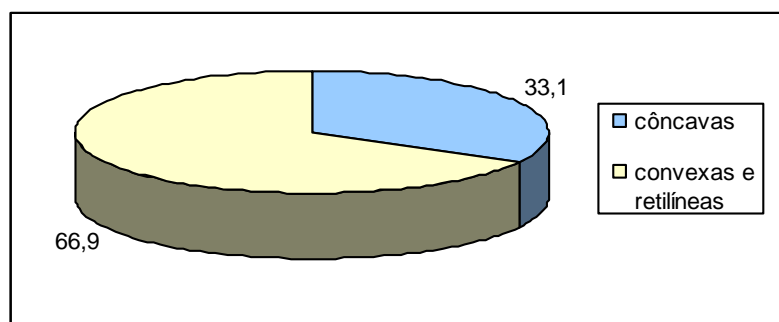


Figura 22: Percentual de encostas côncavas.

Nota-se no mapa que, predominantemente, as áreas côncavas não atingem o divisor, com exceção da drenagem por trás do pontão oeste do anfiteatro, da bacia na porção central mais ao norte e da bacia por trás do pontão leste, as de maior desenvolvimento do sistema de drenagem. Na porção noroeste do anfiteatro, suas encostas apresentam, em sua parte superior, uma característica retilínea, onde são comuns os afloramentos rochosos. As concavidades começam a ter expressão maior abaixo destes paredões, onde realmente começam a se definir as áreas de concentração dos fluxos e o processo de aprofundamento pelas redes de drenagem. Na porção nordeste, nota-se uma convexidade, com característica dispersora de fluxo, que define o divisor interno das duas bacias componentes do anfiteatro. Esta porção estende-se para leste até uma concavidade, integrada à bacia por trás do pontão leste, que, apesar da ausência de canais, caracteriza uma função concentradora de fluxo, originada, provavelmente, por sucessivos movimentos de massa no processo de recuo da vertente. Não tão características como as concavidades descritas por Meis (1981) e reeditadas em Moura e Silva (1998), para o médio vale do rio Paraíba do Sul e vale do rio Doce, pode-se considerar as unidades côncavas do relevo de Grumari como complexos de rampa de colúvio, de acordo com seus processos de evolução das vertentes por sucessivos movimentos de massa nas encostas e acúmulo de depósitos nos eixos de drenagem.

Figura 21: Mapa de morfologia das encostas

6.5 - MAPA DE DEPÓSITOS E SOLOS RESIDUAIS

Na tentativa de abranger todos os depósitos geomorfológicos e solos residuais que recobrem o substrato geológico da área, foi gerado o mapa de depósitos e solos residuais da figura 23. Este mapa registra, portanto, a distribuição dos depósitos sobre as encostas e baixada.

Formando toda a área de baixada encontramos o depósito de origem quaternária, caracterizado por areias quartzosas provenientes das transgressões marinhas neste último período geológico. Os colúvios com blocos espalham-se em grande área do anfiteatro, sobretudo nos eixos de drenagem caminho preferencial dos deslizamentos e nas porções média e inferior da encostas. Os materiais sem blocos estão associados à áreas eluviais nas porções superiores das encostas, onde predominam os solos residuais e em alguns pontos da média e da baixa encosta, onde os materiais são relativos ao retrabalhamento dos demais colúvios ou mesmo de solos residuais localizados. As encostas, recobertas de colúvios com blocos rochosos registram 60% da área de encostas, seguidas por 37% de áreas de colúvio sem blocos e solos residuais. Os demais 3% das encostas representam os afloramentos rochosos da área (Figura 24). A planície arenosa conta 37% da área total do anfiteatro, não incorporada ao gráfico.

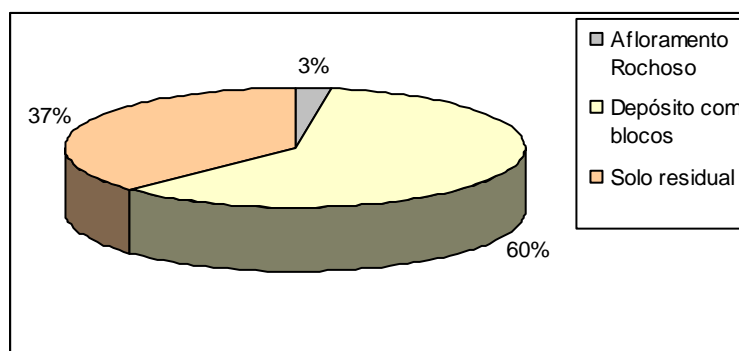


Figura 24: Percentual de depósitos com blocos e sem blocos.

Para a nossa análise são relevantes os depósitos de blocos e seus comportamentos hidrológicos, que com rápida drenagem garantem a estabilidade das encostas mesmo sob plantios de banana, como veremos à frente.

Figura 23: Mapa de depósitos e solos residuais

6.6 - MAPA DE VEGETAÇÃO E USO DO SOLO

A figura 25 traz o mapa de vegetação e das áreas de uso atual pela população. A vegetação típica de restinga recobre a planície costeira até atingir o fundo do anfiteatro onde, uma suposta formação de transição para a mata de encosta, foi ocupada pela população local e transformada em cultivos e pomares. Variando desde *scrubs*, *tickets* até formações arbóreas, a vegetação de restinga em Grumari representa o último remanescente significativo do município, daí sua importância para preservação.

A maior parte das encostas é coberta por Mata Atlântica, caracterizada por Velloso *et al* (1991) como mata pluvial submontana. No entanto, o uso secular da área para cultivos deixou apenas formações secundárias, caracterizadas, por observações de campo, pelas espécies como *Guarea guidonia*, *Tibouchina granulosa*, *Trema micrantha* e *Cecropia* sp., entre tantas outras dos estágios iniciais da sucessão vegetal. Estas formações apresentam-se fragmentadas e permeadas por cultivos de banana (*Musa* spp.). Os fragmentos espalham-se por todas as encostas, concentrando-se em algumas áreas maiores. Estas florestas são vistas na porção leste do anfiteatro, na porção central - norte e na porção noroeste, após os últimos cultivos de banana mais expressivos nesta direção. Outros pequenos fragmentos estão associados aos picos e entornos dos aforamentos rochosos, onde o solo ou a dificuldade de acesso deixou estas áreas fora do interesse dos agricultores.

As demais encostas são cobertas por cultivos de banana que se derramam desde as áreas de solos rasos na alta encosta, como na porção noroeste do anfiteatro, próximas ao divisor, aos depósitos coluviais com blocos, na média e baixa encosta. Além da porção noroeste, espriam-se, ainda, alguns cultivos próximos aos divisores da porção leste, que são áreas contíguas a cultivos da outra bacia, no reverso de Grumari, denominada vale de Piabas, onde os cultivos de banana ainda são muito efetivos.

Os percentuais de cobertura podem ser vistos no gráfico da figura 26, onde destacam-se, a floresta que domina 58% da área, seguida da área de cultivo de bananas com 14,8% da área. A restinga na planície costeira representa 13,2% da área, sofrendo perturbações, sobretudo em suas bordas próximas à praia. As áreas desmatadas contam 5,7%, incluindo a ocupação de entorno das casas, e os demais cultivos, 2,9%. Os outros usos contam percentuais pequenos ilustrados no gráfico.

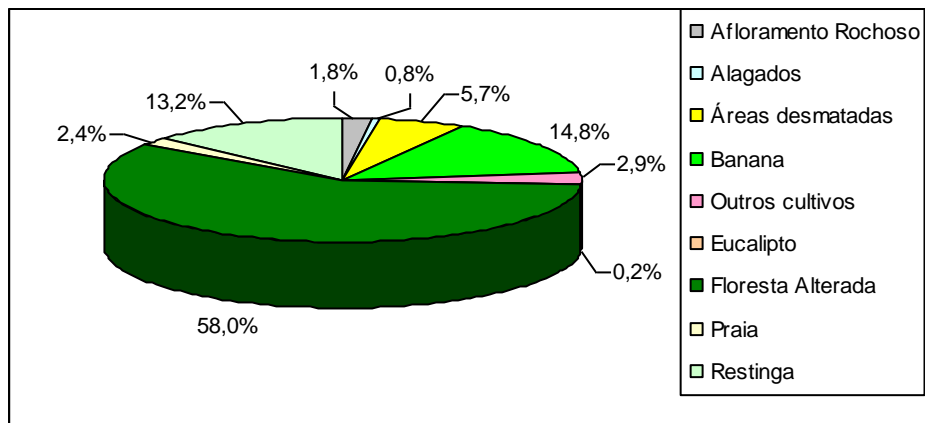


Figura 26: Percentual de coberturas vegetais e formas de uso do solo

Figura 25: Mapa de vegetação e uso do solo

6.7 - MAPA DE CONCENTRAÇÃO DE FLUXOS HIDROLÓGICOS

Este mapa (Figura 27) foi gerado a partir do cruzamento das classes de declividade com as formas das encostas, buscando relacionar a ocorrência de formas côncavas com áreas de alta e baixa declividade. As áreas côncavas de baixa declividade foram consideradas aquelas que mais concentram fluxo, sobretudo em suas ocorrências na baixa encosta, onde o aumento da área de recepção permite o acúmulo de fluxos. Por outro lado, encostas convexas ou retilíneas, dispersoras de fluxo, com alta declividade, permitem menos permanência ou acúmulo de água.

A média encosta côncava com baixa declividade, por sua vez, também é uma classe que permite a concentração de fluxos hidrológicos, principalmente nas encostas situadas abaixo dos paredões rochosos, pois, estes como superfícies pouco permeáveis, são responsáveis por injeções bastante contundentes de fluxo nas áreas subjacentes. Observando todas as classes, formadas em um total de dez, temos a distribuição percentual segundo a figura 32, somente para a área de encosta, sem a inclusão da área de planície.

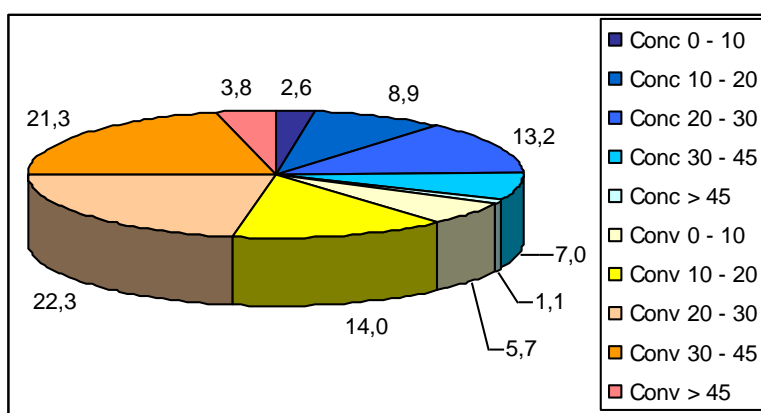


Figura 28: Percentual das classes de concentração de fluxo hidrológico.

Segundo o gráfico (Figura 28), os percentuais maiores são compostos pelas encostas dispersoras, principalmente as de declividade alta, entre 20 e 30° e de 30 a 45°, somando 43,6% da área de encosta, revelando a característica de drenagem rápida das bacias da área. Dentro das encostas côncavas predominam as declividades intermediárias entre 10 e 30°, com 22,1%, sendo também expressiva a classe entre 30 e 45° com 7% das encostas. Estas concavidades em encostas íngremes representam áreas de concentração de fluxos hidrológicos que, dependendo das características, relativas a espessura e permeabilidade dos solos e da funcionalidade hidrológica da vegetação e de

sua estrutura de enraizamento, podem representar riscos, no que diz respeito à estabilidade das encostas.

Figura 27: Mapa de concentração de fluxos hidrológicos

7 - CARACTERIZAÇÃO DA FLORESTA LOCAL

Um trecho da floresta local foi analisado em sua composição florística e estrutura, por meio da análise fitossociológica (Figura 29). Não se pretende tomá-lo como modelo representativo de todas as formações florestais do anfiteatro de Grumari, mas avaliar alguns efeitos do processo da construção da paisagem sobre a biodiversidade local. Neste sentido, objetivou-se apenas a caracterização da floresta local, buscando uma percepção dos efeitos gerados sobre as formações vegetais locais no processo de apropriação da paisagem pelos grupos sociais, historicamente, existentes na área. Trata-se de um trecho secundário da floresta Ombrófila Densa Submontana (Velloso *et al.*, 1991), proveniente da regeneração de bananais, e ainda bordejada por eles (ver localização da área no mapa de vegetação e uso do solo na figura 25). O termo biodiversidade aqui empregado procura ser o mais abrangente, considerando os aspectos estruturais, funcionais e composicionais, ou seja os níveis hierárquicos de organização do ponto de vista biológico, passando pelo ecológico e indo até as paisagens (Oliveira,1999). Para a caracterização fisionômica-estrutural da formação florestal em questão foram estabelecidas 10 parcelas de 10 x10 m (1.000m²). Este mesmo trecho foi utilizado para a análise hidrológica.



Figura 29: Aspecto do trecho de floresta secundária amostrada em Grumari

No estudo de composição florística feito para a área foram amostrados 84 indivíduos distribuídos em 26 espécies, 25 gêneros e 15 famílias, na área de 1.000 m²,

registrando, portanto, uma diversidade média de 2,6 espécies / 100m². Este mesmo valor foi encontrado por Oliveira (1999), na Ilha Grande, Rio de Janeiro, em uma área de floresta com 25 anos de abandono, após o manejo Caiçara. Da mesma forma que em seu estudo, nesta amostragem estão incluídas as espécies não identificadas, que somam duas dentre os 84 indivíduos amostrados. Guedes Bruni *et al.* (1993, *in* Oliveira, 1999), com o mesmo critério de inclusão, encontraram em Macaé de Cima, região serrana do Rio de Janeiro, 189 espécies em 1ha de Mata Atlântica. Leitão Filho *et al.* (1997, *in* Oliveira, 1999) encontraram em áreas de Mata Atlântica de encosta em Cubatão (SP) diversidade média de 145 espécies em 4.000m² com critério de inclusão para DAP > 6,3cm. Comparando a área de Grumari com outras áreas de floresta secundária utilizamos os dados encontrados por Delamônica (1997, *in* Oliveira, 1999) listados na tabela 1, abaixo:

Tabela 1 - Número de espécies em Grumari comparados com outros autores (modificado de Delamônica (1997, *in* Oliveira, 1999).

Idade	local	n de espécies	autor
50 anos	SP	145	Leitão Filho <i>et al.</i> (1993)
18 anos	SP	62	Nascimento (1994)
25 anos	RJ	138	Guedes (1988)
50 anos	SC	102	Sevegnani (1995)
50 anos	SP	121	Torezan (1995)
15 anos	SP	36	Tabarelli <i>et al.</i> (1993)
25 anos	SP	56	Tabarelli <i>et al.</i> (1993)
25 anos	Ilha Grande - RJ	70	Oliveira (1999)
30 anos	Grumari - RJ	27	Freitas,2003

Há de se considerar as diferenças metodológicas dos diversos autores, tanto em relação ao método utilizado para a amostragem, como em relação a seus critérios de inclusão e área total amostrada. Analisando apenas os valores absolutos, a área de Grumari apresenta o menor número de espécies encontradas. No entanto, considerando a área, a média de diversidade de espécies é condizente com os 2,7 de Oliveira (1999), como visto anteriormente. As espécies encontradas na área de estudo de Grumari estão listadas na tabela 2, abaixo:

Tabela 2 - Relação das espécies encontradas no trecho de floresta secundária em Grumari.

	Espécie	família	n. ind.
1	<i>Alchornea iricurana</i> Casar.	Euphorbiaceae	3
2	<i>Cecropia lyratiloba</i> Miquel.	Moraceae	2
3	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae	2
4	<i>Chorisia speciosa</i> St. Hil.	Bombacaceae	1
5	<i>Citrus</i> sp.	Rutaceae	3
6	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud.	Boraginaceae	1
7	<i>Croton</i> sp.	Euphorbiaceae	1
8	<i>Ficus gomeleira</i> Kunth & Bouché	Moraceae	1
9	<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	Phytolacaceae	2
10	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Slumer	Meliaceae	19
11	<i>Guarea macrophylla</i> Vall.	Meliaceae	4
12	Indeterminada 1	-	1
13	Indeterminada 2	-	1
14	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Tiliaceae	2
15	<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	Leguminosae	4
16	<i>Machaerium leucopterum</i> Pers.	Leguminosae	2
17	<i>Miconia calvescens</i> DC.	Melastomataceae	1
18	<i>Musa</i> spp.	Musaceae	21
19	<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.	Lauraceae	1
20	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) Macbr.	Leguminosae	2
21	<i>Piptadenia paniculata</i> Benth.	Leguminosae	1
22	<i>Psychotria alba</i> Ruiz & Pav.	Rubiaceae	1
23	<i>Rapanea ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Mez.	Leguminosae	1
24	<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax.	Sapindaceae	3
25	<i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) Schum.	Bignoniaceae	1
26	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Melastomataceae	1
	mortas		2
	Total		84

Apesar de ser excluída ao se trabalhar com a composição florística na Mata Atlântica, a bananeira é uma planta que nesta paisagem não pode ser desprezada, pois apresenta grande ocorrência dentro das formações florestais da área. Neste sentido, as bananeiras encontradas, mesmo que atrofiadas sob a sombra da floresta, foram contabilizadas nos cálculos fitossociológicos. Vale lembrar que, da mesma forma, as espécies do gênero *Citrus* foram também consideradas, ambas vistas como espécies exóticas introduzidas historicamente e que registram a presença do manejo de origem antrópica. Vale a pena lembrar que embora estes indivíduos ocupem uma determinada área do espaço florestado, sua longevidade é reduzida se comparada aos demais.

Destacando-se as principais características estruturais da formação temos a tabela 3:

Tabela 3 - Principais características estruturais da formação vegetal de Grumari

Características	Valores
indivíduos amostrados	84
área amostrada	1.000 m ²
número de espécies	26
densidade	840 ind./ha
n. de indivíduos/ espécie	3,2
área basal	40,3 m ² /ha
diâmetro médio	0,17 m
diâmetro máximo	0,81 m
coef. de variação dos diâmetros	79,6 %
altura média	8,7 m
altura máxima	27 m
coef. de variação das alturas	83 %
troncos múltiplos	16
árvores mortas em pé	2

O valor de área basal de 40,3 m²/ha é relativamente alto se comparado aos valores encontrados por Oliveira (1999) de 26,3 m²/ha para áreas com 25 anos de abandono e de 32,4 m²/ha para área com 50 anos. Em Oliveira (2002), no parque municipal de Rio das Ostras (RJ), a área basal total contabiliza 31,5m²/ha, também menor que o encontrado em Grumari. A altura máxima de 27m, está associada ao dossel, que adensa-se poucos metros abaixo, no entanto seu valor médio cai para 8,7m devido a grande quantidade de indivíduos de menor porte. Apesar de grande em quantidade, estes indivíduos menores não formam um sub-bosque adensado, dando o aspecto de uma mata aberta, como visto na foto 7.1. O valor de diâmetro comporta-se da mesma maneira, com valor médio baixo, mas com muita quantidade de ocorrências de árvores de maior porte, registrando 12 indivíduos com diâmetros superiores à 30cm. Isto é explicado por uma geração de indivíduos arbóreos mais antiga que prevaleceram como remanescentes nos antigos bananais. Outro aspecto que pode estar associado a este mesmo motivo, é o valor de densidade por área muito baixa em relação a formações associadas como em Irias *et al.* (no prelo), que encontrou 1214 a 1523 ind/ha. Isto pode

ser explicado por dois motivos: a) pelo manejo de podas usado nos cultivos de banana, surtindo efeito na sucessão subsequente, com aspecto de bosque aberto e/ou b) área amostral insuficiente. Esta segunda hipótese é menos provável, já que, para este parâmetro (densidade) a área de 1.000m² é usada por vários autores.

Os troncos múltiplos, que totalizam 15%, podem estar relacionados à rebrota dos tocos cortados e deixados vivos durante a época de plantio de banana para a área. Oliveira (1999) aponta este como principal mecanismo do processo de regeneração da Mata Atlântica sob o manejo Caiçara no sul fluminense. Para o autor, os troncos múltiplos observados em seu estudo estão associados à herança da roça preexistente.

As árvores mortas em pé representam um baixo percentual (2,3%) na área, com apenas 2 indivíduos mortos entre 84 amostrados. Em Oliveira (1999) encontramos valores menores de mortalidade, apenas em sua área climática, com 1,5%, enquanto que na floresta de 25 anos, equivalente ao tempo de Grumari, o percentual de indivíduos mortos em pé foi de 7,8%. Em Tabanez (1995), foram encontrados 11,3% de indivíduos mortos em 541 amostrados em uma área de floresta fragmentada em São Paulo. Segundo os autores o valor, bastante alto, está relacionado à fragmentação e isolamento da formação vegetal que sofre com o efeito de borda, não somente imediatamente após o isolamento, mas durante muito tempo depois. As formações florestais de Grumari são também fragmentadas com bordas associadas ao cultivos de banana, que apesar de menos impactante que uma área de pastagem ou de gramíneas com recorrência de fogo, permitem entrada de luz e, certamente, produzem algum tipo de isolamento. No entanto, o trecho amostrado possuía uma distância da borda de pelo menos 50 metros, diminuindo um pouco seus efeitos, pois em fragmentos no planalto paulista, Tabanez (1995) encontram efeitos de borda até 100m para o interior do fragmento. No entanto, em Grumari, a área amostral de apenas 1000m² não permite assumir o percentual de indivíduos mortos encontrados (2,3%) como representativo, pois seu aspecto fisionômico distancia-se em muito de áreas climáticas, não podendo manter percentuais de mortas tão baixos.

Do ponto de vista fitossociológico o comportamento das espécies segue os parâmetros da tabela 4, onde estão listados a densidade relativa, frequência relativa, dominância relativa, valor de importância e valor de cobertura.

Tabela 4 - Relação das espécies e parâmetros fitossociológicos: DRs - densidade relativa por espécie, FR - frequência relativa, DoRs - dominância relativa por espécie, VI - valor de importância e VC - valor de cobertura.

<i>Espécie</i>	n. ind.	DRs	FR	DoRs	VI	VC
1 <i>Guarea guidonia</i> (L.) Slumer	19	22,6	12,96	49,56	85,14	72,18
2 <i>Musa</i> spp.	21	25,0	11,11	5,44	41,55	30,44
3 <i>Cedrela odorata</i>	2	2,4	3,70	8,68	14,77	11,06
4 <i>Ficus gomeleira</i> Kunth & Bouché.	1	1,2	1,85	11,53	14,57	12,72
5 <i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	4	4,8	7,41	0,81	12,97	5,57
6 <i>Guarea macrophylla</i> Vall.	4	4,8	5,56	1,49	11,80	6,25
7 <i>Piptadenia gonoacantha</i> Benth.	2	2,4	3,70	5,26	11,35	7,64
8 <i>Citrus</i> sp.	3	3,6	5,56	0,18	9,30	3,75
9 <i>Alchornea iricurana</i> Casar.	3	3,6	1,85	3,94	6,98	5,13
10 <i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) Schum.	1	1,2	3,70	0,68	7,95	4,25
11 <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax.	3	3,6	3,70	0,35	6,44	2,73
12 <i>Machaerium leucopterum</i> Pers.	2	2,4	3,70	0,33	6,41	2,71
13 <i>Galesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	2	2,4	1,85	2,60	5,65	3,79
14 <i>Chorisia speciosa</i> St. Hil.	1	1,2	3,70	1,11	7,19	3,49
15 <i>Cecropia lyratiloba</i> Miquel.	2	2,4	5,56	1,08	10,21	4,65
16 <i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.	1	1,2	1,85	1,81	4,85	3,00
17 Indeterminada 1	1	1,2	1,85	1,66	4,70	2,85
18 <i>Piptadenia paniculata</i> Benth.	1	1,2	1,85	1,46	4,50	2,65
19 <i>Luehea divaricata</i> Mart.	2	2,4	1,85	0,44	3,48	1,63
20 <i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. Ex Steud.	1	1,2	1,85	0,27	3,32	1,46
21 <i>Rapanea ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Mez.	1	1,2	1,85	0,25	3,29	1,44
22 <i>Croton</i> sp.	1	1,2	1,85	0,21	3,25	1,40
23 <i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	1	1,2	1,85	0,18	3,22	1,37
24 <i>Miconia calvescens</i> DC.	1	1,2	1,85	0,05	3,09	1,24
25 Indeterminada 2	1	1,2	1,85	0,05	3,09	1,24
26 <i>Psychotria alba</i> Ruiz & Pav.	1	1,2	1,85	0,05	4,28	2,43
mortas	2	2,4	3,70	0,55	6,64	2,93
Total	84	100	100,0	99,99	299,9	199,9

O valor de dominância relativa (49,56%) revela a preponderância da espécie *Guarea guidonia* (carrapeta ou carrapeteira) na floresta local de Grumari, seguida de longe da espécie *Ficus gomeleira* (figueira) com 11,53% de dominância relativa. No caso da figueira, sua dominância está associada ao fato desta espécie não ser cortada nos cultivos anteriores, uma vez que a planta é valorizada culturalmente como sagrada, por ser citada na Bíblia, pelas populações tradicionais do sul-fluminense (Oliveira, 1999). Com isso, os indivíduos do gênero *Ficus* são poupados do corte quando são implementados os cultivos, mantendo-se remanescentes e constituindo fonte de propágulos e habitat de outras espécies, para posterior regeneração da área. Isto é também visto em Grumari, com a presença de vários destes indivíduos entre os cultivos

de banana na área. No entanto, vale ressaltar que em nossa análise, este valor (11,53%) para dominância relativa da *Ficus gomeleira*, está associado a apenas um indivíduo com DAP de 76cm.

Para *Guarea guidonia*, sua dominância é relativa a 19 indivíduos, sendo que a média de seus diâmetros registra 25cm, enquanto que a média para todas as espécies foi de 17cm. Além disso 1/4 dos indivíduos de *Guarea guidonia* têm diâmetro maiores que 30cm, sendo que a maior atingiu 80cm. Do ponto de vista estrutural desta floresta, esta espécie desempenha papel fundamental na fisionomia e estratificação (85,14 do Valor de Importância), ou seja, abarca mais de 1/3 de todo este parâmetro. Portanto, sua distribuição é um dos aspectos responsáveis pelo comportamento hidrológico deste trecho amostrado.

Os valores de densidade relativa são preponderantes para as bananeiras residuais de antigos cultivos, do gênero *Musa*, acompanhada da espécie *Guarea guidonia*, novamente. Para as demais espécies os valores de densidade caem e aparecem uma grande quantidade de espécies com valores de densidade muito baixos. Segundo Tabanez (1995) os valores baixos de densidade podem comprometer a sustentabilidade destas espécies, em relação à capacidade de reprodução e à endogamia. Nenhum estudo foi feito neste sentido, no entanto, ainda entra em questão, a este respeito, a facilidade de trânsito da fauna nos bananais para as espécies dispersoras da flora local.

Para a estrutura do trecho florestal estudado foram analisadas, a partir do diâmetro a altura do peito (DAP) e altura, os parâmetros influentes nos processos hidrológicos. A primeira visão dos extratos da floresta local podem ser ilustrados pelo gráfico da figura 30, onde vemos a distribuição dos indivíduos por classes de altura.

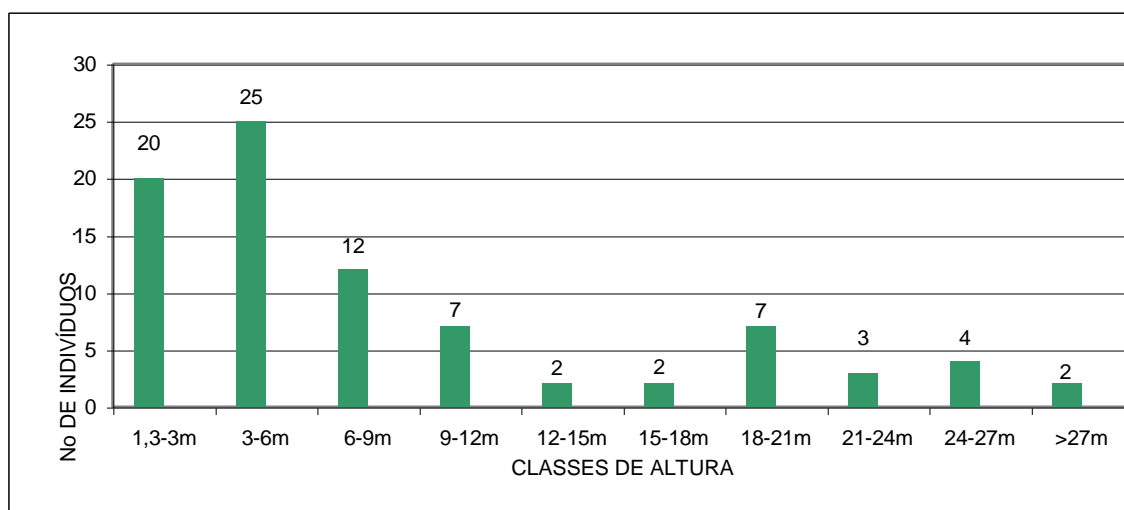


Figura 30 - Histograma de distribuição das alturas dos indivíduos vegetais amostrados

Podemos notar que há uma estratificação marcada por indivíduos de porte pequeno, compondo o sub-bosque. A partir de 9 metros o estrato arbóreo aparece com indivíduos escalonados até a alturas superiores a 24 metros, onde ocorrem poucas emergentes. Vale lembrar que o dossel sofre o efeito da declividade da encosta, tendo uma distribuição mais heterogênea no que diz respeito às entradas de luz e chuva.

O gráfico mostra um predomínio da classe entre três e seis metros, evidenciando a maior ocorrência das plantas no sub-bosque. Este estrato é composto, tanto por plantas arbustivas e subarbustivas típicas do sub-bosque, como também, por indivíduos arbóreos em crescimento, o que denota o processo de regeneração da floresta local. Somam-se, ainda, as classes anterior e posterior de um e três metros e de seis a nove metros, também com grande expressão na área. As classes maiores registram o predomínio de 18 a 21 metros que está associada ao dossel superior da floresta, com uma densidade maior até alturas de 27 metros. Esta distribuição do dossel superior registra um intervalo de indivíduos entre 12 e 18 metros, que pode estar associado a efeitos do manejo da área por cultivos anteriores. Além da grande quantidade de bananeiras e presença de cítricos, na época dos cultivos algumas árvores podem ter sido deixadas, formando, hoje, a classe mais elevada do dossel, como as paineiras (*Chorisia speciosa*) e figueiras (*Ficus* sp.).

Observando a distribuição de diâmetros para a floresta local (agrupados em classe de cinco centímetros), podemos notar na figura 31 o predomínio da classe de cinco a dez centímetros, com 41 indivíduos amostrados.

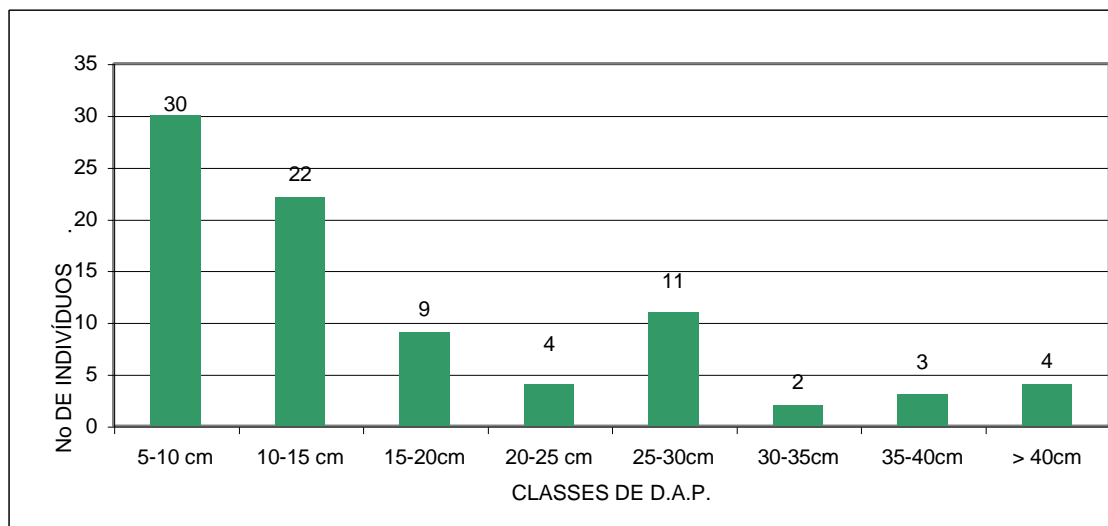


Figura 31: Histograma de distribuição dos diâmetros dos troncos à altura do peito (DAP)

A classe menor, iniciando-se em 5 cm, e a classe seguinte de 10 a 15 cm, constitui 66 indivíduos entre os 84 amostrados. A grande maioria dos indivíduos compõe estas classes menores ressaltando a característica jovem da formação, enquanto que novamente está marcada o intervalo de diâmetros intermediários e a presença de mais indivíduos em classes maiores, 25 a 30 cm.

Analisando as duas espécies com maiores índices de Valor de Importância (VI) para a área, temos os gráficos de diâmetro à altura do peito para as bananeiras (*Musa* sp.) e carrapeteiras (*Guarea guidonia*) nas figuras 32 e 33.

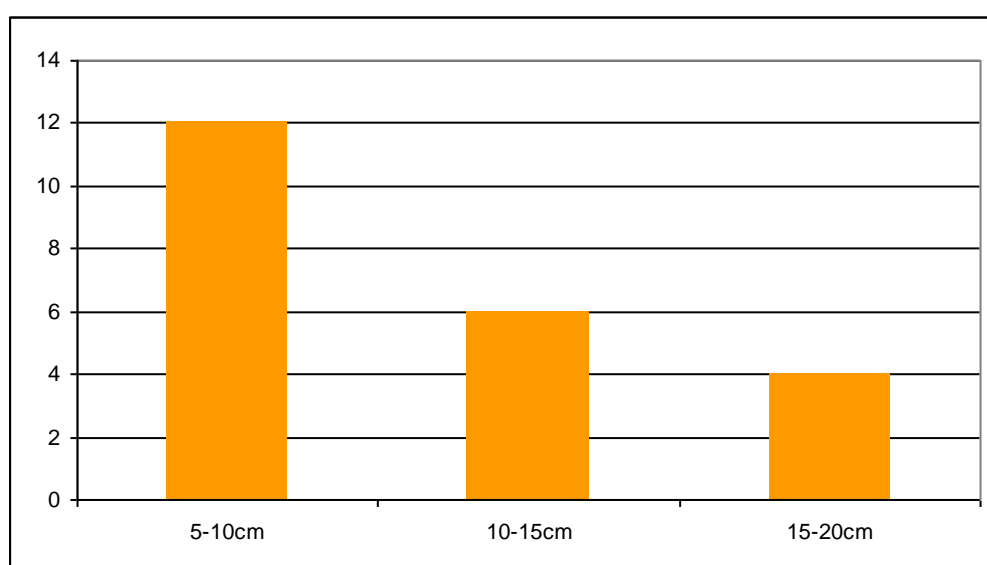


Figura 32: Histograma de distribuição dos diâmetros para indivíduos do gênero *Musa* (bananeira).

Para as bananeiras, os valores apresentam-se predominantemente baixos. No entanto, os indivíduos finos são relativos, não ao recrutamento, mas à atrofia das plantas sob a sombra da floresta, registrando a sobrevivência dos remanescentes de antigos cultivos. Tratam-se de indivíduos não produtivos, não contabilizando como cultivo.

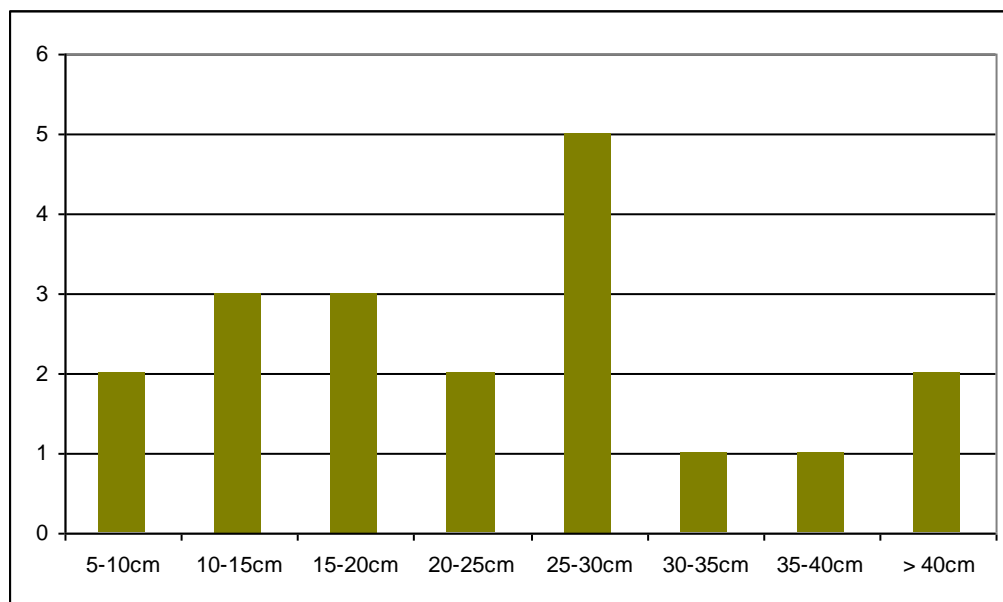


Figura 33: Histograma de distribuição de diâmetros para os indivíduos da espécie *Guarea guidonia* (carrapeteira).

Já no caso das carrapeteiras, o gráfico evidencia sua característica dominante, com expressões em todas as classes e destaca a classe de 25 a 30cm, onde indivíduos mais antigos predominam na formação do dossel superior. Somado ao baixo recrutamento, evidenciado pelos valores pequenos das classes de cinco a dez centímetros, pode-se afirmar que ocorre uma estagnação no processo sucessional para esta espécie, ou seja, se o trecho amostrado evoluir sucessionalmente esta espécie tenderá a desaparecer. No entanto o processo sucessional pode estar estagnado pela própria dominância desta espécie com tal comportamento.

Baseado nesta análise, em relação a composição e estrutura do trecho florestal em Grumari, resta questionar se o processo de indução da preservação que vem sendo conduzido pela prefeitura é suficiente para a sustentabilidade das florestas no local, além de justificar a remoção da população local. Além da beleza cênica, a diversidade de espécies e a condição sucessional da floresta local não justificam o isolamento da área sob a ótica preservacionista pura. A ausência de manejo para a conservação dos

fragmentos pode levar à regressão ou, pelo menos, à estagnação do processo sucessional. No interior de São Paulo, Vianna *et al.* (1992) são categóricos, quando afirmam que os fragmentos devem ser manejados para sua sustentabilidade. Obviamente, a realidade em Grumari é outra enquanto dinâmica geográfica de pressões, mas a situação ecológica dos fragmentos não é assim tão distante. Conseqüentemente, uma estratégia de manejo para as florestas da área devem ser pensadas no plano de intervenções para a unidade de conservação (seja qual for o tipo de unidade).

8 - FUNCIONALIDADE HIDROLÓGICA

Dados hidrológicos são de extrema importância no que diz respeito aos processos erosivos e perdas de solos nos cultivos, à estabilidade das encostas, ciclagem de nutrientes, planejamento do uso do solo e qualidade da água. No caso estudado, uma das questões que preocupa os planejadores no município do Rio de Janeiro diz respeito aos cultivos de banana, principalmente presentes na Zona Oeste, justamente na direção da expansão da cidade. Vale ressaltar que esta preocupação está voltada a dois aspectos principais: erosão das encostas e conservação da biodiversidade. Os processos hidrológicos existentes nas encostas, onde o tecido florestal foi substituído por cultivos de banana, serão apresentados neste capítulo, passando por alguns dos componentes de fluxos descritos anteriormente. Esta pesquisa vem contribuir no sentido de gerar subsídios para a compreensão do processo erosivo nas encostas com plantações de banana, a fim de embasar a argumentação para o direcionamento das ações de planejamento para estas áreas. As justificativas a cerca do problema da erosão causado pelas bananeiras são ainda pouco fundamentadas. Obter dados científicos sobre estes processos torna-se essencial para o planejamento e integração dos diferentes atores sociais que ali vivem, ou canalizam seus interesses.

Este capítulo, portanto, discute as questões referentes à funcionalidade hidrológica das áreas que estão voltadas ao plantio de bananas, observando-se desde as entradas de chuvas até a infiltração nos solos sob este cultivo. Como visto nos procedimentos metodológicos, estes resultados são comparados entre três áreas distintas: a) plantio de bananas; b) plantio de bananas sem "roçada" com processo inicial de regeneração e c) ambiente florestal caracterizado por uma mata secundária abandonada há mais de vinte cinco anos.

8.1 - PRECIPITAÇÃO

A precipitação é um importante fator controlador do ciclo hidrológico e, portanto, da regulagem das condições ecológicas e geográficas de uma determinada região. Os eventos de precipitação podem ser gerados por diversos mecanismos: convectivos, orográficos e frontais e podem possuir abrangência regional ou local. As chuvas convectivas são geradas pela simples condensação do vapor d'água por sua subida na atmosfera. O relevo possui um papel semelhante ao criar uma barreira para a

convecção dos ventos úmidos e a conseqüente precipitação de origem orográfica. Por fim, o mecanismo frontal ocorre a partir do confronto de massas de ar de propriedades físicas distintas, onde a instabilidade térmica promove a precipitação (Coelho Netto, 2001). Segundo Brandão (2001), este último mecanismo tem forte influência nas chuvas geradas no Rio de Janeiro, posicionada na "região transicional de conflito entre os sistemas atmosféricos polares e intertropicais". Obviamente o sítio geomorfológico da cidade também favorece a associação com o mecanismo orográfico. Como ressalta a autora, o efeito dos maciços montanhosos e a proximidade com o mar influenciam a distribuição geográfica dos valores pluviométricos, bem como o sistema de ventos. Para Coelho Netto (2001), os mecanismos locais podem se sobrepor aos efeitos das perturbações frontais, sendo os principais responsáveis pelas variações quantitativas das chuvas que se precipitam sobre um determinado espaço geográfico. Brandão (2001) afirma: "as características topográficas da cidade do Rio de Janeiro, englobando sítios bastante variados, aliadas às peculiaridades do seu quadro litorâneo e às diferenças geradas pela própria estrutura urbana (...) geram um quadro climático, também, complexo, uma vez que significativas variações espaço-temporais em escalas topo e microclimáticas são perceptíveis em função da atuação dos componentes geocológicos e de uso do solo" (p.69). Desta forma, temos como principal característica da condição de pluviosidade para o Rio de Janeiro "uma variabilidade climática expressa principalmente através de desvios pluviométricos, tanto positivos como negativos" (p.81). Considerando as médias anuais de registros, desde 1851, na estação principal da cidade do Rio de Janeiro (Praça XV), a pluviosidade média anual registra 1100mm, tendo oscilado neste período de 700mm a 2000mm, nos anos mais secos e mais chuvosos. O clima do Rio de Janeiro é caracterizado por estações secas e chuvosas bem definidas. O período chuvoso mais marcado de dezembro a março registra uma média de 534mm, com mínima de 300mm e máxima de 1000mm, registrando de 60 a 90% do total anual. O mês de fevereiro registra as maiores oscilações em todo o período, com média de 125mm, tendo variado de 400mm a totalmente seco (Brandão, 2001).

Para a área de Grumari, no sudoeste da cidade do Rio de Janeiro, os mecanismos frontais são particularmente importantes e somados às características do relevo, com repentino aclave da planície marinha até a cota de 450m aproximadamente, garantem uma pluviosidade compatível com a média da cidade do Rio de Janeiro: 1107mm para um ano dentro da série amostral de mensuração, entre setembro de 2001 a setembro de

2002, com período de chuvas de dezembro a março com registro de 503,2 mm (45,5% do total anual), também compatíveis com os valores supracitados.

A figuras 34 e 35 mostram os mapas da distribuição pluviométrica do município do Rio de Janeiro, gerada a partir dos dados disponibilizados pela GEORIO (Serviço de Geotecnia da Cidade do Rio de Janeiro), em seu programa Alerta Rio, para prevenção de enchentes e deslizamentos na cidade. Os anos usados foram os de 2001 e 2002 e a partir das coordenadas das estações e seus dados foram traçadas as isoietas, que demonstram que a área estudada está situada em uma condição de menor precipitação em relação ao resto do município. O regime de chuvas pode ser observado nos gráficos da figura 36, gerados para os anos de 2001 e 2002, a partir da média de todas as estações disponíveis. Os gráficos marcam a estação mais seca no inverno e maiores entradas de precipitação no verão, confirmando os autores citados anteriormente. A figura 37 traz a série amostral de Grumari para as comparações desta com o regime regional das chuvas.

Figura 34: Mapa da distribuição pluviométrica no município do Rio de Janeiro para 2001.

Figura 35: Mapa da distribuição pluviométrica no município do Rio de Janeiro para 2002.

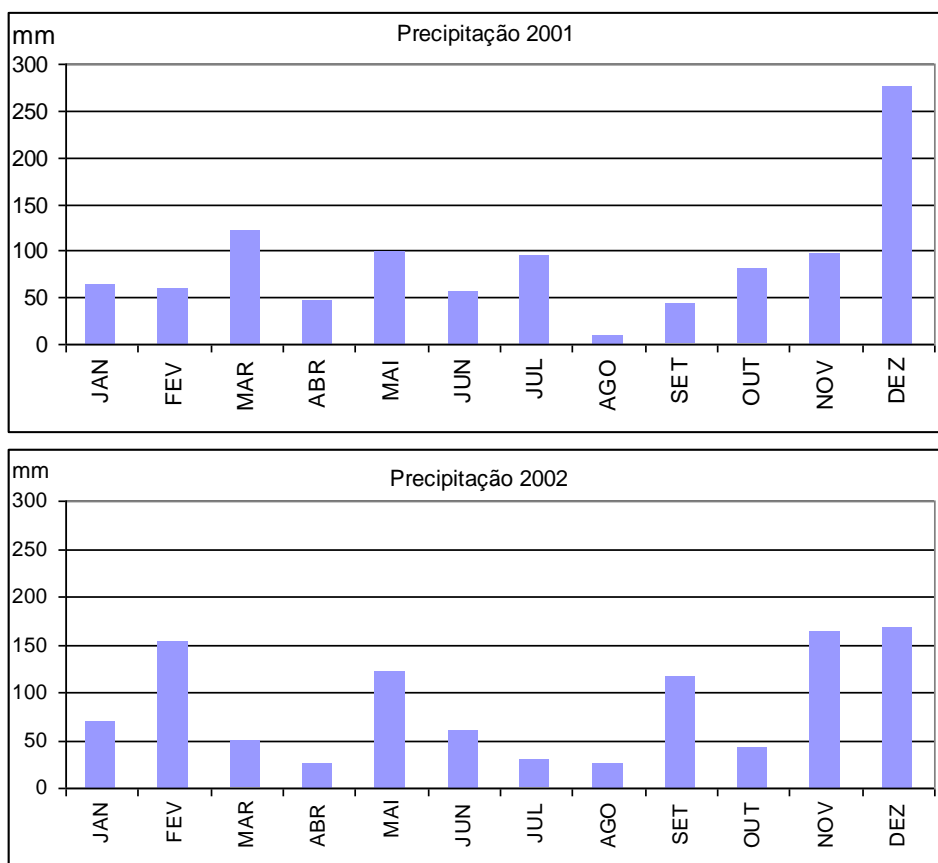


Figura 36: Precipitação em 2001 e 2002 - Município do Rio de Janeiro (Fonte GEORIO)

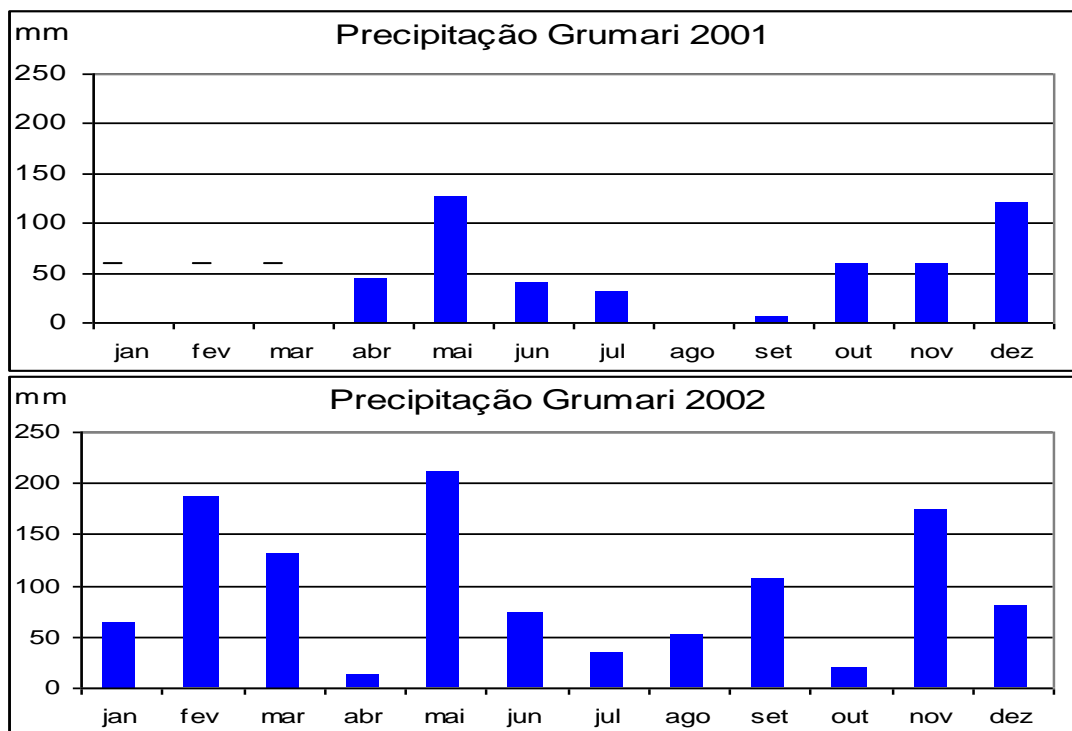


Figura 37: Precipitação na estação de Grumari, dividida nos dois anos de amostragem com início da série amostral em abril de 2001.

Comparados à série amostral em Grumari no gráfico da figura 37, podemos perceber o comportamento semelhante no regime de chuvas para a média das estações do município. No entanto, o ano de 2001 registra para Grumari uma condição de menor entrada de chuvas do que a média do município do Rio de Janeiro. Se observarmos o mapa da figura 34, no ano de 2001, percebemos que esta diferença é dada pela própria distribuição geográfica das chuvas, onde a extremidade sudoeste do município registrou menores valores. Para o ano de 2002, percebemos no gráfico da figura 37 que em Grumari ocorreu maior quantidade nas chuvas, em comparação ao regime municipal. Nos dois anos amostrados o mês de maio é marcado por chuvas maiores, que destoam dentro do gráfico, mas que de certa forma estão presentes, apesar de diluídas, no regime municipal. Podemos inferir que esta pluviosidade é relativa às entradas dos sistemas frontais comuns neste mês e que encontram em Grumari uma das primeiras barreiras orográficas ao entrarem no continente, nesta porção do município de Rio de Janeiro.

Vale ainda analisar os dados de chuvas mensais, comparado-os às estações locais mantidas pela GEORIO. As estações mais próximas são Guaratiba e Grota Funda, respectivamente a oeste e norte do anfiteatro de Grumari. Seus dados estão registrados no conjunto de gráficos da figura 38.

Pode-se perceber que a precipitação em Grumari acompanha a precipitação mensal das áreas adjacentes não apresentando valores tão díspares. No ano de 2001, seus valores apresentam-se relativamente menores, enquanto que em 2002 os valores, de uma forma geral, situam-se entre os registros de uma estação e outra. Apesar de encontrar-se também próxima ao litoral, a estação pluviométrica de Guaratiba registra chuvas menores que Grumari, enquanto, mesmo situada no reverso da serra local, a estação da Grota Funda obtém maior índice de precipitação na maioria dos eventos. Estas observações podem estar associadas ao efeito orográfico tanto em Grumari, onde a estação situa-se na encosta, quanto em Grota Funda, ainda sob influência do relevo local, com altitude insuficiente para restringir as nuvens apenas ao litoral. A estação de Guaratiba, por sua vez, situa-se na planície costeira local, relativamente mais distante da influência das montanhas e por isso registra menores valores.

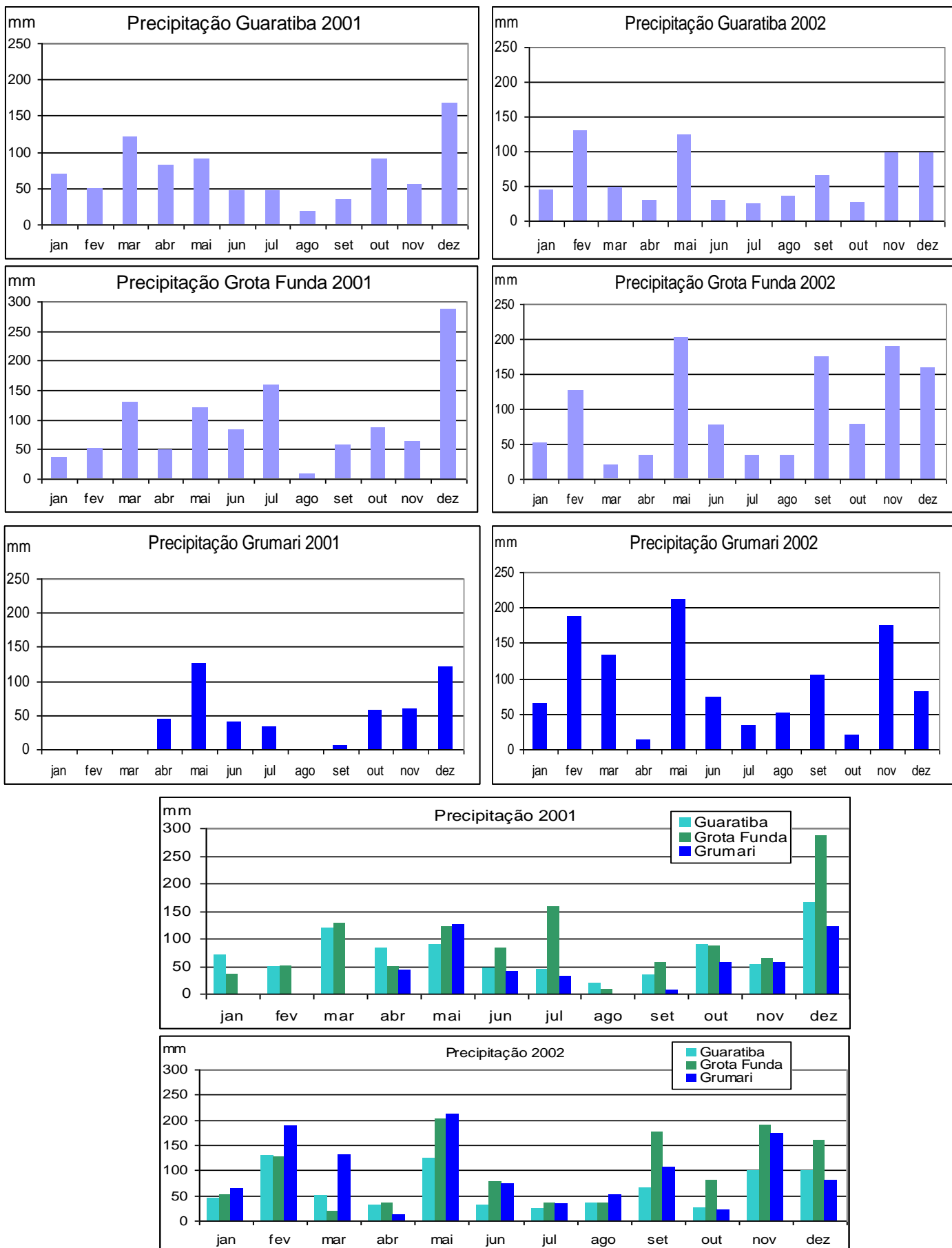


Figura 38: Precipitação nas estações Grota Funda, Guaratiba (Fonte GEORIO) comparados a Grumari.

8.2 - FLUXO DE ATRAVESSAMENTO

As mensurações sobre a quantidade de chuva interceptada pela cobertura vegetal são feitas a partir da diferença entre a precipitação total e os fluxos de atravessamento e tronco, vistos como excedentes da capacidade de interceptação pelas copas. Jong *et al.* (2000) sistematizam o processo de interceptação em três fases: **a)** a primeira inicia-se com a chuva, quando as copas interceptam a grande maioria das gotas de chuva e muito poucas conseguem atravessar diretamente o dossel sem nenhum contato; as copas conseguem reter uma certa quantidade da chuva total e atingem a capacidade de saturação; **b)** a segunda começa quando a capacidade de estocagem pelas copas é excedida e escoam para o interior da floresta, seja pelo tronco ou pelo atravessamento e **c)** inicia-se com o fim da chuva quando entra em fase de secagem. Neste sentido, serão aqui apresentados em primeiro lugar os valores de atravessamento seguidos dos valores de fluxo de tronco para então concluirmos, nesta seqüência, os valores de interceptação.

No caso dos bananais, espera-se encontrar um processo hidrológico completamente alterado, à medida que o tecido florestal e toda sua funcionalidade hidrológica foram substituídos por uma estrutura de vegetação distinta. Desde o dossel formado pelas copas com suas arquiteturas próprias, a composição e estrutura da serrapilheira que recobre os solos, até a zona de raízes dos vegetais, as estruturas responsáveis pela geração de fluxos hidrológicos foram modificadas. Conseqüentemente, é esperado que o caminho desenvolvido pela água, iniciando-se com a entrada da precipitação até sua infiltração no solo, tenha sido, também, alterado, assim como sua movimentação dentro do solo. Putuhena e Cordery (2002), ao avaliarem as modificações provenientes da transformação das florestas de eucalipto em plantações de *Pinus sp.*, registram um aumento das perdas por evaporação da chuva interceptada pelas copas e pela serrapilheira, acompanhadas da diminuição do escoamento superficial. Seus estudos indicam uma situação de equilíbrio, onde o fluxo do canal e a estocagem de água nos solos são menores do que sob a floresta nativa. Post e Jones (2001), em florestas secundárias decíduas, apontam a interceptação como o principal mecanismo para o aumento de água nas bacias de drenagem. Por outro lado, Zimmermann *et al.* (1999) afirmam que a interceptação é uma das principais responsáveis pelas taxas de evapotranspiração em climas úmidos. Em busca de entender as modificações funcionais, provocadas durante a transformação da paisagem no processo de substituição florestal por plantações de banana, diversas investigações

foram conduzidas gerando as análises que serão apresentadas a seguir. Os fluxos gerados dentro das plantações de banana foram comparados à floresta local, como explicitado na metodologia.

A quantidade de claros no dossel influencia o processo de interceptação, enquanto que a disposição dos indivíduos vegetais, seja árvores e arbustos ou toiceiras de banana, influencia, por sua vez, a redistribuição dos fluxos hidrológicos para a geração da precipitação terminal, cujas contribuições são provenientes do fluxo de atravessamento e do fluxo de tronco. Aparentemente, as fisionomias das duas coberturas vegetais nos levam a crer que a cobertura florestal é mais fechada e toda a revisão da literatura aponta a grande eficiência da floresta no processo de interceptação. No entanto, não é isso que os resultados obtidos por este estudo demonstram.

Analisando os valores do fluxo de atravessamento na tabela 5, assim como no gráfico da figura 39, vemos que, em média, a chuva que atinge o piso florestal é maior do que aquela que atinge o piso de um plantio de bananas. As médias apresentadas demonstram que, na série amostral de 21 meses, para uma média mensal de precipitação de 41,8mm, 32,1mm em média atravessam as copas da árvores contra 23,8mm que atravessam as copas de um bananal e 25,2mm no ambiente de regeneração. O desvio padrão e o coeficiente de variação elevados representam a variabilidade temporal ao longo da série, relativa a variação dos próprios valores de chuva.

Tabela 5: Valores médios de precipitação e atravessamento (mm).

Atravessamento (mm)	banana	regeneração	floresta	P Total
média	23,8	25,2	32,1	41,8
desvio padrão	25,4	20,8	30,3	29,9
coeficiente de variação	106,4	82,5	94,4	71,5

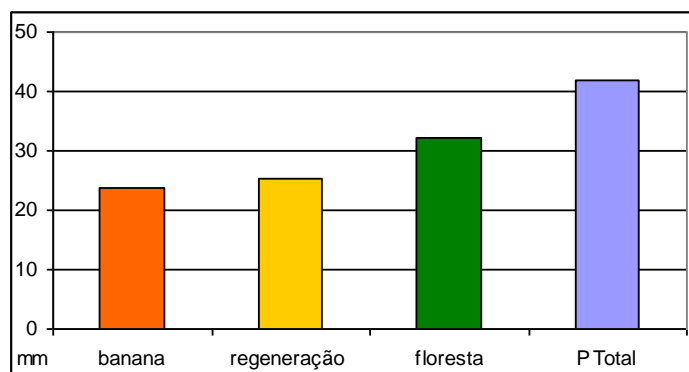


Figura 39: Médias de atravessamento em valor absoluto nos três tratamentos

A representação destes valores absolutos em percentual médio para as chuvas que atravessaram os dosséis demonstra realmente uma menor eficiência das copas florestais em reter a precipitação ou enviá-las para o tronco, garantindo um percentual de 70,8 de atravessamento para o interior da floresta, contra 48,4% no ambiente de plantio e 59,1% no ambiente de plantio com regeneração (ver tabela 6 e o gráfico da figura 40). A diferença percentual média de mais de 20% da chuva atingindo o piso florestal, pelo atravessamento em relação ao bananal, reflete esta menor eficiência na interceptação florestal, de certa forma, inesperada. Obviamente, vale lembrar que estamos nos referindo a uma floresta secundária pouco estruturada, como já visto no capítulo sobre a vegetação local. No entanto, vale lembrar, também, que é sobre esta mesma floresta que recaem os atuais interesses preservacionistas. Em Porto Rico, Scatena (1990), em florestas tropicais conservadas, registrou 59% de fluxo de atravessamento. Nas mesmas florestas, Schellekens (2000) encontrou um valor de 45,6%. Estes valores, relativamente mais baixos, estão associados certamente às diferenças na estrutura da vegetação que, em seus estudos, possui três estratos bem definidos, até a altura de 25 metros do dossel. Huber e Iroumé (2001) encontram, para florestas latifoliadas no Chile, o valor de 55% de atravessamento e para floresta de coníferas este valor aumenta para 86% da precipitação.

Tabela 6: Percentuais médios de precipitação e atravessamento (%).

Atravessamento (%)	banana	regeneração	floresta
média	48,4	59,1	70,8
desvio padrão	28,5	27,2	29,6
coeficiente de variação	58,8	46,0	41,8

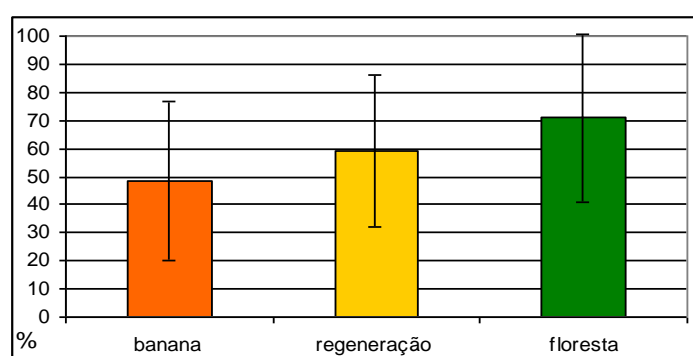


Figura 40: Percentuais médios de atravessamento nos três tratamentos.

Os valores absolutos, dados em milímetros, gerados ao longo da série amostral (21 meses) podem ser vistos no gráfico da figura 41, onde os registros semanais de atravessamento são comparados entre os três tratamentos e vistos enquanto resposta às

entradas de precipitação. É possível notar que, na maior parte dos casos, o atravessamento é realmente maior no ambiente florestal, restando poucos casos em que a chuva interna no bananal supera a da floresta, enquanto que na regeneração, o atravessamento oscila bastante entre os comportamentos dos outros tratamentos. Obviamente os valores de atravessamento guardam uma relação direta com a magnitude das chuvas, mostrando uma equivalência nas respostas frente aos valores das entradas, melhor analisado nos gráficos de relação mais adiante.

Para compreendermos melhor o comportamento das respostas de atravessamento de forma comparativa entre os três tratamentos, os valores foram transformados em sua representatividade como percentual da chuva total e colocados no gráfico da figura 42. Por este gráfico podemos perceber as variações nos valores frente aos eventos, bem como o nítido comportamento menos eficiente da floresta na retenção das chuvas pelas copas, mantendo seus valores, na maioria dos casos, acima dos valores do atravessamento no bananal. Apenas cinco vezes em 39 eventos registrados, os valores de atravessamento dentro dos bananais foram maiores que na floresta. Enquanto que a área sob regeneração oscila freqüentemente, além e aquém dos valores registrados para a floresta; mesmo assim somente em 12 vezes em 39 eventos são registrados valores maiores. Na maioria dos casos, o ambiente florestal respondeu com maiores entradas de chuva pelo fluxo de atravessamento, do que os plantios de banana. Ignorando o fluxo de tronco, pode-se adiantar uma melhor eficiência na interceptação das chuvas pelos bananais.

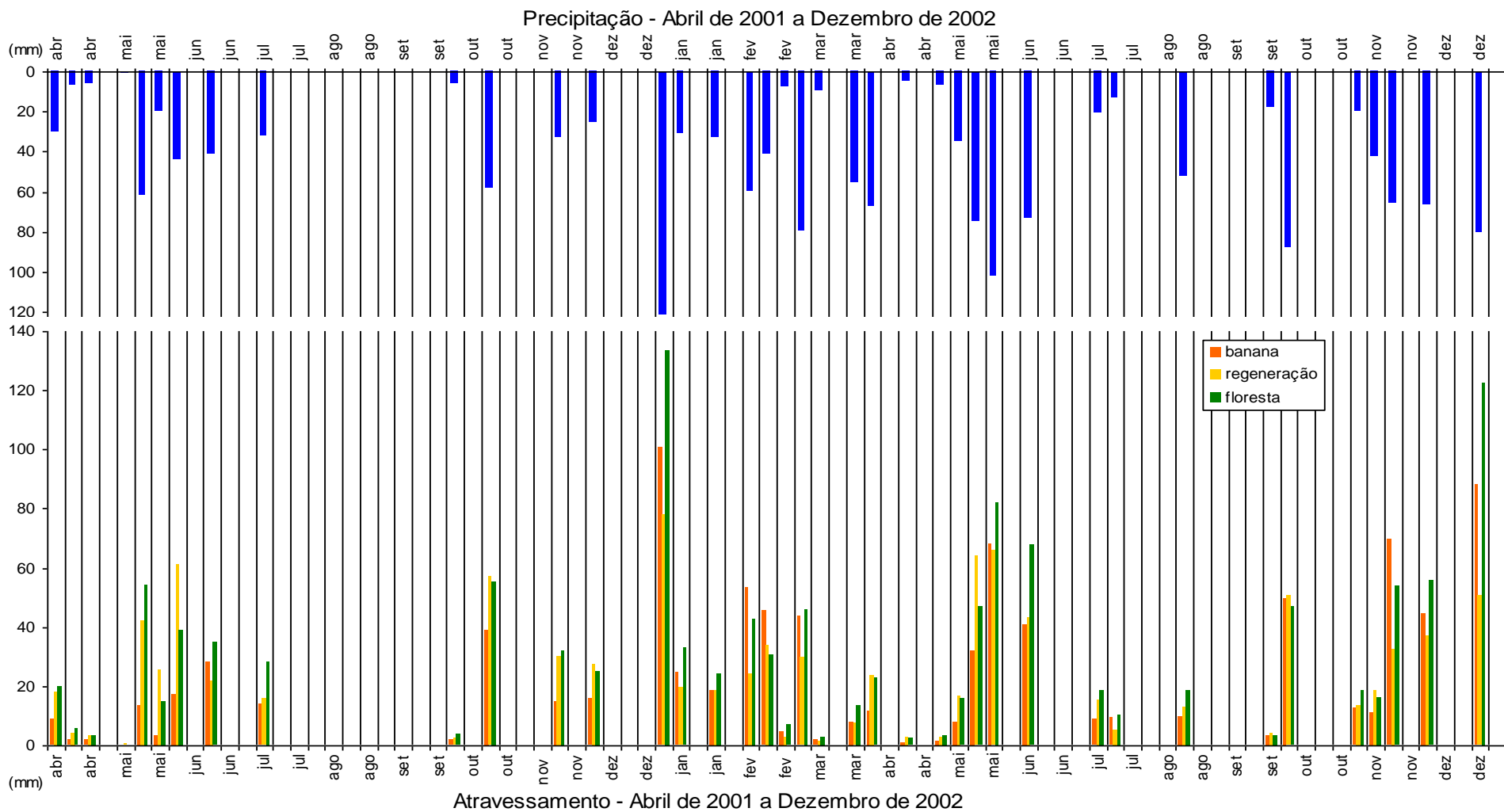


Figura 41: Fluxo de atravessamento frente às entradas de precipitação (mm) - série amostral com valores semanais para os três tratamentos

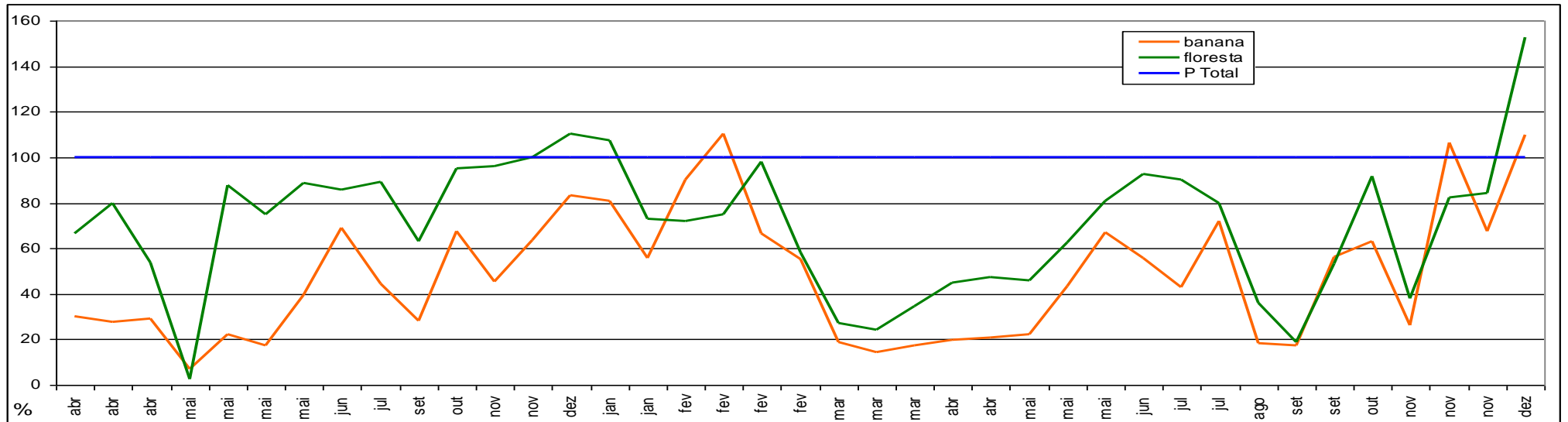
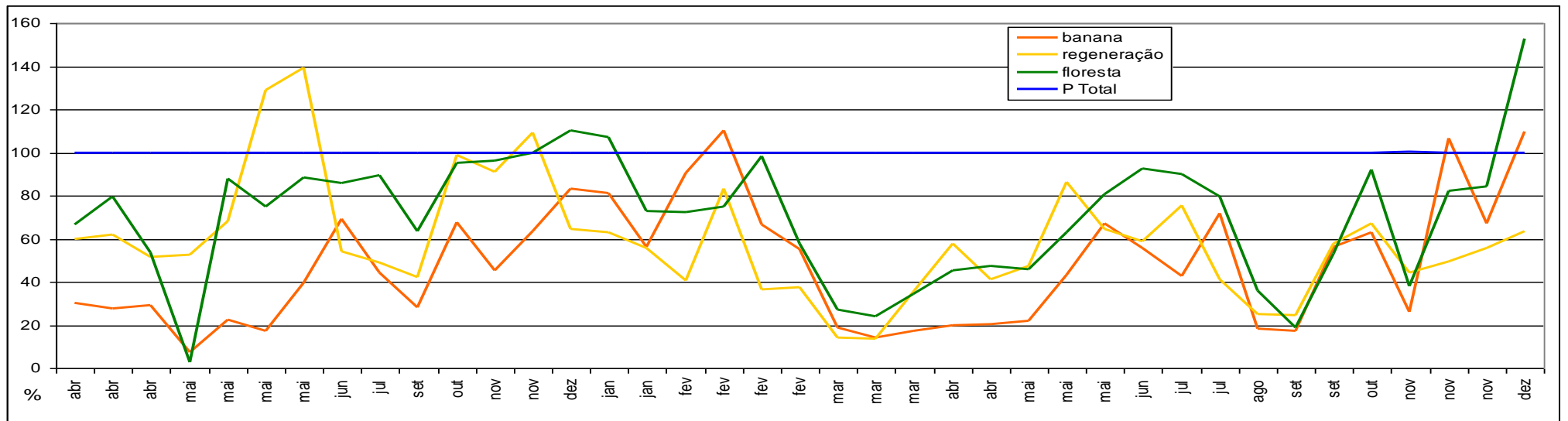


Figura 42: Percentuais de atravessamento nos três tratamentos (acima) e sem o ambiente de regeneração (abaixo).

Outro fato importante a ser levantado é que em alguns eventos o fluxo de atravessamento torna-se maior que a precipitação total. Isto está associado à capacidade de interceptação pelas copas, que uma vez atingida, as áreas de gotejamento concentram o fluxo de atravessamento, elevando as médias para valores maiores que a entrada de chuva. Isto ocorre três vezes em cada cobertura em momentos diferentes, registrando para a floresta 110,3 %, 107,1% e 152,6% em chuvas de 121mm, 30,6mm e 80,2mm, respectivamente; para a regeneração 129%, 139% e 109,2% em chuvas de 19,7mm, 43,9mm e 25,1mm, respectivamente e, por fim, no bananal os valores foram de 110,1%, 106,4% e 109,8% para chuvas de 41,1mm, 65,4mm e 80,2mm. As combinações destes valores não demonstram nenhum comportamento padrão, o que nos leva a crer que as características da chuva, além da magnitude, como intensidade e ventos devem estar, certamente, influenciando na variabilidade de comportamento dos fluxos hidrológicos. Podemos considerar para este fenômeno o posicionamento aleatório dos “atravessômetros”.

Para a melhor comparação entre os comportamentos da floresta local e o plantio de banana em relação ao atravessamento, foi gerado o gráfico da figura 43, onde o percentual de atravessamento do bananal foi dividido pelo da floresta, criando uma relação entre os dois, a fim de facilitar a visualização de quantas vezes o fluxo de atravessamento dentro dos bananais é maior ou menor que os valores para a floresta.

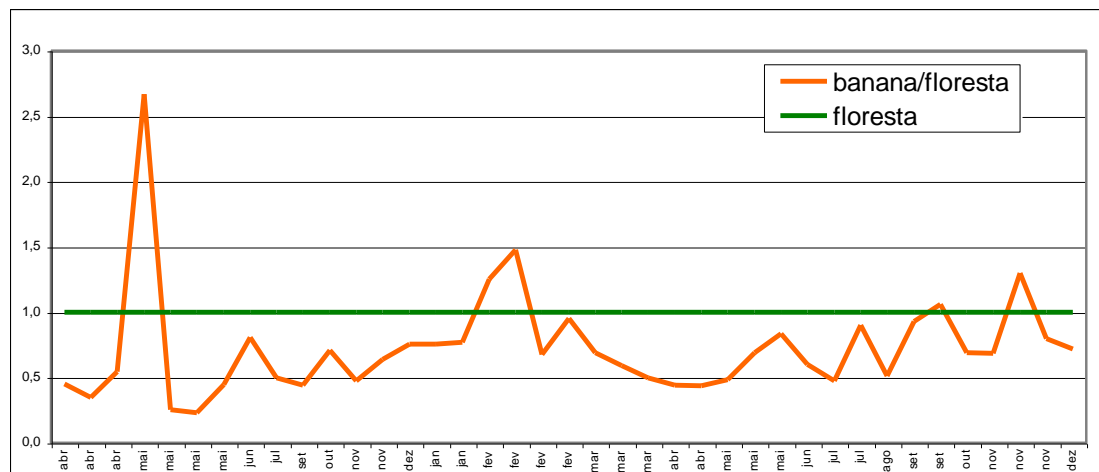


Figura 43: Relação entre os percentuais de atravessamento: banana / floresta

Com exceção dos cinco casos em que o fluxo de atravessamento é maior no bananal, os quais registram de 2,5 vezes a 0,6 vezes maior, os valores mostram-se, em média, 0,3 vezes menores que os da floresta, oscilando de 0,77 a 0,07.

As respostas dos ambientes às entradas de chuva, certamente, apresentam relações com a magnitude das chuvas. Numa primeira aproximação foi gerado o gráfico da figura 44, no intuito de relacionar as respostas do atravessamento com as classes de chuva, ambas em valores absolutos (mm).

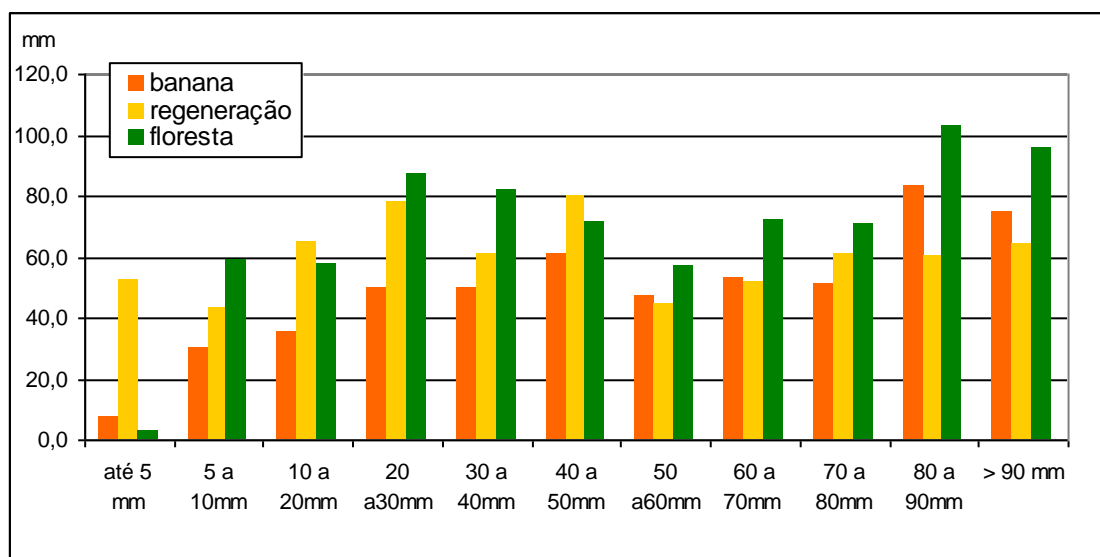


Figura 44: Respostas de atravessamento médio por classes de chuva

No gráfico (Figura 44) é possível notar uma tendência ao crescimento das respostas de atravessamento com o aumento da precipitação e ao mesmo tempo, uma tendência à estabilização, à medida que aumenta o valor das entradas.

As relações entre a precipitação e as respostas de atravessamento ficam mais claras nos gráficos da figura 45, onde estão relacionados os valores absolutos em milímetros (acima) e suas representações percentuais (abaixo). Neles, podemos notar uma relação positiva para todos os tratamentos. A tendência à estabilização notada nas médias do gráfico anterior (Figura 44) fica evidente no comportamento assintótico das linhas de melhor ajuste no gráfico da figura 45. Ou seja, a partir de uma determinada magnitude de precipitação as copas atingem sua capacidade máxima de armazenamento, possibilitando maiores entradas pelo fluxo de atravessamento. Este comportamento assintótico é assinalado, também, por Miranda (1992) para o fluxo de atravessamento em florestas tropicais no Rio de Janeiro. Em seu trabalho, conduzido no Parque Nacional da Tijuca (RJ), em um ambiente florestal mais desenvolvido do que o aqui estudado, o autor encontra para o percentual de atravessamento em relação à precipitação uma curva de melhor ajuste com comportamento assintótico. Tal fato deve-

se, segundo as palavras do autor "a limitada capacidade da vegetação de estocar a água da chuva".

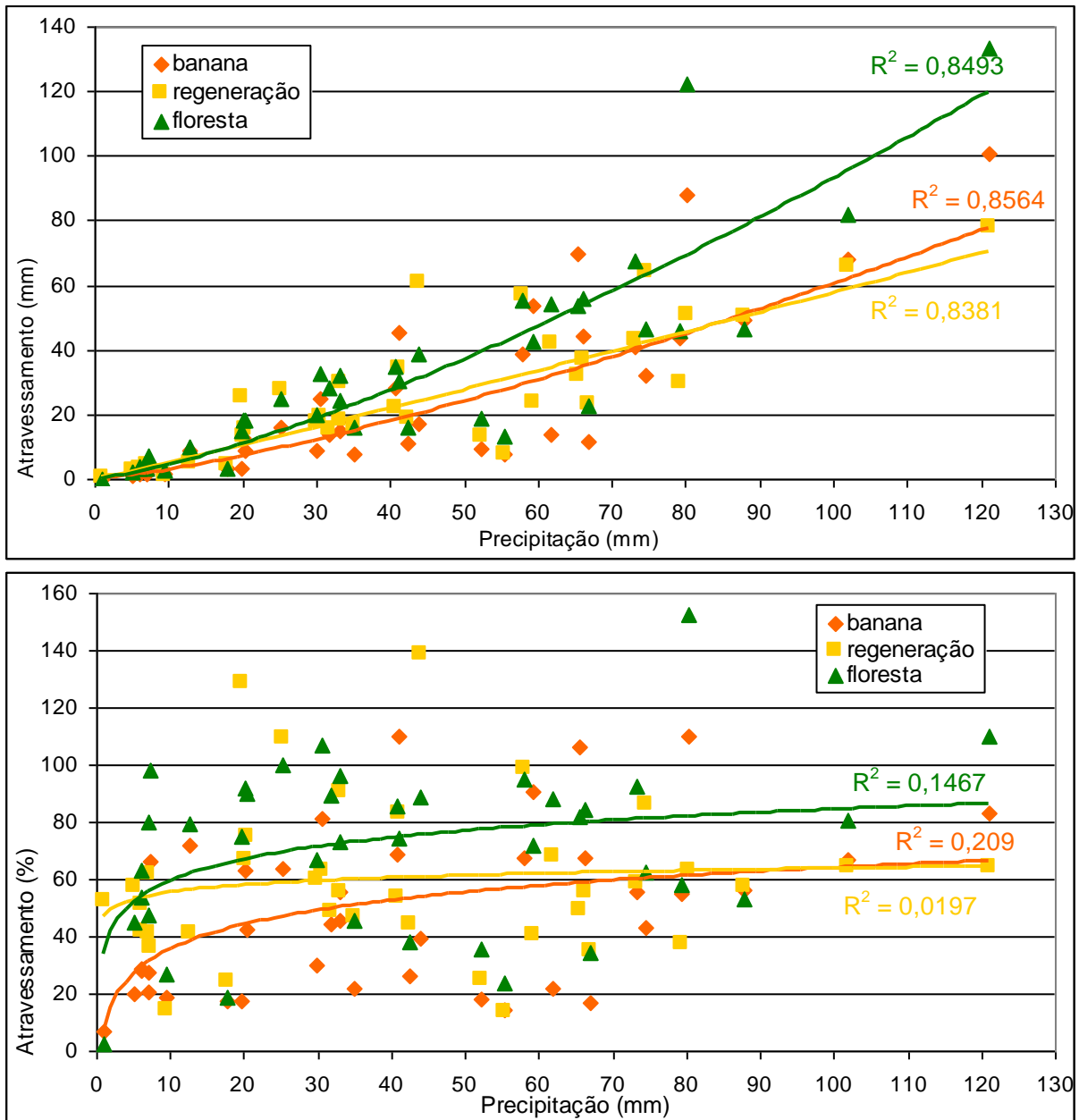


Figura 45: Relação entre atravessamento (mm) e precipitação (acima) e percentual de atravessamento (%) e precipitação (abaixo).

Para a relação entre os valores absolutos de atravessamento e a precipitação os valores do coeficiente de correlação (r de Pearson) foram altos e significantes para todos os tratamentos (0,84; 0,85 e 0,86, respectivamente para banana, regeneração e floresta), evidenciando, ainda, maiores entradas no interior do ambiente. Já para as representações percentuais os valores de " r " registram baixo coeficiente de correlação para todos os tratamentos, sendo 0,44 para a banana, o mais alto e o único significativo, 0,06 para a

regeneração, não significativo e mais baixo, e 0,30 para a floresta, valor ainda baixo e também não significativo. Esta baixa correlação deve-se ao fato de que a capacidade de retenção da chuva pelas copas é rapidamente atingida com o aumento da precipitação além de 5mm aproximadamente, o que define uma tendência do atravessamento à estabilização de valores em todo o restante do gráfico, já que a maioria dos eventos de chuva registra valores superiores ao referido. Isto garante um comportamento da curva logarítmica próximo à horizontalização e o baixo coeficiente de correlação. Sobretudo, se nos atermos às comparações entre os tratamentos confirmamos, também, os valores menores de atravessamento para os bananais.

A variabilidade interna deste fenômeno no ambiente florestal foi abordada por Miranda (1992), demonstrando que, em determinados pontos no interior das florestas, a precipitação pode ser maior que a precipitação sobre as copas, uma vez que pelo gotejamento, o fluxo pode se tornar concentrado por um desenho de folha ou inflexões de galhos, registrando em alguns “atravessômetros”, valores maiores que o do pluviômetro. Em muitos casos, na amostragem feita nos bananais, os valores de atravessamento registraram-se maiores que a chuva total, sobretudo naqueles “atravessômetros”, situados sob a convergência de folhas das bananeiras, gerando assim registros denominados de “interceptação negativa”. A tabela 7 revela os valores médios, com respectivos desvio padrão e coeficiente de variação, relativos aos registros de atravessamento em 15 “atravessômetros” sob cada ambiente por evento de chuva, para que possamos visualizar esta variabilidade espacial interna da chuva que atravessa as copas. Por esta tabela 7 podemos perceber que a chuva que atinge o piso florestal, o faz de maneira mais homogênea do que nas áreas sob os plantios de banana. Os coeficientes de variação para a distribuição interna da chuva nos 15 “atravessômetros” sob o bananal são muito maiores que os registrados para a floresta. Os valores médios gerados são de 116,9% e 36,4%, respectivamente, quase três vezes maior para o bananal. Enquanto isso a área sob regeneração apresentou variações intermediárias em relação às duas anteriores, guardando uma média de 90,5% para seus coeficientes de variação. Estes dados sugerem uma diminuição da interceptação e um aumento na homogeneidade da distribuição interna da chuva, à medida que um bananal “caminha” para uma floresta pelo processo de regeneração.

Tabela 7: Coeficientes de variação entre os 15 “atravessômetros” por evento de chuva, para os três tratamentos, seguido de suas médias.

coeficiente de variação	banana	regeneração	floresta
09/Abr	119,4	75,3	20,0
16/Abr	132,5	75,8	34,5
23/Abr	204,0	97,6	36,5
08/Mai	244,1	70,2	280,3
14/Mai	74,9	128,1	27,6
21/Mai	100,8	126,9	39,7
27/Mai	168,1	91,3	24,1
23/Jun	147,2	75,8	16,1
20/Jul	165,3	93,8	26,7
15/Set	82,5	102,2	37,7
28/Out	98,4	95,1	31,3
10/Nov	139,6	92,6	34,3
24/Nov	92,2	43,0	23,3
29/Dez	29,6	60,2	7,7
05/Jan	30,4	59,9	6,9
18/Jan	120,4	85,5	31,3
03/Fev	124,2	57,3	28,0
13/Fev	105,7	52,4	27,5
15/Fev	162,7	80,6	25,9
27/Fev	138,2	123,7	37,7
03/Mar	167,6	110,5	50,2
23/Mar	77,8	95,9	19,9
11/Abr	77,1	206,0	59,2
23/Abr	83,4	78,6	22,0
05/Mai	102,9	81,2	29,6
11/Mai	83,4	97,8	25,5
27/Mai	77,1	96,5	26,2
28/Jun	111,9	96,5	26,7
15/Jul	236,8	86,9	31,2
20/Jul	233,7	87,6	15,7
08/Ago	135,3	135,7	20,2
20/Set	69,3	73,5	49,4
27/Set	94,1	82,9	30,5
29/Out	65,9	82,5	23,9
01/Nov	112,6	112,4	30,4
09/Nov	88,5	69,5	22,5
20/Nov	77,0	66,7	68,8
20/Dez	67,7	91,8	35,0
média	116,9	90,5	36,4

8.3 - FLUXO DE TRONCO (PSEUDO-CAULE)

O fluxo de tronco é visto como parte excedente da precipitação, assim como o atravessamento. Em Miranda (1992), encontramos: “(...) o conceito de *stemflow* como sendo o excesso de água acumulada pela copa e galhos que percola os troncos”. Se observarmos uma bananeira, sua aparência fisionômica induz a percepção a uma estimativa de um fluxo de tronco bastante significativo (vale ressaltar que morfológicamente não podemos chamar o acúmulo de bainhas de folhas formado pelas bananeiras de tronco, sendo seu nome correto: pseudo-caule. No entanto do ponto de vista hidrológico, o processo é o mesmo e o termo fluxo de tronco aparecerá neste item como denominação mais geral). O aspecto de convergência das folhas para o pseudo-caule pressupõe grande concentração de fluxos, como visto por Miranda (1992), para as palmeiras. Para o autor, as palmeiras têm papel de destaque na produção de fluxos de tronco. Em suas palavras: "a estrutura de suas folhas em forma de calhas parcialmente unidas e apresentando acentuado grau de convergência para o centro da planta possibilita um rápido escoamento dos excessos da interceptação acumulados".

As folhas de uma bananeira são quebradiças e sua configuração em forma de calha está somente no eixo da folha, tendo as lâminas foliares divergindo com caimentos deste eixo para fora. O valor médio de fluxo de tronco nas bananeiras foi de 1,21mm, que representam 2,97 em percentual de chuva. A convergência das "calhas" em uma folha de bananeira, portanto, comporta-se, apesar da aparência, de forma diferente da folha de palmeira. Com exceção das folhas novas, as demais folhas da bananeira apresentam uma envergadura com ângulo maior que 90° em relação ao eixo vertical da planta, de apenas 1m a 1,5m de distância do pseudo-caule, garantindo uma área de convergência para sua base, em torno de 5m², semelhante aos 5,2m² encontrados por Harris (1997). Quando próximas às suas bainhas, as folhas se encerram, não chegando a tocar suas lâminas no pseudo-caule, deixando assim uma passagem de fluxo de atravessamento muito próximo à base das toiceiras, mas que não é contabilizado como fluxo de tronco (Figuras 46 e 47). Esta talvez seja, uma das razões do percentual tão reduzido, frente ao esperado para o fluxo de tronco nestes plantios. De qualquer forma, esta condição garante um aporte significativo de fluxo pontual na base das bananeiras, além de contribuir para um fluxo de atravessamento próximo ao tronco.



Figura 46: Espaço entre a lâmina foliar e o pseudo-caule das bananeiras



Figura 47: Desenho esquemático do fluxo de atravessamento próximo ao pseudo-caule.

Segundo Kellman e Roulet (1990, *in* Miranda, 1992) o cálculo para o fluxo de tronco pode ser obtido dividindo o volume encontrado nos coletores pela área total da parcela experimental onde estes estavam distribuídos, enquanto Herwvitz (1986, *in*

Miranda, 1992) divide o volume pela área basal dos troncos, ressaltando a concentração de fluxo em uma área reduzida.

Neste estudo, a determinação da área fonte foi contabilizada, fazendo-se uma estimativa da área da porção da lâmina foliar que converge para o pseudo-caule, como Harris (1997). A partir do cálculo de fluxo de tronco baseado na precipitação total sobre a área estimada de copa para as bananeiras, observou-se uma média de 6,7 litros para os vinte e um eventos amostrados (entre janeiro e dezembro de 2002), com representação percentual média de 2,97% da precipitação. Miranda (1992), para a floresta que estudou, encontrou uma média para o fluxo de tronco de 1,8%, quase metade do encontrado para as bananeiras, com desvio padrão de 2,0, o que gera um coeficiente de variação de 111,1%. Scatena (1990) registra para florestas tropicais em Porto Rico, um valor para o fluxo de tronco, relativamente, mais alto, de 2,3% da precipitação. Llorens *et al.* (1997), em florestas de *Pinus sp.*, encontram 2% de fluxo de tronco, associados à própria arquitetura de copas da floresta.

Em sistemas agroflorestais van Dijk e Bruijnzeel (2001b) encontra de 2 a 4% de fluxo de tronco, inversamente relacionado com o adensamento dos plantios. Também de acordo com a diminuição da densidade de recobrimento, Huber e Iroumé (2001) encontram variações de 1 a 13% nos fluxos de tronco de florestas latifoliadas no Chile. Para os bananais de Grumari, a variação ao longo da série foi desde 0,4 a 10,9 % de acordo com a magnitude e, principalmente, a intensidade das chuvas, o que gerou um desvio padrão de 2,4 com coeficiente de variação de 81,9%. A variação na entrada das chuvas é a principal responsável pelo alto coeficiente de variação, no entanto, comparado com a floresta estudada por Miranda (1992), o comportamento nos bananais é menos heterogêneo, graças à sua própria estrutura pouco variável. As respostas de geração de fluxo de tronco em relação às entradas de precipitação estão contempladas no gráfico da figura 48, no qual podemos perceber uma grande variação, na maioria das vezes em resposta à magnitude das chuvas. Esta variação está explícita no desvio padrão de 2,4 em torno da média e coeficiente de variação de 81,9% (Tabela 8). No entanto, para os valores absolutos transformados em milímetros, o escoamento pelos troncos possui um média de 1,21 mm dentro da série amostral, com desvio padrão de 0,8 e coeficiente de variação de 64,5%, demonstrando sua pouca representatividade em relação aos totais precipitados.

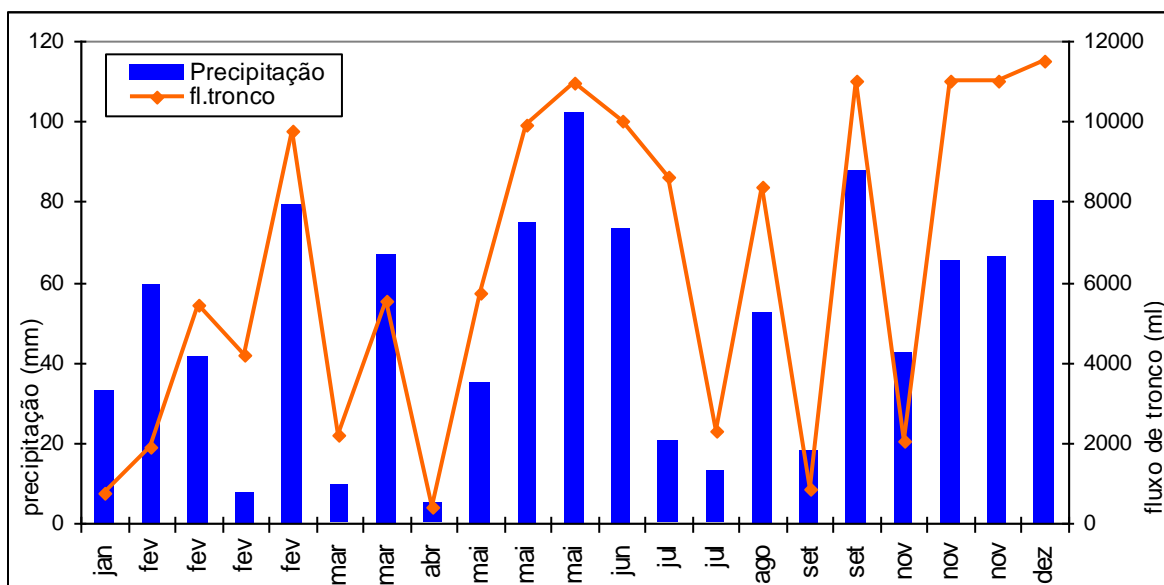


Figura 48: Respostas do fluxo de tronco frente aos eventos de precipitação

Tabela 8: Valores absolutos e percentuais médios para fluxo de tronco

Fluxo de Tronco	mm	%
média	1,21	2,97
desvio padrão	0,8	2,4
coeficiente de variação	64,5	81,9

As relações entre os fenômenos ficam mais nítidas nos gráficos da figura 49, onde ocorre uma relação crescente entre a quantidade de água escoada pelo pseudo-caule das bananeiras, transformada em milímetros, e a magnitude da precipitação. O valor do coeficiente de correlação (r de Pearson) apresenta-se alto e com relação positiva, confirmando-se significativo com $r = 0,78$.

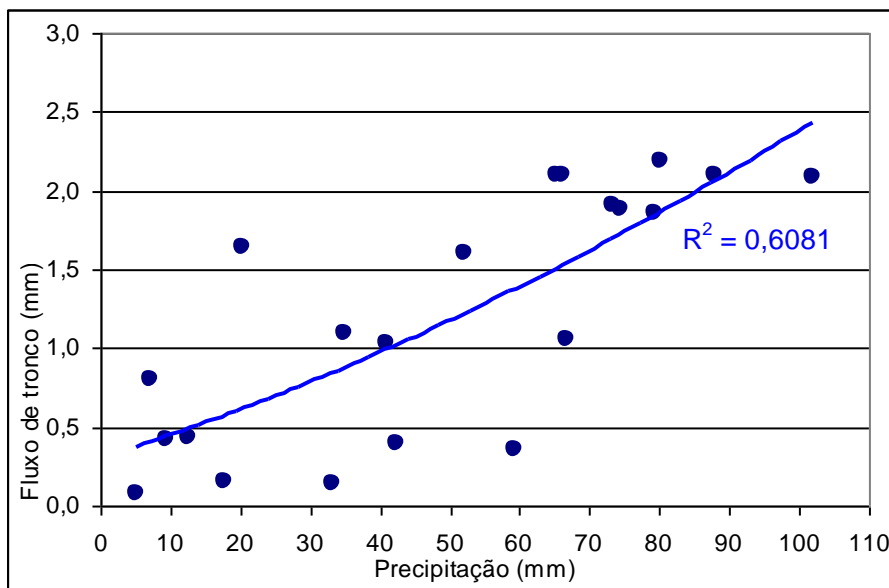


Figura 49: Relação entre fluxo de tronco (representado em milímetros) e precipitação

Quando analisados em relação à representatividade do fluxo de tronco como percentual da precipitação no gráfico da figura 50, vemos o comportamento inverso com coeficiente de correlação relativamente baixo e não significativo ($r = -0,36$). A curva de melhor ajuste apresenta, também, comportamento assintótico, já descrito para o processo de atravessamento. Ou seja, a partir de uma determinada quantidade de chuva (10mm, aproximadamente, porém mais efetivamente na faixa dos 30mm), obviamente relacionada com a intensidade, a produção de fluxo de tronco passa a crescer mais lentamente. Este comportamento exprime a capacidade de interceptação pelas copas, as quais atingem o ponto de saturação em determinadas magnitudes de chuva (entre 30 e 50mm) e passam a enviar seu excedente pelos fluxos de atravessamento e, neste caso, fluxo de tronco. Deste modo, os percentuais representativos do fluxo de tronco tendem a se manter constantes.

O valor mais alto de fluxo de tronco, expresso em percentual de precipitação, registrado no gráfico da figura 50 (10,9%) está associado a uma chuva de apenas 7,3mm, demonstrando que o fluxo de tronco, assim como o atravessamento, é menor para menores chuvas, ambos respondendo às maiores taxas de interceptação. Mesmo quando o percentual de fluxo do tronco é grande, em quantidade absoluta ele é pequeno, garantindo baixos aportes de fluxo por esta via de escoamento.

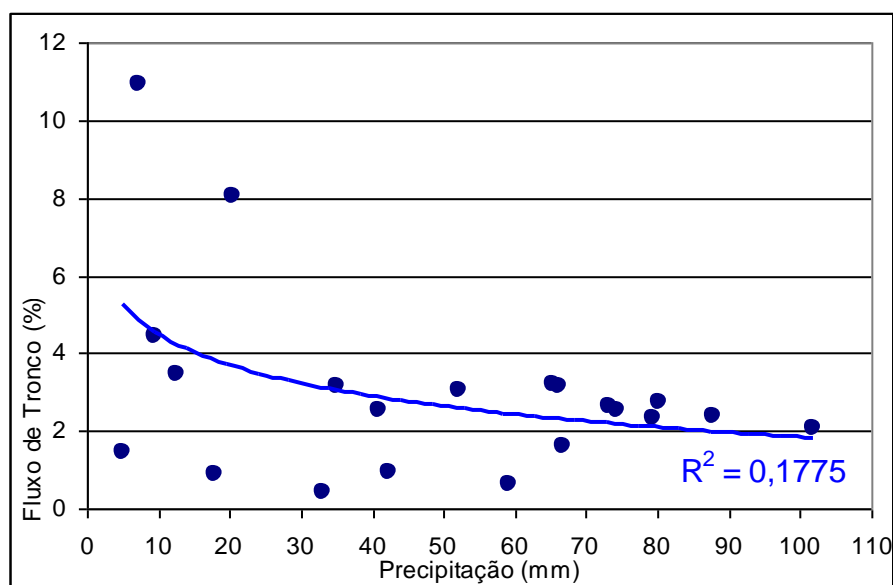


Figura 50: Relação entre percentual de fluxo de tronco e precipitação

Porém, convém ainda analisar, apesar de suas pequenas contribuições, a importância deste fluxo de maneira pontual. Hervwitz (1986, *in* Miranda, 1992), calculou o fluxo de tronco para a área basal das árvores em seu estudo. No entanto, a área basal pode ser vista como grande demais em relação à área que efetivamente recebe o fluxo de tronco, justamente o centímetro imediato ao perímetro do tronco. Adaptando seu método, podemos calcular o fluxo de tronco em relação ao anel no entorno da base do tronco, como sendo predominantemente a área que recebe este aporte de fluxo. Desta forma, podemos relacionar quantas vezes é maior a concentração de fluxo gerada pelo tronco em relação à quantidade de água que seria gerada na mesma área, sob precipitação direta.

Tendo uma área de 9.111mm^2 , ou aproximadamente $0,01\text{m}^2$, em torno da base do pseudo-caule, calculada a partir de um anel à distância de 1cm (ver procedimentos metodológicos), observamos um aporte de água em média 17,1 vezes maior, caso não existisse cobertura vegetal sobre esta mesma área. A partir do número de vezes que o fluxo mensurado é maior que o fluxo estimado para esta área sob precipitação direta, montamos o gráfico da figura 51, onde o valor estimado está representado pela linha horizontal de valor unitário, enquanto que a concentração do fluxo de tronco medido está expressa na linha oscilante. Esta relação demonstra a significância pontual deste tipo de fluxo nas entradas de água em um sistema de cultivo de bananas como o de Grumari.

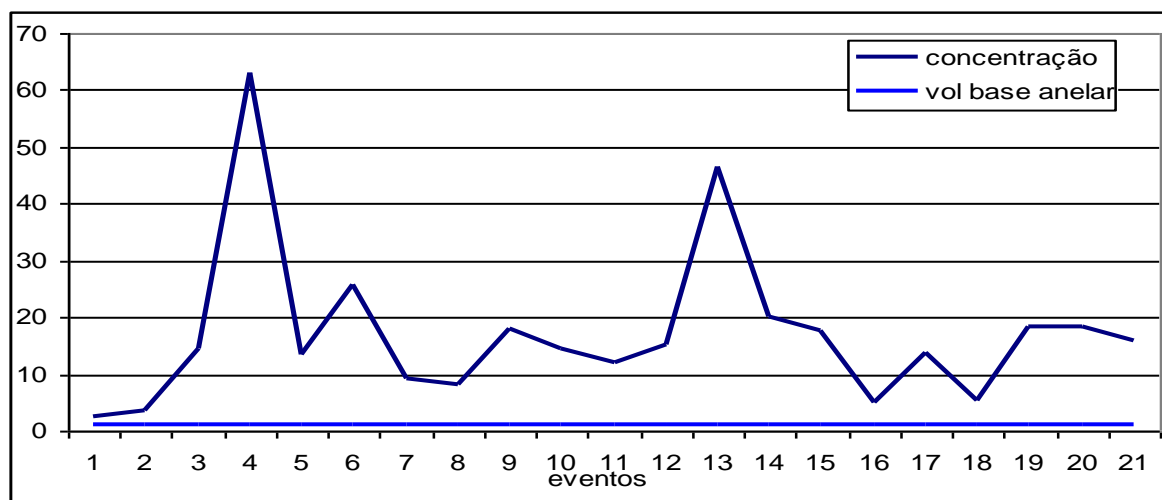


Figura 51: Relação de concentração de fluxo de tronco valor mensurado / valor estimado para área anelar no entorno do tronco

Relacionando estas medidas de valor mensurado para fluxo de tronco e valor estimado para a área anelar com as entradas de precipitação, temos o gráfico da figura 52, no qual podemos visualizar a discrepância entre os valores estimados e os valores mensurados. Fica evidente que, o fluxo de tronco, mesmo que não seja tão grande em valores absolutos e percentuais, gera uma entrada concentrada de fluxo no entrono das bananeiras. Isto é, caso não existisse uma toiceira de bananas num determinado local, o atravessamento seria responsável por uma entrada de fluxo bem menor sobre aquela área do que com a presença das toiceiras que, por sua vez garantem entradas com grandes quantidades de fluxo pontualizadas na base das toiceiras de bananeiras. Este fluxo contribui para o escoamento superficial, deixando claras marcas de lavagem parcial dos sedimentos mais finos na base das bananeiras e presença de grãos mais grosseiros deixados residualmente (Figura 53). No entanto, como veremos adiante, este escoamento superficial não se alonga por grandes distâncias, devido à presença da espessa camada de serrapilheira que recobre seu solo.

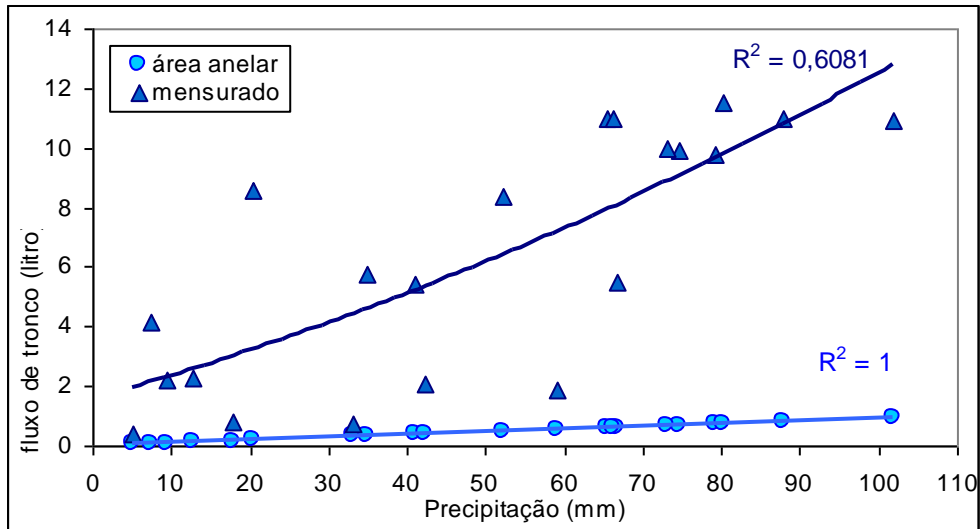


Figura 52: Fluxo de tronco mensurado comparado à precipitação direta estimada na área anelar no entorno dos pseudo-caule de bananeira em relação à precipitação



Figura 53: Marcas do escoamento superficial temporário gerado na base das bananeiras pelo fluxo do pseudo-caule

Ainda se relacionarmos a concentração de fluxo, calculada a partir da relação entre o valor mensurado e o valor estimado para a área anelar, com a precipitação veremos que, como mostra o gráfico da figura 54, conforme a precipitação aumenta, diminui a concentração do fluxo de tronco, pois as respostas do mesmo, como visto em seus gráficos de correlação, tendem a ser constante, frente ao aumento da precipitação, enquanto que os valores estimados de precipitação direta sobre a área anelar, aumentam em relação direta (com $r = 1$, já que é estimado). Assim, os numeradores da fração geradora do valor de concentração diminuem em relação ao aumento da chuva, enquanto que os valores de precipitação direta sobre a área anelar, nossos denominadores, continuam aumentando.

Desta forma, o comportamento indireto e assintótico se repete para as concentrações de fluxo na área imediata ao tronco, assim como nos gráficos de percentuais da figura 50, ou seja, quando a precipitação atinge determinada magnitude a concentração relativa à área anelar no sopé da bananeira tende, também, à estagnação. Novamente, a capacidade de retenção nas copas é atingida pela interceptação e as descargas para dentro do bananal, via fluxo de tronco, tendem a ser constante.

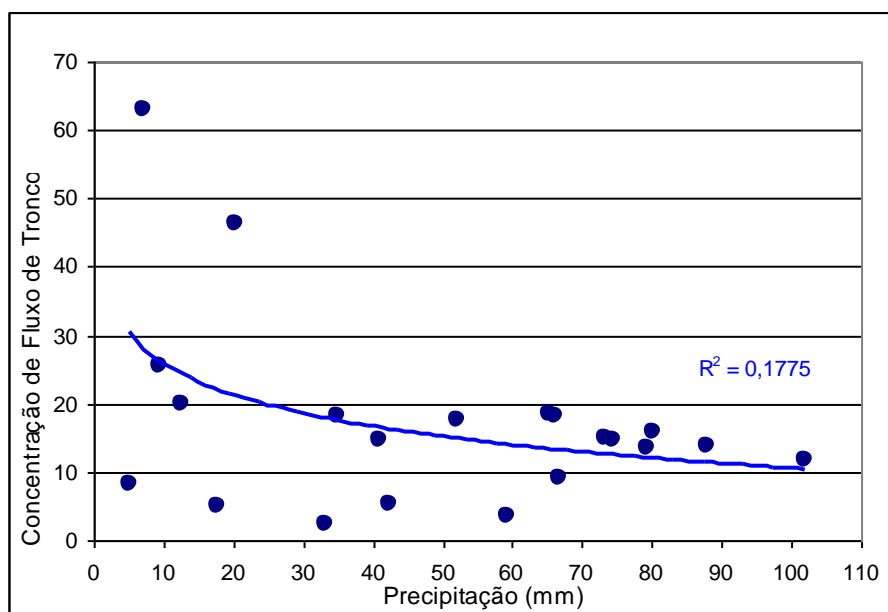


Figura 54: Relação entre a concentração de fluxo de tronco (mensurado/estimado) com entradas de precipitação.

Este comportamento reforça o fato de que, quanto menor é a precipitação relativamente maior é a concentração de fluxo na base das toiceiras, tendo um limite de acordo com o suporte da interceptação, já discutido anteriormente. No entanto, o que

vale lembrar para este gráfico, é que estes valores, transformados em absolutos, representam pouca quantidade em altura pluviométrica (mm), pois suas maiores concentrações correspondem a baixas precipitações.

Um aspecto, que não tornou-se plausível de execução e mensuração, mas que merece ser considerado, é o fluxo por dentro do pseudo-caule das bananeiras, neste caso "fluxo dentro do tronco", somente possível pela estrutura física deste tipo de planta. O pseudo-caule das bananeiras, formado pela sobreposição das bainhas das folhas que formam a copa, possui interstícios entre estas bainhas que possibilitam a entrada de fluxos hidrológicos que perpassam diretamente ao solo pelo rizoma da planta. Não se trata da água retida nos tecidos foliares, abundante nas bananeiras, e que garante sua característica popularmente conhecida, mas da água entre os tecidos e que, certamente, deve contribuir com uma lacuna nos cálculos da precipitação terminal, ou pode ser outra inferência em relação aos baixos valores percentuais deste fluxo. Pois, não é um fluxo que atinge o piso forrado de serrapilheira ou o topo do solo, mas sim, canaliza-se diretamente à subsuperfície, ao subsolo adjacente ao rizoma, e que foge aos procedimentos metodológicos conhecidos.

8.4 - INTERCEPTAÇÃO

Após a análise dos componentes de fluxo que atravessam as copas e escoam pelo tronco, chega-se ao cálculo da interceptação, o qual resulta da diferença entre a precipitação total e os fluxos mencionados ($I = Pt - (At + Ft)$) (Miranda,1992; Coelho Netto,2001; Hashino *et al.*, 2002). Como as mensurações de fluxo de tronco (12 meses) não cobrem toda a série amostral de atravessamento (21 meses) optamos por adotar o valor médio de fluxo de tronco como valor a ser descontado para obtenção do valor de interceptação para os demais meses. Da mesma forma, para a floresta local de Grumari, onde não foram mensurados fluxos de tronco, adotamos o valor médio encontrado por Miranda (1992), que é de 1,8%. Assim passamos a apreciar os resultados gerados para os valores de interceptação, a partir das médias em valor absoluto na tabela 9 e figura 55. Percebemos que, para uma média de precipitação total em 21 meses de 41,8 mm, em torno de 16 mm foram interceptados pelas copas das bananeiras, nos tratamentos banana e regeneração, enquanto que na floresta apenas 8,5mm, em média, foram interceptados.

Tabela 9: Valores médios de interceptação, desvio padrão e coeficiente de variação.

Interceptação (mm)	Geral	Banana	Reg.	Floresta
média	41,8	16,8	15,5	8,5
desvio padrão	29,9	15,8	16,0	15,8
coeficiente de variação	71,5	94,0	103,7	184,7

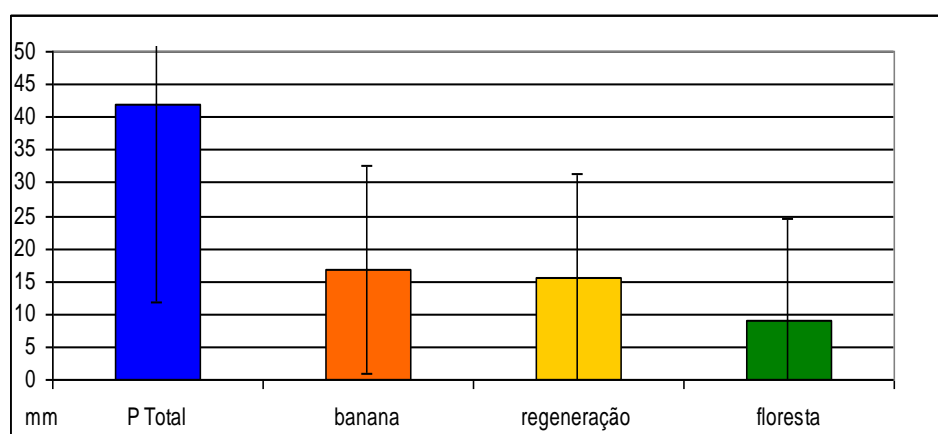


Figura 55: Médias de interceptação em valores absolutos, com barras de desvio-padrão.

No período amostrado, a interceptação média na floresta foi de 26,2 % contra 48,6% do bananal e 37,9 % da área de regeneração, apresentando desvio padrão de 28,6, 27,3 e 30,1 respectivamente e coeficiente de variação de 58,9%; 72,0% e 114,7%

(Figura 56 e Tabela 10). Estes últimos valores demonstram a alta variabilidade do fenômeno frente a, também variável, entrada de chuva. No entanto, a diferença entre os valores para a área de plantio de banana e a floresta local acusam maior homogeneidade nas áreas de cultivo, isto é, sob a mesma variação de chuva suas respostas se mantiveram menos oscilantes. O "teste t" aplicado às comparações das respostas de interceptação revelam que estas diferenças entre o bananal e a floresta ($p = 0,0019$) são significativas, demonstrando a maior eficiência dos cultivos neste processo. Para as demais comparações entre banana e regeneração ($p = 0,0941$) e para regeneração e floresta ($p = 0,1082$) os valores do "teste t" não revelam significância. No entanto, submetido ao teste não paramétrico de Mann Whitney U- test, os valores de interceptação mostram diferenças significantes entre os tratamentos de regeneração e floresta, com $p = 0,0440$ (apesar de não paramétrico, este teste pode ser usado para captar diferenças mesmo em distribuições normais)

Tabela 10: Percentuais de interceptação, desvio padrão e coeficiente de variação.

Interceptação (%)	Banana	Regeneração	Floresta
média	48,6	37,9	26,2
desvio padrão	28,6	27,3	30,1
coeficiente de variação	58,9	72,0	114,7

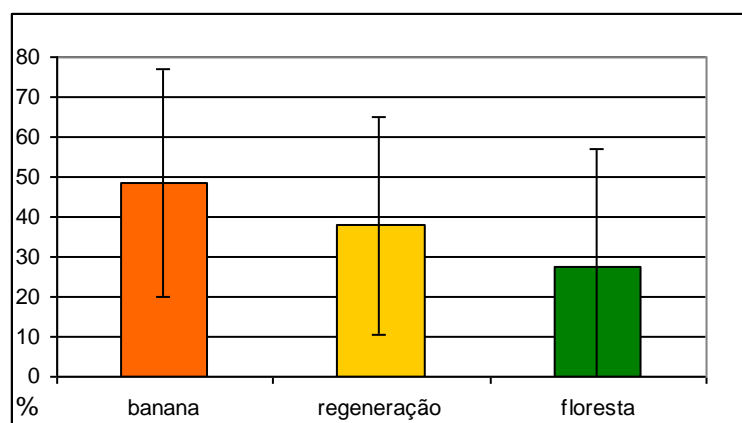


Figura 56: Médias de percentuais de interceptação nos três tratamentos

O desvio padrão e coeficiente de variação em torno das médias denotam a variabilidade do fenômeno ao longo do período amostral, o que é característico das chuvas no Rio de Janeiro. No entanto, se compararmos o coeficiente de variação entre os tratamentos, temos maior variabilidade da interceptação no ambiente florestal, enquanto que para a área de cultivo, o coeficiente de variação diminui. Esta distinção

revela justamente a heterogeneidade da floresta, em contraposição à uniformidade estrutural dos plantios de banana.

Miranda (1992) focalizou-se sobre o fenômeno da interceptação e a redistribuição interna dos fluxos no ambiente florestal. Seu experimento conduzido na Floresta do Parque Nacional da Tijuca no Rio de Janeiro, apresentou valor médio de interceptação de 24,5%, para uma floresta, em bom estado de conservação. Vallejo e Vallejo (1982) na mesma formação florestal encontraram 28,1%, em média, de interceptação. Comparando aos 26,2% interceptados na floresta secundária de Grumari, podemos perceber que apesar da diferença de tempo no processo de sucessão, bem maior na Floresta da Tijuca, o processo de interceptação encontra-se restabelecido enquanto função. Esta condição concorda com os resultados encontrados por Oliveira (1999) para as áreas da Ilha Grande, litoral Sul do Rio de Janeiro, onde o autor comparou a interceptação em diversos estágios sucessionais. Nas áreas abandonadas sob o sistema de rotação de terras das roças caiçaras, o autor registra 27,7% para florestas abandonadas há 5 anos, 28,9% para florestas com 25 anos de regeneração, 58,6% florestas climáxica. Schellekens (2000), em florestas tropicais conservadas registrou 52% de interceptação. Com exceção destes dois últimos valores, da floresta climáxica da Ilha Grande e de Porto Rico, os valores são equivalentes aos de Grumari (este estudo) e Floresta da Tijuca (Miranda 1992), demonstrando a capacidade de reestruturação da funcionalidade hidrológica pela regeneração florestal, no que diz respeito à interceptação. No entanto, quando comparados aos bananais, continuam apresentando valores menores. Post e Jones (2001) encontram nas florestas tropicais de Porto Rico mais de 40% de interceptação e apontam a rápida capacidade de regeneração da floresta em sua funcionalidade hidrológica, após distúrbios, no seu caso, de furacões.

Jetten (1996) encontrou para a floresta tropical da Guiana Central o valor de 16,3% de interceptação. Huber e Iroumé (2001) comparando florestas latifoliadas e coníferas no Chile, encontraram valores de interceptação de 39% para a floresta latifoliada e 10% para coníferas. Em florestas de *Pinus sp.*, nos Pirineus (Espanha), encontraram interceptações baixas, em torno de 9%, associada a sua estrutura foliar. Putuhena e Cordeny (2000) avaliaram a substituição das florestas nativas de eucalipto na Austrália por florestas de *Pinus sp.* Os autores registram uma diminuição de valores de 13 a 16% nas florestas nativas para 1% nas florestas de *Pinus sp.* Asdak *et al.* (1998) registram na Indonésia de 6 a 11% de interceptação em formações nativas distintas. Dykes (1997) encontra 18% para as florestas tropicais do Borneo. Em florestas

temperadas na Alemanha Zimmermann *et al.* (1999) encontram 28%. Este último autor aponta a interceptação como uma das principais fontes para perdas por evaporação, afirmando que 33% da chuva interceptada é perdida, tendo grande influência sobre a vazão dos canais fluviais. Este aspecto pode ser levado em conta nos bananais de Grumari, já que estes são ambientes com grande intensidade luminosa e a água retida pelas suas grandes folhas estão expostas ao processo de evaporação. Sobre sistemas agroflorestais, van Dijk e Bruijnzeel (2001b) apresentam uma variação de 8 a 18% em plantios consorciados de aipim, milho, amendoim e arroz, em encostas de 15° de declividade, sendo que esta variação está associada à densidade dos plantios. Em consórcios de árvores com plantações de milho, Jackson (2000) encontra taxa de interceptação de 9,8% e afirma que o valor é pequeno devido ao manejo de podas, que tende a reduzir o diâmetro das copas e deixá-las crescendo apenas para cima.

Estudos conduzidos por Fujieda *et al.* (1997) em florestas na Serra do Mar (SP) registram 16,1% de interceptação, com alta correlação direta em relação à precipitação. Os autores ainda destacam que os limites de precipitação para a iniciação dos processos de atravessamento variam de 0,7mm a 3,7mm e que a variação interna dos “atravessômetros” foi bastante grande, de 68 a 98%. Em Freitas (2001), nas encostas do morro do Sumaré, no Maciço da Tijuca, Rio de Janeiro, são encontrados para a floresta local em melhor estado de conservação, uma taxa de 44% de interceptação e, para áreas de florestas sob efeito de borda de incêndios, uma variação de 26,6 a 41,4%, sob diversos níveis de degradação. Ampliando as comparações com o presente estudo temos as seguintes tabelas 11, 12, 13 e 14 retiradas de Miranda (1992), Zaú (1994), Fujieda *et al.* (1997) e Oliveira & Coelho Netto (2000).

Tabela 11: Intercepção em florestas tropicais (Ludgren e Ludgren, 1979 in Miranda, 1992)

Autor	Tipo de Floresta	País	Precipitação anual (mm)	Intercepção (%)
Clegg (1963)	Pluvial secundária	Porto Rico	3300	57
Freise (1936)	Subtropical	Brasil	1950	66
Golley <i>et al</i> (1975)	Tropical úmida	Panamá	1933	19
Hopkins (1960)	tropical	Uganda	1130	35
Hopkins (1965)	Semidecídua seca	Nigéria	1232	3
Huttel (1975)	Subequatorial	Costa do Marfim	2095	10-12
Huttel (1975)	Subequatorial	Costa do Marfim	1739	22
Jackson (1971)	Tropical montanhosa	Tanzânia	1230	16
Kenworthy (1970)	Dipterocarpus	Malásia	2050	22-25
Kline & Jordan (1968)	Pluvial tropical	Porto Rico	-	25
Low (1972)	Dipterocarpus	Malásia	-	36
Mc Coll (1970)	Tropical pré-montanhosa	Costa Rica	3800	5
Nye (1961)	Semidecídua úmida	Gana	1650	15
Pereira (1952)	Bambu	Quênia	1150	20
Soepadmo & Kira (1977)	Dipterocarpus tropical	Malásia	2054	37-43
Vaughan & Wiehe (1949)	Pluvial montanhosa	Ilhas Maurício	3175	33
Ludgren & Ludgren (1979)	Tropical montanhosa	Tanzânia	1230	22

Tabela 12: Intercepção em florestas tropicais (Zaú, 1994).

Autor	Tipo de Floresta	País	Precipitação anual (mm)	Intercepção (%)
Shubart <i>et al</i> (1984)	Tropical Pluvial (Terra firme)	Brasil (Amazônia)	2089	25.6
Vis (1986)	Colômbia (Amazônia)	Brasil (RJ -PNT)	-	11.0 - 20.0
Coelho Netto (1985)	Tropical Pluvial Baixo-montana	Brasil (RJ -PNT)	2500	17.0
Zaú (1994)	Tropical Pluvial Baixo-montana	Brasil (RJ -PNT)	2500	18.7
Zaú (1994)	Trop. Pluvial Baixo-montana alterada	Brasil (RJ -PNT)	2500	7.6

Tabela 13: Intercepção em Florestas Tropicais no Brasil (Fujieda *et al.*, 1997) exceto repetidas

Local	Tipo de floresta	Atravessamento (%)	Fluxo de tronco (%)	Interc . (%)	Autor
Manaus, AM	Terra firme	81,8	-	18,2	Franken <i>et al</i> (1982a)
Manaus, AM	Terra firme	77,7	0,3	22,0	Franken <i>et al</i> (1982b)
Manaus, AM	Terra firme	91,0	1,8	7,2	Lloyd e Marques (1988)
Manaus, AM	Terra firme	89,2	1,9	8,9	Lloyd <i>et al</i> (1988)
Viçosa, MG	Secundária	87,4	0,2	12,4	Castro <i>et al</i> (1983)
São Moronel, SP	Cerradão	80,5	2,9	16,6	Leopoldo e Conte (1985)
Cunha, SP	Secundária	82,8	1,1	16,1	Fujieda <i>et al.</i> , 1997

Tabela 14: Intercepção por diversos autores (Oliveira e Coelho Netto, 2000)

Local	Altitude (m)	Precip. total (mm)	Precip. interna (mm)	c.v.	Interc (%)	Autor
Indonésia	100	2199	1918	-	12,8	Asdak <i>et al.</i> 1988
Costa Rica	1500	3191	2068	-	35,2	Kenneth <i>et al.</i> 1988
Paranapiacaba, SP (área poluída)	-	3132	3027 ± 457	15.1	2,7	Domingos <i>et al.</i> 1995
Paranapiacaba, SP (pouco poluída)	-	3132	2032 ± 935	46.0	35,6	Domingos <i>et al.</i> 1995
Cubatão, SP (área preservada)	120	2686	1758	-	34,5	Leitão Filho <i>et al.</i> 1993
Cubatão, SP (área perturbada)	-	2686	1939	-	27,8	Leitão Filho <i>et al.</i> 1993
São Paulo, SP	-	1443	981	-	32,0	Meguro <i>et al.</i> 1979
Il. do Cardoso, SP (Mata Atlântica)	120	2617	2214 ± 901	40.7	15,4	Varjabedian, 1994
Il. do Cardoso, SP (Mata de restinga)	5	1680	1460 ± 563	38.6	13,0	Varjabedian, 1994
Flor da Tijuca, RJ	640	2148	1621 ± 1063	65.6	24,5	Miranda, 1992
Ilha Grande (5 anos)	80	1245	900 ± 351	39.0	27,7	Oliveira e Coelho Netto, 2000
Ilha Grande (25 anos)	140	1478	1051 ± 296	28.2	28,9	Oliveira e Coelho Netto, 2000
Ilha Grande (climática)	280	4531	1876 ± 452	24.1	58,6	Oliveira e Coelho Netto, 2000

Tais comparações demonstram a variabilidade dos processos de interceptação, de acordo com as condições ambientais e os estágios sucessionais das florestas analisadas, bem como a equivalência dos valores, quando comparados à situação da floresta de Grumari.

No entanto, em relação aos valores médios de interceptação visto nas áreas de plantio de banana e de banana com regeneração, respectivamente, 48,6 % e 37,9 %, apenas os trabalhos de Freise (1936), Clegg (1963), Soepadmo & Kira (1977), todos retirados de Miranda (1992), possuem termo de comparação, com percentuais médios de interceptação de 66%, 57% e 37-43%, além de Oliveira e Coelho Netto (2000) com 58,6 % na floresta climática da Ilha Grande. Estes valores relativamente elevados e, certamente, não esperados, revelam que a estrutura do dossel formado pelas copas das bananeiras acaba definindo uma sobreposição de folhas de tamanho grande que funcionam de forma mais eficiente na interceptação de chuva, tornando suas taxas bem maiores do que as da floresta local. Apesar da aparência mais aberta do plantio de banana e da maior intensidade luminosa, a característica longa e larga das folhas define uma superfície grande o suficiente para consumir quantidades significativas da precipitação no processo de molhamento da folha. Esta adsorção consome parte da chuva, até que a saturação das copas seja atingida e seus excedentes escoem pelo tronco ou atravessem o dossel. Estes processos resultam, portanto, não só nas maiores taxas de interceptação já observadas, mas sobretudo, na distribuição heterogênea da água sob o dossel das bananeiras. Os processos de gotejamento e fluxo concentrado sob a extremidade final das folhas caracterizam esta distribuição heterogênea, que muitas vezes registram os valores maiores de atravessamento em relação à precipitação total.

A maior eficiência dos plantios de banana no processo de interceptação da chuva ficam mais evidentes e melhor analisados de maneira absoluta no gráfico da figura 57, que comporta toda a série amostral levantada neste estudo (21 meses).

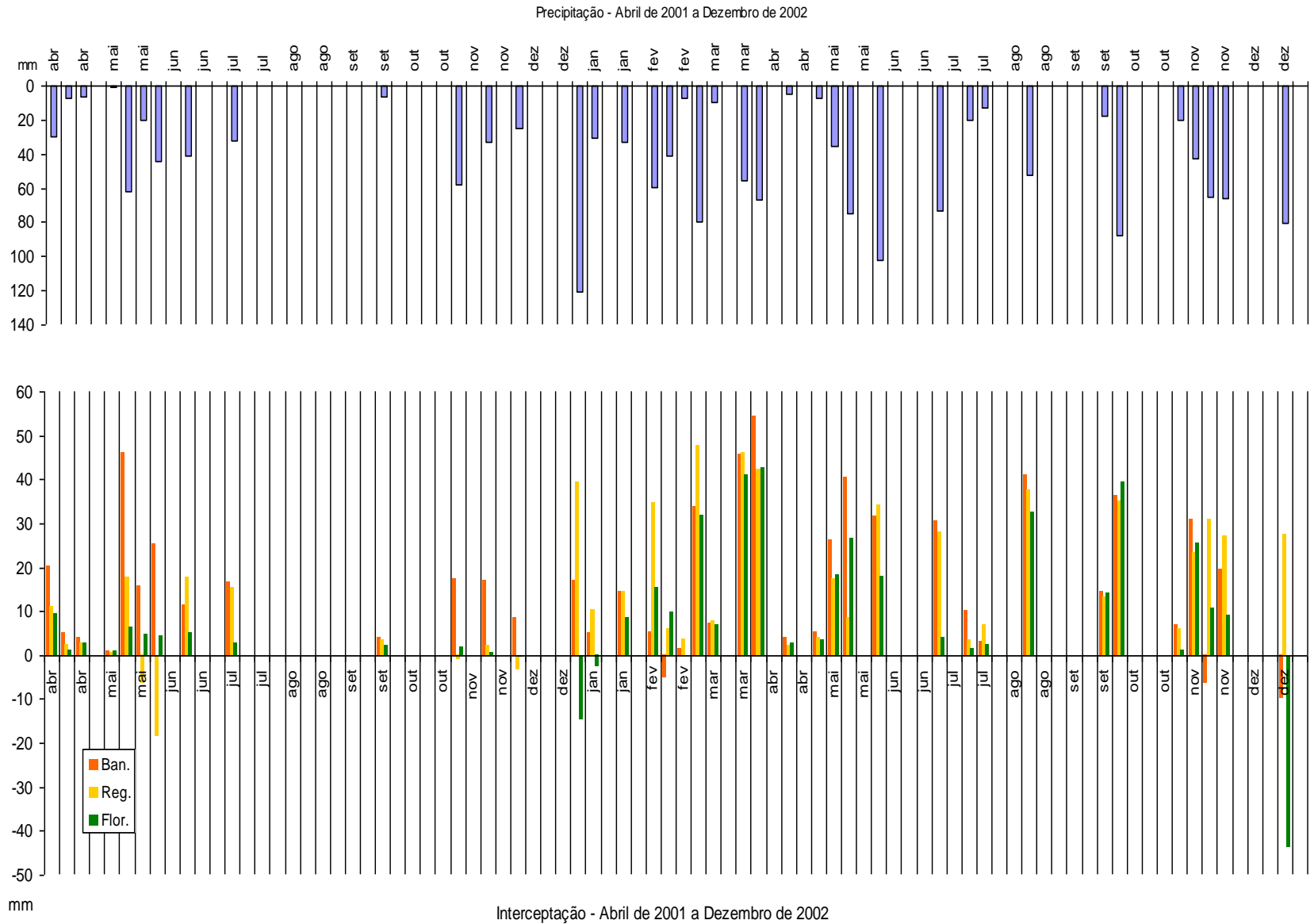


Figura 57: Respostas da Intercepção frente às entradas de precipitação - série amostral com valores semanais (ban – banana; reg – regeneração e flo – floresta).

A partir de uma relação entre os valores percentuais dos tratamentos banana e floresta, em comparação a um valor unitário, proveniente da relação dos valores percentuais da floresta com ela mesma, temos o gráfico da figura 60, onde podemos perceber quantas vezes o percentual de interceptação é maior ou menor para os bananais em cada amostragem. A sobreposição das linhas confirma a equidade dos dados, mas ainda assim em raros trechos ocorre uma maior eficiência da floresta local. Apesar da ausência de um pluviógrafo para a análise da intensidade destas chuvas, as observações de campo confirmam chuvas de maior intensidade, onde certamente a capacidade de armazenamento das copas é atingida mais rapidamente e o atravessamento tende a se igualar.

Em relação à quantidade de chuva, as respostas dos tratamentos podem ser analisadas a partir das classes de magnitude de chuva, gerando o gráfico da figura 61, onde vemos uma tendência à diminuição da interceptação, a partir do aumento da quantidade das entradas de chuva, além da maior capacidade de interceptação por parte dos bananais.

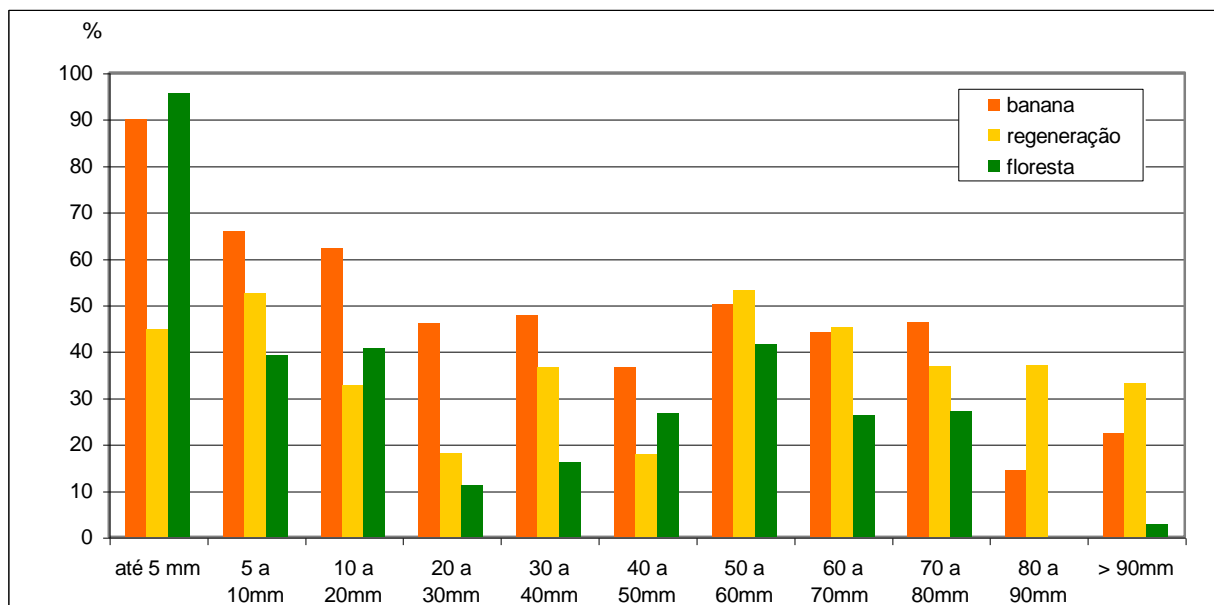


Figura 61: Respostas de interceptação média por classes de chuva

A partir da análise destes gráficos, podemos concluir que apenas as chuvas menores que 5 mm apresentam uma interceptação que se aproxima de 100%, nas quais igualam-se os comportamentos entre as áreas de banana e floresta. Para as magnitudes acima de 5mm, a grande maioria registrada, começam já a apresentar fluxos de atravessamento significativos, de 30 a 80% das chuvas para os bananais e de 60 a mais de 100% para as florestas. Isto se deve à baixa capacidade de interceptação da chuva

pelas copas, que conseguem absorvem chuvas de apenas 5mm, como, também descrito por Vallejo e Vallejo (1982) e Miranda (1992); as demais chuvas que sobrepõem este valor saturam os dosséis e atravessam-no ou escoam pelo tronco. Os bananais ainda conseguem suportar chuvas maiores, com taxas de interceptação relativamente altas em comparação à floresta local, o que está associado ao total de área foliar, provavelmente, maior nos bananais do que na floresta local pouco estratificada.

Construindo um gráfico para a análise das relações entre as respostas de interceptação e a precipitação, temos os gráficos da figura 62:

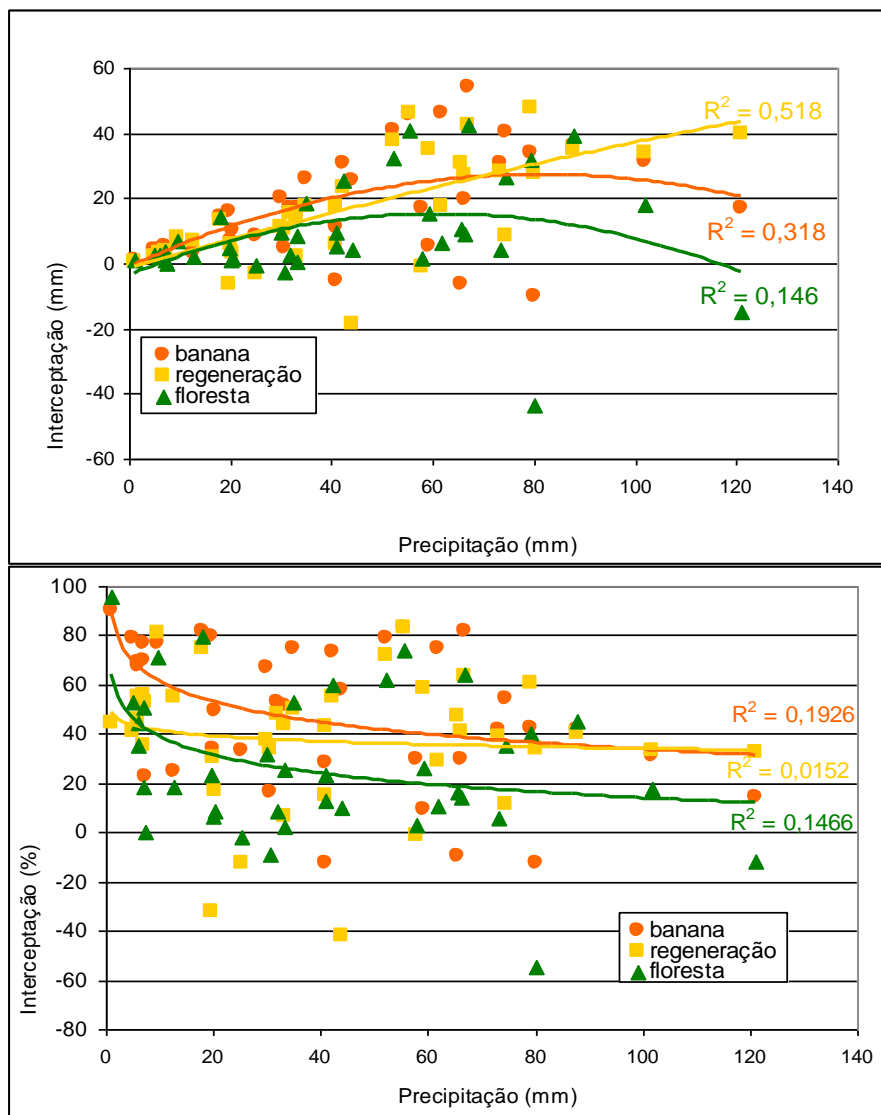


Figura 62 - Correlação interceptação (mm) / precipitação (mm) (acima) e percentual de interceptação (%) / precipitação (mm) (abaixo).

Nestes gráficos é possível perceber, no que diz respeito aos valores absolutos acima, uma correlação entre a interceptação e a precipitação variável, com coeficientes de correlação (r de Pearson) não significativos para a floresta (r = 0,20) e significativos

para banana ($r = 0,49$) e regeneração ($p = 0,72$). As curvas de melhor ajuste para o ambiente florestal ($R^2 = 0,146$) e de plantio de banana ($R^2 = 0,318$) evidenciam um comportamento de crescimento inicial junto com a precipitação, tornando-se assintótico nos valores médios e finalizando com uma diminuição para precipitações acima de 80mm, onde os valores de interceptação negativa reduzem as médias dos eventos. Ou seja, a interceptação aumenta com a magnitude das chuvas, como era esperado, porém, a partir de um valor de precipitação (entre 40 e 50mm) atinge-se a saturação das copas, impedindo o crescimento da interceptação. Contudo, além deste valor, a continuidade da chuva garante, aos pontos de gotejamento no interior dos ambientes, registros de atravessamentos maiores do que a precipitação sobre as copas, diminuindo abruptamente os valores de interceptação. No entanto, mesmo com este comportamento, os valores menores para a área florestada evidenciam o comportamento mais eficiente dos bananais no processo de interceptação e, ainda de maneira sutil, podemos perceber um declínio maior da curva de melhor ajuste para o ambiente florestal, marcando uma melhor interceptação no bananal sob precipitações maiores. A cobertura de folhas no bananal associa-se à pouca estratificação da floresta local para explicar esta resultante.

Na figura 62 (abaixo), os percentuais de interceptação apresentam uma relação indireta, demonstrando que o aumento da magnitude das chuvas não é acompanhado pelo percentual retido nas copas, uma vez que, quanto maior a magnitude das chuvas, mais provável a proximidade da saturação das copas. Os coeficientes de correlação entre o percentual de interceptação e a precipitação confirmam o relacionamento inverso. Para os bananais, o valor de r atinge $-0,42$, sendo o único com significância e para regeneração e floresta os valores menores não atingem significância, respectivamente $-0,05$ e $-0,30$. As curvas de melhor ajuste neste gráfico foram logarítmicas, assim como os trabalhos de Coelho Netto (1985) e Miranda (1992), que demonstram um comportamento assintótico para a curva de percentual de interceptação florestal, concordando, assim, com a afirmação destes autores sobre um limite máximo de interceptação para as copas. Klaassen *et al.* (1998) também encontram comportamento assintótico para a interceptação, afirmando que a interceptação aumenta com a precipitação, até o limite de saturação das copas, suavizando-se até o fim da chuva. Hashino *et al.* (2002) afirmam que o processo de interceptação varia de acordo com a intensidade e o potencial de evapotranspiração, em uma relação exponencial, ou seja quanto menor as chuvas maiores os percentuais de interceptação. Em Zeng *et al.* (2000) encontramos que a interceptação está associada ao intervalo de tempo entre as

chuvas, à duração da chuva e ao tempo de evaporação das copas para suas perdas. Os autores apontam ainda como fator relevante a intensidade das chuvas. Llorens *et al.* (1997) apontam a duração da chuva e sua magnitude como parâmetros responsáveis pela variação na interceptação. Os autores em florestas de *Pinnus sp* encontram valores médios de interceptação de 24% e afirmam que estes diminuem com o aumento da magnitude dos eventos de chuva.

Nos gráficos da figura 62, ainda pode-se notar, novamente, a eficiência da interceptação pelo plantio de banana com percentuais mais elevados em comparação à área florestada, registrando uma média de 22,4% a mais nas interceptações. Em relação aos bananais, poucos trabalhos foram encontrados, tratando seus mecanismos e processos hidrológicos; a maioria diz respeito aos cuidados agrônômicos, produtividade ou controle de pragas. No trabalho de Harris (1997), em plantios de banana no Caribe, ressalta-se o papel hidrológico em um experimento no entorno de uma única bananeira. O autor encontra em 34 eventos, 20% de interceptação e uma relação direta entre o atravessamento e a precipitação em milímetros com coeficiente de determinação R^2 de 0,925, tendo sido encontrado, em comparação, no presente estudo, R^2 de 0,318 na relação entre interceptação e precipitação em milímetros, representando maior interdependência entre os parâmetros no trabalho de Harris (1997). Vale ressaltar, assim como visto pelo próprio autor, que seu experimento com bananeiras em espaçamento constante de 2,44m entre as toiceiras não possui uma sobreposição tão intensa de copas. Em contrapartida, nos plantios em Grumari, sob forma de manejo menos intensa do que os cultivos no Caribe, as toiceiras apresentam-se com espaçamentos aleatórios variando de alguns metros a poucos centímetros de distância. Certamente este é um dos fatores que promovem taxas de interceptação bem maiores em Grumari do que no Caribe, com diferença entre as médias de 28,6 vezes no percentual de interceptação. Para van Dijk e Bruijnzeel (2001a) a interceptação é a relação direta do tamanho das folhas. Os autores detalham as propriedades relativas à densidade das copas, inclinação das folhas e capacidade de saturação por unidade de área das folhas. As mais verticais têm menor capacidade de interceptação e sobre o adensamento, os autores afirmam que quanto mais próximas, as copas podem promover o toque das folhas diminuindo sua capacidade de saturação.

8.5 - RETENÇÃO HÍDRICA DE SERRAPILHEIRA

Neste estudo, como dito em seus objetivos, não nos interessa investigar sobre a funcionalidade interna do compartimento de serrapilheira nas florestas, como feito pelos estudos citados anteriormente (Coelho Netto, 1985 e 1987; Oliveira, 1999 e Castro Jr., 2002), e sim, nos atermos à comparação entre o ambiente florestal e sua substituição por bananais. Neste sentido, foram conduzidas amostragens comparativas entre os três tratamentos, tendo sido coletadas 9 amostras para cada área, num total de 27 *quadrats* de 30 x 30cm. A comparação foi feita em relação à biomassa e retenção hídrica máxima (ver procedimentos metodológicos).

Observações de campo nos mostram para o piso das áreas de plantio de banana, um pleno recobrimento com espesso material proveniente, não somente da queda de folhas e material reprodutivo, mas principalmente da manutenção dos bananais, na qual a forma de manejo define grande aporte de material pelo corte das folhas secas, pseudo-caules inteiros dos pés que já produziram cachos e fragmentos diversos das bananeiras, como brácteas, flores e escapos da inflorescência. Podemos dizer que se trata de uma "produção de serrapilheira" induzida pelo manejo. O crescimento rápido das toiceiras de banana, portanto, garante uma intensa produção de biomassa morta sobre os solos. A distribuição espacial desta serrapilheira é bastante heterogênea, possuindo alguns locais de acúmulo pelos bananeiros durante o processo de "limpeza" do bananal, em contraponto a locais onde este material é menos espesso. No entanto, somente as trilhas principais de transporte do produto apresentam solo exposto, além, obviamente, da superfície dos blocos rochosos, muito presentes na área de estudo.

Por outro lado, na floresta, o recobrimento do solo pela serrapilheira aparenta homogeneidade, exceto em áreas à montante dos blocos rochosos e de árvores, principalmente daquelas com raízes laterais, ou ainda em encostas muito declivosas como descrito por Vallejo e Vallejo (1982), Coelho Netto (1985 e 1987) e Miranda (1992). Kretinin (1993) demonstra que as propriedades do solo ao redor dos troncos das árvores sofrem mudanças devido à concentração de detritos, desde cascas do tronco ao acúmulo de serrapilheira. Coelho Netto (1992), também, descreve o acúmulo de material à montante dos troncos, como sendo um anteparo ao processo de migração do escoamento sobre e dentro da serrapilheira. Nos cultivos de banana, o material proveniente da "limpeza", acumula-se no entorno e, principalmente, a montante das toiceiras, formando um anteparo em forma de "v" invertido, que desvia o fluxo

proveniente do escoamento superficial sobre a mesma. Algumas medidas expeditas foram feitas apenas para caracterização de suas estruturas registrando, a partir de três coletas em cada tratamento uma média de 4,3 cm, 3,3 cm e 3,0 cm para o horizonte O1, respectivamente, para as áreas de banana, regeneração e floresta e, para o horizonte O2: 2,2cm; 3,7cm e 1,0cm, na mesma ordem. Os valores, mesmo que pouco representativos, revelam quase o dobro da espessura total da serrapilheira nos ambientes cultivados em relação à floresta. Certamente, o papel desempenhado por cada tipo de serrapilheira varia, de acordo com sua composição e estruturação, mas é visível em campo a eficiência no recobrimento do solo desempenhado pela serrapilheira da banana (Figura 63), garantindo um amortecimento do impacto direto das gotas da precipitação e do atravessamento. Para o fluxo de tronco, a serrapilheira define outra função relativa à resistência para o escoamento superficial, discutido mais a frente neste capítulo.



Figura 63: Serrapilheira sob o plantio de banana, notar a distribuição e o recobrimento eficiente dos solos

Em primeiro lugar, é interessante discutirmos a expressão deste material no que diz respeito às suas quantidades responsáveis pelo recobrimento dos solos. Neste sentido, cabe analisarmos a biomassa de serrapilheira estocada, para posteriormente passarmos à sua discussão em relação à retenção hídrica. De acordo com o levantamento conduzido em campo, a biomassa da serrapilheira em cada tratamento está expressa na tabela 15, com respectivos desvios padrão e coeficientes de variação. É visível que, do total de 27 amostras, as áreas de banana e regeneração apontam em torno do triplo de biomassa sobre os solos do que na área florestal, ao mesmo tempo que o

coeficiente de variação é menor para esta última área. Por estes valores, é possível notar a distribuição mais homogênea da serrapilheira no ambiente florestal ($cv = 55,2$) em contrapartida à distribuição irregular da serrapilheira nos bananais, que com coeficientes de variação de 66,3% e 91,2% para bananal e regeneração, podem variar, nos valores amostrados, desde 5,5 ton/ha até 91,2 ton/ha, sem contar as porções de solo descobertas nas trilhas.

Tabela 15: Valores médios de biomassa de serrapilheira (ton/ha).

Biomassa de Serrapilheira	banana	Regeneração	floresta
média	21,3	29,1	7,2
desvio padrão	14,1	26,5	4,0
coeficiente de variação	66,3	91,2	55,2

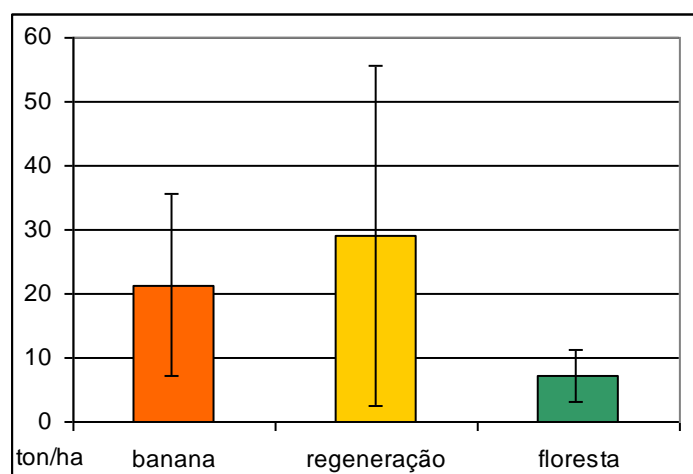


Figura 64: Biomassa média de serrapilheira para os três tratamentos

Os dados que ilustram o gráfico da figura 64, possibilitam a visualização da discrepância entre os valores de 21,3 e 29,1 ton/ha para as áreas cultivadas contra 7,2 ton/ha, apenas, para o ambiente florestal. As diferenças entre os tratamentos foram evidenciadas pelo teste de Kruscall e Wallis e comparadas duas a duas pelo teste U de Mann Whitney e estão resumidas na tabela 16. Os valores obtidos confirmam a semelhança entre a biomassa da serrapilheira dos tratamentos de banana e regeneração (com $p > 0,05$ não significativo) e a diferença de ambas com a serrapilheira do tratamento floresta ($p < 0,05$).

Tabela 16: Comparações estatísticas para os valores de biomassa de serrapilheira entre Banana (B), Regeneração (R) e Floresta (F).

Teste estatístico	Kruscall Wallis	Mann Whitney U- test		
		B x F	B x R	R x F
cruzamentos	entre três tratamentos			
valores de p para 0 a 20cm	0,0051	0,0054	0,7572	0,0054
significância	significativo	significativo	não significativo	significativo

O manejo de "limpeza" promovido pelos agricultores locais é, certamente, responsável por esta grande quantidade de biomassa sobre os solos dos bananais, associado, também, ao fato da bananeira ser uma planta de crescimento rápido e assim possuir grande produção de biomassa, que passa a ser incorporada ao solo durante o processo de manejo. Apesar de sua distribuição mais heterogênea nos bananais, a serrapilheira nestas áreas apresenta-se muito mais eficiente no recobrimento dos solos à medida que, mesmo para os valores menores de biomassa estocada, ainda são registradas 5,5 ton/ha. Este valor ainda é maior do que os dados encontrados por Oliveira (1999) para florestas na Ilha Grande, litoral sul do Rio de Janeiro. Em seu trabalho, os dados de biomassa total de serrapilheira estocada encontrados apresentam, para florestas de 5 anos, 25 anos e climáxica, respectivamente 3,046ton/ha; 3,729 ton/ha e 3,735 ton/ha, registrando ainda um máximo de 5,122 ton/ha para a área de 25 anos no mês de novembro de 1997.

Os valores encontrados para a floresta de Grumari, com idade aproximada de 30 anos, representam uma biomassa bem maior que a floresta de idade relativa na Ilha Grande, registrando quase o dobro: 94,1% a mais. A sazonalidade interfere diretamente sobre os valores de serrapilheira estocada nas florestas, bem como nas áreas sob manejo agrícola, no entanto esta variável não foi contemplada no presente estudo pelo seu caráter comparativo, sendo que a coleta de material foi única e concentrada no mês de julho de 2002. No entanto, o que promove esta diferença diz respeito aos procedimentos metodológicos, pois diferente deste estudo onde a serrapilheira foi coletada até encontrarmos o solo mineral, em Oliveira (1999), pela característica detalhada do seu trabalho, em casos de serrapilheira estruturada, a coleta era feita apenas até o horizonte onde a malha de raízes superficiais, junto com fragmentos orgânicos menores, se fizessem presentes (horizonte F2). Neste caso, grande parte da diferença dos pesos está associada ao volume de material representado por este horizonte, contabilizado para Grumari. Em contrapartida, em Mazurec (1998, *in* Oliveira, 1999) encontramos valores superiores aos dos estágios sucessionais da Ilha Grande e equivalentes aos de Grumari.

Respectivamente em duas altitudes: 250m e 50m, para florestas na Serra do Mar, ao Norte do Estado do Rio de Janeiro, o autor registra 7,410 ton/ha e 6,130 ton/ha de biomassa de serrapilheira estocada sobre o solo. Em Kindel e Garay (2002), encontramos valores de 5,88 t/ha e 6,28 t/ha na Mata Atlântica de Tabuleiro no sul da Bahia, enquanto que na Floresta da Tijuca, no Rio de Janeiro, as autoras registram 17,0t/ha, observando um comportamento de acumulação devido às condições edáficas do seu sítio de amostragem, situado sobre um solo raso. Neste sentido, as autoras afirmam que esta condição é fator limitante para o processo de decomposição fazendo com que a serrapilheira fique estocada dada a baixa velocidade de decomposição. Apesar de não ser mencionado, podemos inferir que sobretudo a condição de drenagem rápida deste tipo de solo garante uma escassez hídrica para a manutenção da fauna de decompositores. Para os dois primeiros sítios citados pelas autoras, nas matas de tabuleiros, encontra-se correspondência à biomassa de serrapilheira da floresta de Grumari, enquanto que para a Floresta da Tijuca, por sua condição local, define-se um valor muito superior ao aqui encontrado.

Outro aspecto a ser relacionado à variação dos valores de biomassa de serrapilheira está associado ao processo de decomposição que, segundo Oliveira (1999), quando se torna muito lento pelas características da fauna de decompositores ou pela natureza do material a ser decomposto, acaba criando um grande estoque de serrapilheira sobre o solo, graças à diminuição da velocidade de decomposição. Para o autor, estoques elevados de serrapilheira sobre o solo estão ligados a: a) produção elevada de serrapilheira; b) redução na decomposição causada por pouca disponibilidade de água no sistema ou relação carbono / nitrogênio alta, o que torna pobre sua qualidade nutricional, gerando acúmulo de massa. Um exemplo extremo é a floresta de coníferas em ambientes temperados como os estudos de Bunting e Lundberg (1987) no Canadá, que afirmam que se a serrapilheira é abundante e possui poucos nutrientes e a fauna do solo é incapaz de decompor na mesma taxa da produção, criando assim um perfil de acumulação. No caso das áreas plantadas com banana, pode estar ocorrendo um acúmulo de serrapilheira, associada a uma grande produção, devido ao manejo, e, também, pelo tipo de material proveniente das estruturas das plantas, que provavelmente possui uma relação carbono/nitrogênio alta e com isso, difícil decomposição.

Além da comparação entre a estocagem de biomassa de serrapilheira sobre os solos, podemos focalizar nossa análise no sentido da diferença entre a área florestada e

as áreas sob plantio de bananas, em relação ao papel desempenhado por este compartimento na retenção hídrica dos fluxos em direção ao solo. Neste sentido, a tabela 17 e o gráfico da figura 65, apresentam os valores de retenção hídrica máxima da serrapilheira para os três tratamentos, evidenciando que as diferenças entre eles são menores que para a biomassa estocada.

Tabela 17: Valores médios de retenção hídrica máxima de serrapilheira (%)

Retenção Hídrica	Banana	Regeneração	Floresta
média	270,4	268,3	206,0
desvio padrão	66,7	23,5	55,0
coeficiente de variação	24,7	8,8	26,7

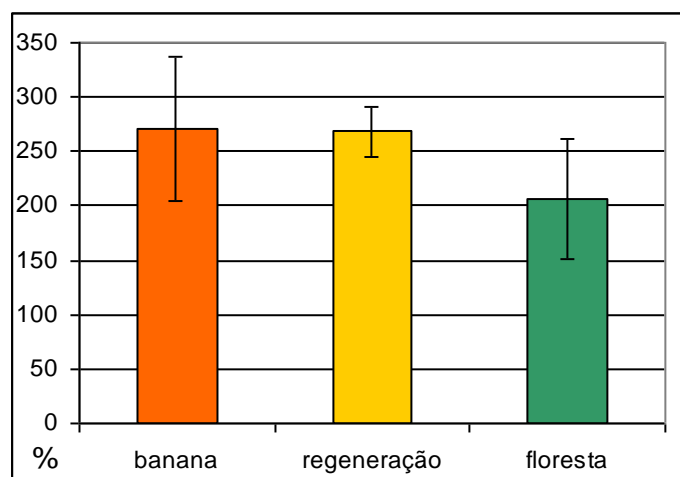


Figura 65: Retenção hídrica máxima de serrapilheira para os três tratamentos

No entanto, vemos ainda maior eficiência para o material proveniente dos cultivos, marcando 270,4 e 268,3% contra 206 % para a floresta. Esta diferença está associada à natureza da serrapilheira da banana, que apesar de mais fibrosa, conta com as estruturas dos pseudo-caules cortados e caídos sobre os solos, os quais apresentam demasiados espaços vazios pela constituição das bainhas das folhas e com isso garantem grande capacidade de retenção de água. O valor médio de retenção encontrado para a floresta local é menor do que aquele encontrado em Vallejo e Vallejo (1982) na Floresta da Tijuca, entre 133,8 e 335,2% nos horizontes O1 e O2 e média geral de 280%. Certamente a qualidade do material componente da serrapilheira está aí influenciando, pois está diretamente ligado ao processo de decomposição, que, por sua vez relaciona-se com a estruturação da serrapilheira (Swift *et al.*, 1979; Medina e Cuevas, 1989 e Grubb *et al.*, 1994, in Kindel e Garay, 2002) e seu contingente de vazios.

Os coeficientes de variação para este processo reduzem-se muito (24,7; 8,8 e 26,7% para banana, regeneração e floresta, respectivamente) demonstrando homogeneidade, não só na retenção hídrica, mas também, na composição e estruturação dos materiais dentro de cada tratamento. No tratamento estatístico pelos testes de Kruscall Wallis e Mann Whitney U-test estas diferenças não são significativas entre os tratamentos banana e floresta, nem entre banana e regeneração, porém evidenciando uma diferença significativa entre os tratamentos regeneração e floresta. Isto pode estar associado à mistura de materiais na composição da serrapilheira do bananal em regeneração, que podem estar marcando distinções na capacidade de retenção hídrica. A tabela 18 resume estes valores.

Tabela 18: Comparações estatísticas para os valores de retenção hídrica máxima de serrapilheira entre Banana (B), Regeneração (R) e Floresta (F).

Teste estatístico	Kruscall Wallis	Mann Whitney U- test		
		B x F	B x R	R x F
cruzamentos	entre três tratamentos			
valores de p para 0 a 20cm	0,0416	0,057	0,6911	0,015
significância	significativo	não significativo	não significativo	significativo

Relacionando os valores de biomassa da serrapilheira estocada com a retenção hídrica máxima, obtemos o gráfico da figura 66, no qual são visíveis correlações muito baixas. As análise de correlação pelo teste estatístico de Spearman gerou valores não significativos, sendo o valor de "r" iguais a 0,0166; 0,00 e -0,1833, para banana, regeneração e floresta, respectivamente. Isto evidencia que, obviamente, não é a quantidade de material que vai influenciar no percentual de retenção hídrica, mas a natureza dos mesmos. A qualidade química do material componente da serrapilheira define tanto o processo de decomposição como a estruturação deste material, construindo os espaços vazios entre as folhas mortas e aumentando a superfície específica dos materiais, à medida que reduz seus fragmentos. Conseqüentemente, a capacidade de retenção hídrica é influenciada pelo processo de decomposição. A característica fibrosa dos materiais provenientes da bananeira, somada à condição monocultural dos cultivos, define uma baixa variedade na oferta do tipo de alimento para a fauna decompositora e, conseqüentemente, uma decomposição mais difícil. No entanto, o grande estoque gerado pela alta "produção" induzida pelo manejo pode estar definindo uma estruturação de vazios pela maior quantidade de material e, assim, aumentando a capacidade de retenção hídrica.

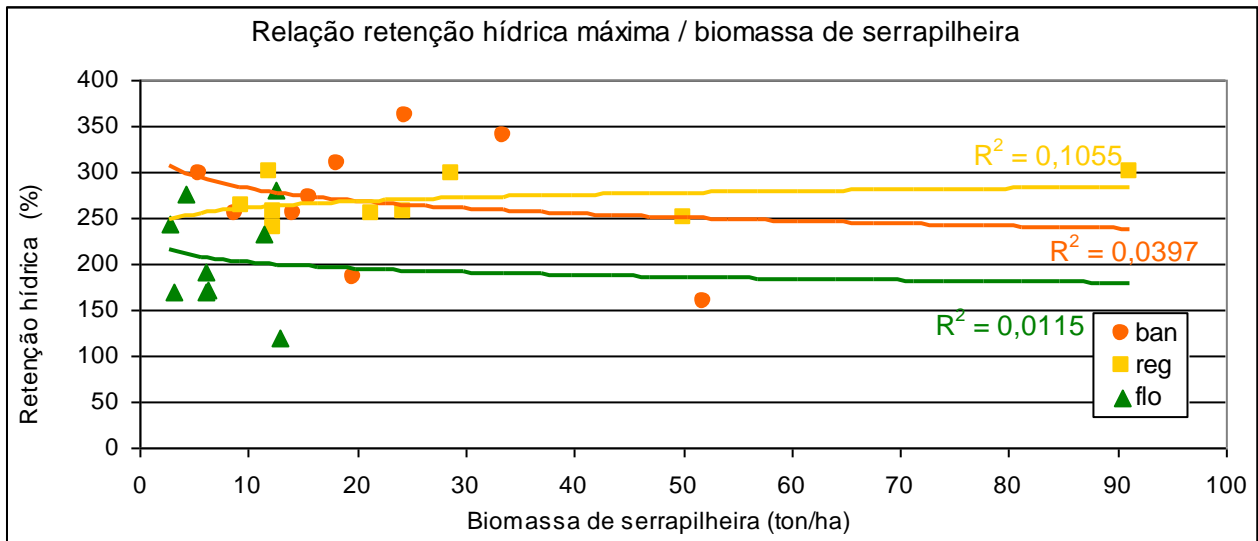


Figura 66: Relação entre retenção hídrica máxima e biomassa estocada de serrapilheira (ban – banana; reg- regeneração e flo- floresta)

Outro aspecto a ser pensado é relativo à característica "pastosa" dos materiais decompostos dos bananais, nos horizontes da serrapilheira mais próximos ao solo. Nestes horizontes, o material está sempre úmido, muito escuro e com fragmentos muito finos, evidenciando uma condição hidromórfica. Esta condição denota o funcionamento hidrológico da serrapilheira, principalmente com o acúmulo de água em seus horizontes mais finos, que, por outro lado, também gera um fator limitante à fauna decompositora, dado o excesso de umidade. Collins e Coyle (1980) afirmam que o acúmulo de serrapilheira em decomposição, e sua conseqüente retenção hídrica, garantem um alto teor de umidade nesta camada em contato com a serrapilheira, que pode levar a um processo de hidromorfismo. Para seus estudos com reposição de cobertura morta em cultivos de hortaliças, os autores analisam a utilização contínua da cobertura de detritos de turfa na produção agrícola e demonstram um aumento tal na umidade no contato com o solo que promove a exclusão do ar e a conseqüente saída da fauna decompositora e das raízes, assim como o rompimento das estruturas do solo e a redução do ferro, que lixiviado, acaba precipitando em horizontes mais abaixo mosqueando e formando concreções. No solo dos bananais, por vezes, são encontrados materiais orgânicos muito escuros e pastosos. O material não foi analisado, mas trata-se de uma concentração muito grande de matéria orgânica e, também, muito úmida que aparentemente apresenta um aspecto de hidromorfismo. Estudos posteriores poderão verticalizar nesta direção,

no intuito de avaliar a ocorrência de processos semelhantes aos descritos acima por Collins e Coyle (1980).

Sobretudo, devemos considerar como fundamentais para o processo de retenção hídrica durante um evento de chuva, em condições de campo, a importância e a preponderância dos volumes de biomassa de serrapilheira sobre os solos bananeiros. Com uma retenção hídrica mais alta e biomassa mais volumosa, os fluxos hidrológicos em direção ao solo sob um plantio de bananas perdem considerável percentual, se comparados à floresta local. Infelizmente, a partir dos valores de retenção hídrica máxima não é possível calcularmos o quanto da precipitação é retido pela serrapilheira durante um evento de chuva, em condições de campo, como em Vallejo e Vallejo (1982), Miranda (1992) ou sob simulações como em Coelho Netto (1987), pois nem sempre em condições de campo a serrapilheira, sob eventos de precipitação, atinge seu ponto máximo de saturação, antes de dar passagem aos fluxos hidrológicos. Estes atingem o solo mesmo antes de saturar por inteiro o compartimento da serrapilheira. No entanto, podemos inferir que diante das condições de recobrimento de um solo sob cultivo de bananas, potencializado pela produção de serrapilheira induzida pelo manejo e uma capacidade bastante significativa de retenção hídrica, dificilmente os fluxos que atingem seu solo apresentarão valores iguais aos que atingem o piso florestal, quiçá maiores. Neste sentido, há de se considerar que a condição de recobrimento dos solos sob o cultivo de bananas é muito maior que no piso florestal, a interceptação é, também, maior nos bananais, o fluxo de tronco apresenta-se 1,1% maior que o encontrado por Miranda (1992) para a floresta e 0,67% maior que o valor encontrado por Scatena (1990) nas florestas de Porto Rico, fazendo com que se diminua em muito a possibilidade de termos precipitação terminal maior sobre os solos bananeiros do que sobre os solos florestais.

8.6 - ESCOAMENTO SUPERFICIAL

Na seqüência, cabe analisar a produção de escoamento superficial frente às entradas de precipitação nos diferentes tratamentos estudados. A série amostral é um pouco menor que a utilizada para a interceptação, uma vez que o jogo de parcelas necessários para a amostragem, teve sua conclusão em agosto de 2001. Com isso, a série é composta dos eventos de chuva de setembro de 2001 a dezembro de 2002. A tabela 19 e o gráfico da figura 67 mostram as médias dos valores absolutos de escoamento superficial, representados em milímetros de chuva para as parcelas de Gerlach de 2 x 1m, além da precipitação terminal sob cada cobertura vegetal estudada (precipitação total descontada do atravessamento e fluxo de tronco). Vale ressaltar os valores muito baixos de escoamento superficial em resposta às entradas de chuva sobre a serrapilheira. Para médias de precipitação terminal (sem retenção hídrica da serrapilheira), que variam de 30 a 40mm, as respostas de escoamento superficial não passam de 0,5 mm. Isto demonstra a preponderância dos processos desempenhados pela serrapilheira na retenção hídrica dos fluxos, bem como o processo de infiltração desempenhado pelo topo do solo. É importante registrar, mesmo que pequena, uma maior média de escoamento superficial para a área de plantio de banana em comparação à floresta local, o que pode estar associado à geração de fluxo superficial sobre a serrapilheira (Coelho Netto, 1987), pela característica deste material nos bananais.

Tabela 19: Valores de escoamento superficial em milímetros de chuva em comparação com valores de precipitação terminal.

Escoamento Superficial (mm)	banana	regeneração	floresta
Média de precipitação terminal	31,2	29,5	38,7
Média de escoamento superficial	0,39	0,35	0,32
Desvio padrão	0,45	0,54	0,38
Coeficiente de variação	115,88	153,43	121,05

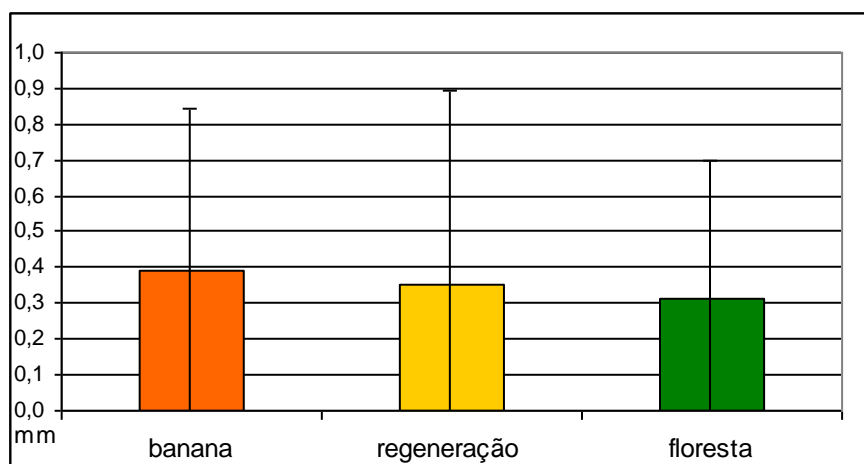


Figura 67: Médias de escoamento superficial representados em milímetros de precipitação

Se por um lado, a retenção hídrica desempenhada pela serrapilheira garante taxas de escoamento muito baixas, o tamanho e a largura das folhas das bananeiras faz com que, diferente das folhas relativamente menores da floresta, o escoamento superficial possa ocorrer mais sobre seus materiais do que sobre os da serrapilheira da floresta.

Relacionando as médias de escoamento superficial com as entradas de chuva, podemos representá-las em percentual da precipitação terminal (sem retenção pela serrapilheira) e assim observamos que os percentuais médios de escoamento superficial não passam de 2 % da precipitação. A tabela 20, representa estas médias, desvio padrão e coeficiente de variação para as três áreas analisadas, enquanto que o gráfico da figura 68 evidencia melhor as diferenças entre as médias percentuais de escoamento superficial.

As médias dos percentuais mensurados ao longo da série amostral mantêm valores de apenas 1,3%, 1,0% e 0,8%, respectivamente para o bananal, regeneração e floresta, com variabilidade grande em torno das médias, apresentando coeficientes de variação altos, relativos à própria variabilidade das entradas de chuva. Estes valores percentuais de escoamento não apresentam eficiência do ponto de vista erosivo, podendo ser considerados desprezíveis, conforme Coelho Netto (1987). A autora encontra para o escoamento superficial no ambiente florestal representações de 1 a 4% da precipitação e afirma que, por infiltrarem-se com poucos centímetros de percurso sobre a serrapilheira, tais fluxos não possuem significado erosivo, nem tampouco registram contribuições na hidrógrafa fluvial. Para Schellekens (2000), a capacidade de

infiltração dos solos florestais em Porto Rico é tão grande que muitas vezes excede a precipitação, tornando o escoamento superficial desprezível nestes ambientes. Zaú (1994) encontra para a floresta alterada no morro do Sumaré, Rio de Janeiro, uma taxa de escoamento superficial de 1,7%, enquanto que Freitas (2001) na mesma área, seis anos depois, encontrou taxas de 2,1%. Segundo o autor esta pequena variação é relativa à maior magnitude dos eventos de chuva no ano de seu estudo em comparação ao ano estudado por Zaú em 1994. As taxas encontradas em Grumari apresentam valores menores para a floresta, em comparação a estes autores, as características do solo desta floresta podem ser as principais responsáveis pelas baixas taxas de escoamento superficial. Conta para isso, segundo observações de campo, a presença, como integrante da fauna de solo, do anelídeo "minhocuçu", responsável pela abertura de dutos de mais de 0,5 cm de diâmetro e grande revolvimento do solo. Léonard e Rajot (2001), estudando a influência da atividade da fauna no processo de infiltração, afirmam que a infiltração aumenta com a atividade de cupins no solo. Os autores mostram que os macroporos desenvolvidos pela atividade biogênica desempenham um papel de interromper o desenvolvimento dos fluxos superficiais.

Ainda em comparação aos outros autores, os bananais com média de 1,3% e 1,0% de escoamento superficial, continuam com taxas menores que os encontrados para florestas em Zaú (1994) e Freitas (2001). Larsen *et al.* (1999) registram baixas taxas de escoamento superficial de 0,2 a 0,5%, em floresta subtropical úmida de encosta em Porto Rico, associadas, segundo os autores, à ação da fauna do solo e à alta capacidade de infiltração do mesmo. Kribaa *et al.* (2001) afirmam que em áreas agrícolas, o não revolvimento do solo e a manutenção da serrapilheira garantiram para suas bacias de drenagem taxas de escoamento superficial menores que 1% da precipitação, contra 17% de escoamento superficial para as áreas que mantém o manejo com revolvimento do solo. Ainda em Zaú (1994) encontramos 1,5% de escoamento superficial para áreas de capim "colonião" (*Panicum maximum*). As menores taxas encontradas nos bananais de Grumari estão associadas à capacidade de retenção hídrica da serrapilheira, pois com suas estruturas e perfis de decomposição consegue reter grande quantidade deste fluxo e, principalmente, direcioná-los para a infiltração.

Tabela 20: Valores médios de percentual de escoamento superficial

Escoamento Superficial	banana	regeneração	floresta
média	1,3	1,0	0,8
desvio padrão	1,2	1,0	0,7
coeficiente de variação	88,5	101,6	88,9

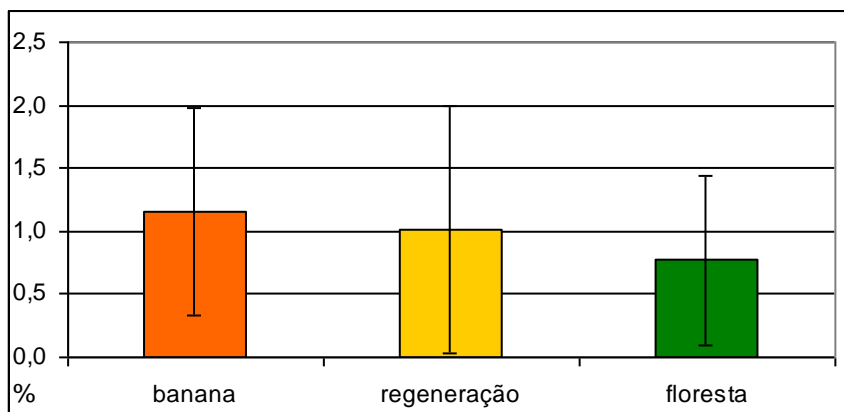
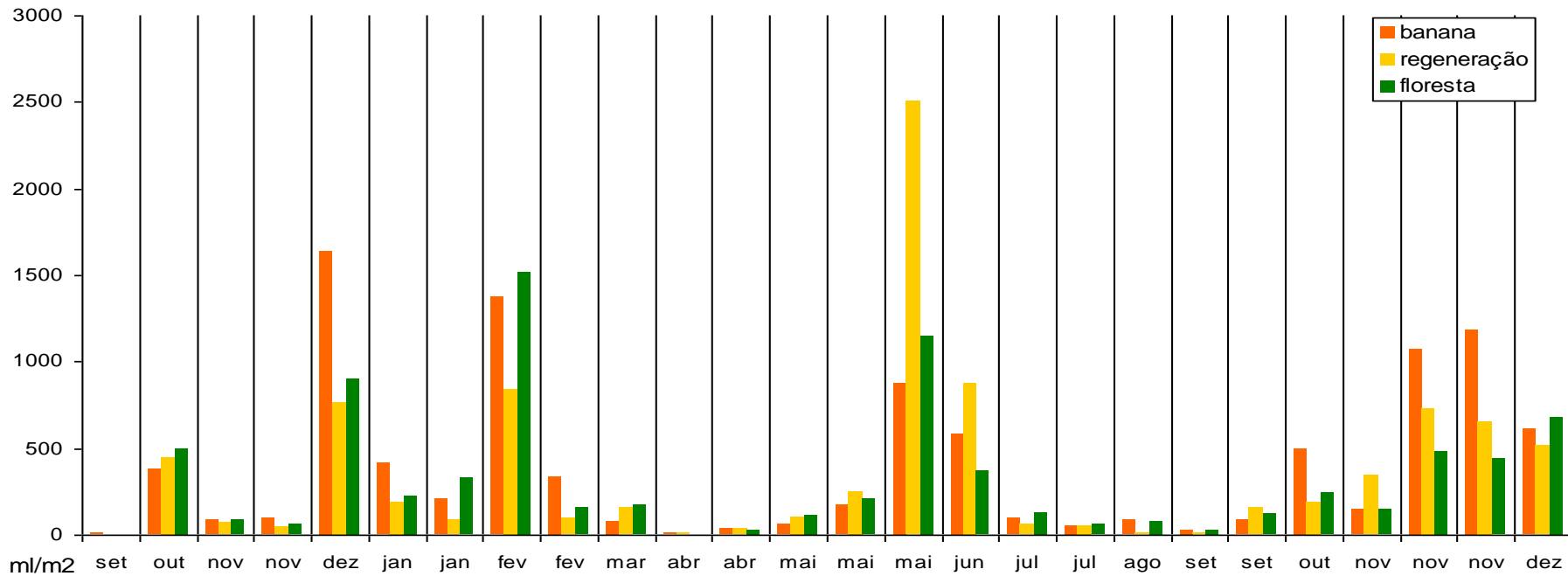
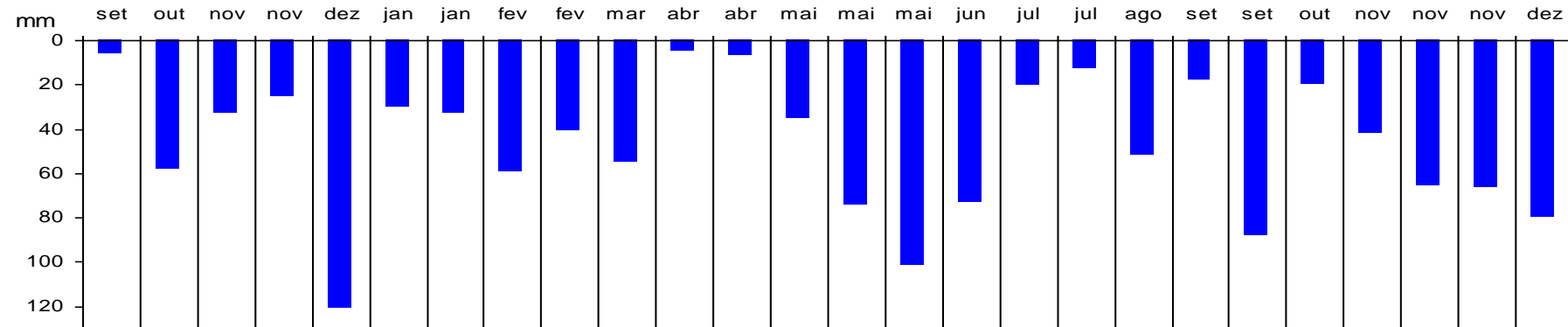


Figura 68: Médias percentuais de escoamento superficial para os três tratamentos.

Precipitação - Setembro de 2001 a Dezembro de 2002



Escoamento Superficial - Setembro de 2001 a Dezembro de 2002

Figura 69: Respostas de escoamento superficial frente à precipitação; dados em mililitros por metro quadrado.

O gráfico da figura 69 registra as respostas do escoamento superficial, em volume por metro quadrado (ml/m^2), gerado nas três áreas, frente às entradas de precipitação total na série amostral de setembro de 2001 a dezembro de 2002. Podemos perceber as respostas associadas à magnitude das chuvas, bem como a comparação das respostas nos três tratamentos para a produção de escoamento superficial. As respostas não apresentam um padrão nítido, sendo ora maiores para as florestas e ora superados pelo bananal, com flutuações abruptas para a área de regeneração. Este comportamento pode estar associado à influência da serrapilheira na competência dos mecanismos de retenção hídrica e de infiltração; esta última, também influenciada pela porosidade do topo do solo. Apenas a presença deste compartimento e suas funções garantem taxas semelhantes para as duas áreas. Estatisticamente a comparação entre as médias, pelos "teste t", nos três tratamentos não revelou diferenças significativas, quando comparados dois a dois ($p= 0,0674$; $0,5918$ e $0,03055$ para as comparações banana x floresta, banana x regeneração e floresta x regeneração, respectivamente). De uma forma geral, os valores das respostas das áreas plantadas de banana oscilam em torno dos valores produzidos na área florestal, não demonstrando um comportamento constante. Outro ponto interessante neste gráfico está relacionado às respostas de escoamento acentuadas em chuvas de menor magnitude, das quais podemos inferir a influência da intensidade, mais do que apenas da magnitude das chuvas.

Em relação à representação percentual das respostas de escoamento superficial frente às precipitações que atingem a serrapilheira, foi gerado o gráfico da figura 70, onde podemos separar em nossa análise os comportamentos de cada cobertura vegetal.

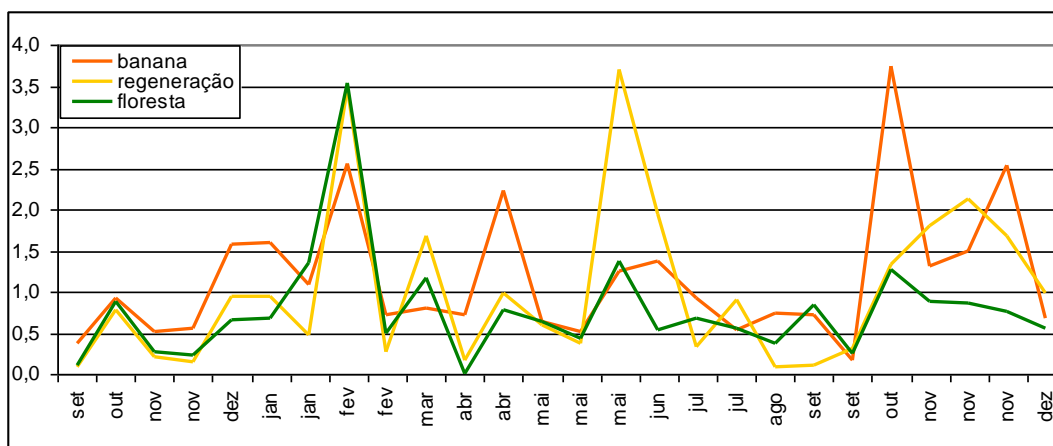


Figura 70: Percentual de escoamento superficial em relação à precipitação terminal

Podemos perceber que as respostas no ambiente florestal apresentam-se menores em percentual de suas entradas do que as respostas dos ambientes em cultivo. Para melhor visualização do comportamento do bananal e da área de floresta, eliminamos a linha referente à regeneração para o gráfico da figura 71 e podemos perceber então que as linhas oscilam sem um padrão entre elas, mas que os momentos em que o escoamento superficial do bananal supera o da floresta, entre outubro e dezembro de 2002, sua magnitude é maior do que no caso contrário em janeiro e fevereiro de 2002.

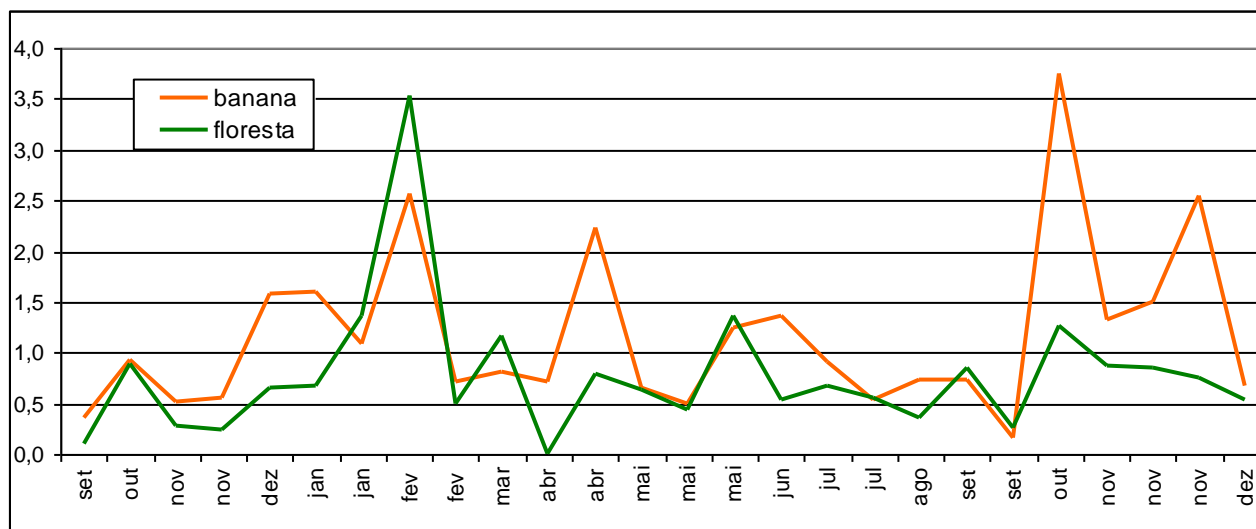


Figura 71: Percentual de escoamento superficial em relação à precipitação terminal, somente para banana e floresta.

Há de se ponderar, contudo, que a interceptação, vista nas análises anteriores, é maior na área de banana, gerando com isso entradas menores de precipitação terminal em comparação à floresta local, o que significa que os valores percentuais menores em relação à precipitação terminal encontrados na floresta, podem em valor absoluto serem correspondentes aos do bananal, já que as precipitações terminais na floresta são maiores. Mesmo que sob valores iguais de precipitação total, as quantidades de chuva que atingem o interior dos ambientes são diferentes.

Para compararmos a oscilação entre os valores percentuais do escoamento superficial no ambiente florestal e no plantio de banana, foi gerado o gráfico da figura 72. Este gráfico registra os valores obtidos a partir da relação entre os percentuais atingidos no bananal, divididos pelos percentuais encontrados na floresta, em comparação com um valor

unitário gerado pela divisão dos valores florestais divididos por eles mesmos. Desta forma, podemos obter a quantidade de vezes que o escoamento nos bananais é maior ou menor do que o escoamento na floresta local.

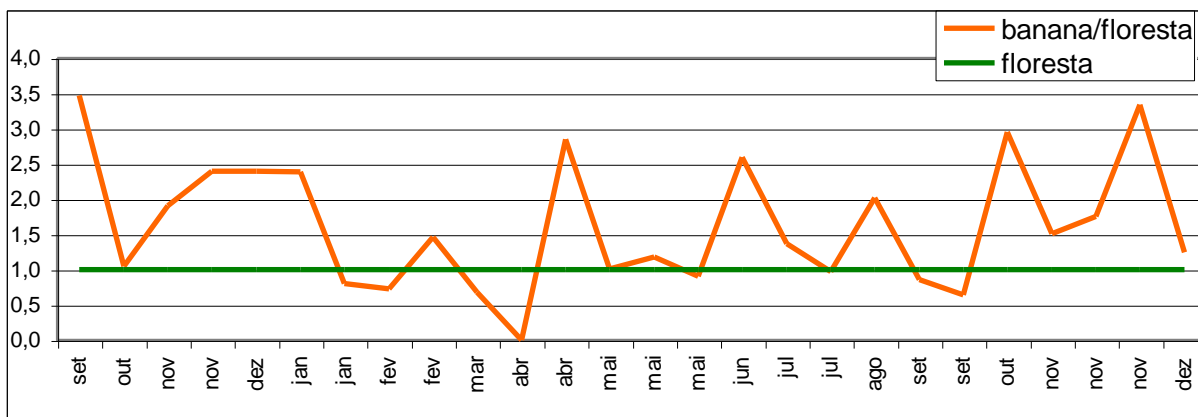


Figura 72: Relação de produção de escoamento superficial entre os ambientes de floresta e plantio de bananas.

Através deste gráfico (Figura 72), é possível perceber que entre os 24 eventos, em 15 casos (62,5%) o escoamento no bananal foi maior, enquanto em outros 6 (25%) foi menor, restando 3 (12,5%) eventos em que os valores foram praticamente iguais. Vale ressaltar, no entanto, que nas vezes em que o escoamento superficial foi maior nos bananais, ele atinge mais que o dobro do escoamento gerado na floresta, enquanto que para as vezes em que foi menor, se manteve no máximo na metade da quantidade escoada na floresta. Os fatores influentes na geração do escoamento superficial são muitos entre as propriedades do solo e características da chuva (Guerra, 2001). No entanto, neste caso, podemos atribuir a geração de escoamento superficial nos bananais, principalmente ao papel do material componente da serrapilheira capaz de gerar por maiores distâncias o "fluxo superficial descontínuo" sobre a serrapilheira descrito por Coelho Netto (1987 e 1992). Para a autora, "estes fluxos são altamente descontínuos no espaço e no tempo, ocorrendo em duas rotas principais, sobre a serrapilheira e dentro da malha de raízes associada à camada O2. Tratam-se de fluxos de curto alcance controlados pela espessura e estrutura da serrapilheira" (1992, p.128). Uma de suas observações que se aplica ao nosso caso nos bananais é relativa à presença de troncos, galhos ou blocos rochosos que aumentam "localmente a descarga destes fluxos" (p.130).

Roose e Ndayizigiye (1997) acreditam que taxas de escoamento superficial de até 30%, encontradas para áreas agrícolas em Rwanda, podem ser minimizadas pelo uso da serrapilheira de bananais em sistemas agroflorestais. Loughram *et al.* (1993) afirmam que as taxas de erosão em encostas sob o plantio de bananas aproximam-se de zero. Certamente a característica fibrosa das folhas de bananeiras e suas longas estruturas, assim como as do pseudo-caule, aumentam a produção deste tipo de fluxo para este ambiente. A superfície larga das folhas, mesmo depois de mortas continuam atuando na "interceptação" neste caso do fluxo de atravessamento, gerando fluxo sobre suas estruturas e gotejando mais à frente na extremidade de seus fragmentos (Figuras 73 e 74).



Figura 73: estruturas da serrapilheira que recobre os solos dos bananais

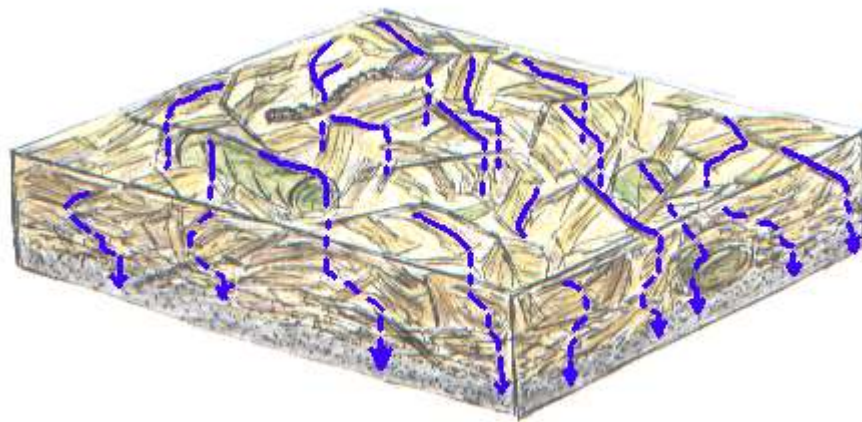


Figura 74: desenho esquemático do fluxo superficial descontínuo sobre a serrapilheira das bananeiras.

O fluxo de tronco é outro caminho de entrada da água para a parte interna dos ambientes, contribuindo com a precipitação terminal. No caso dos bananais representa, como vimos anteriormente, uma entrada concentrada de fluxo no entorno imediato dos pés de banana. Este fluxo concentrado possui um poder erosivo localizado capaz de remover as partículas do solo neste local, lavando o material mais fino e deixando os mais grosseiros. Muitas vezes os solos apresentam-se expostos nos 10 centímetros a jusante das bananeiras. No entanto, logo abaixo, este fluxo e o material por ele carregado são interrompidos pela espessa camada de serrapilheira sobre o solo dos bananais, também, já comentada. Portanto, possuindo um pequeno deslocamento, o escoamento superficial não tem grande continuidade e logo infiltra, perdendo seu poder erosivo e deixando os materiais depositados poucos centímetros abaixo.

Outros pontos importantes de escoamento superficial presentes nos bananais e, em menor quantidade, nas florestas locais são as trilhas, que formam um emaranhado para o transporte da colheita e permitem a geração de escoamento superficial localizado, com grande poder erosivo. É possível notar o material arrastado pelas trilhas logo após um evento de chuva e para os locais em que ocorrem curvas abruptas nas trilhas, o escoamento superficial vaza para as áreas adjacentes cobertas por serrapilheira, que, por sua vez, amortecem a energia dos fluxos, gerando a deposição dos sedimentos por ele carregados e posterior infiltração sob a espessa camada de folhas mortas.

Cabe ainda analisarmos as relações entre a geração de escoamento superficial e seus percentuais em relação às entradas de precipitação. Com este objetivo foram gerados os gráficos da figura 75, onde percebe-se comportamentos muito semelhantes entre os tratamentos, porém com uma resposta um pouco melhor para a floresta frente maiores entradas, o que fica mais evidente a partir da análise em números absolutos no primeiro gráfico. Os coeficientes de correlação (r de Pearson) entre a precipitação terminal e o escoamento superficial revelou valores significativos de 0,81; 0,60 e 0,66 para banana, regeneração e floresta, respectivamente, todos com correlações positivas.

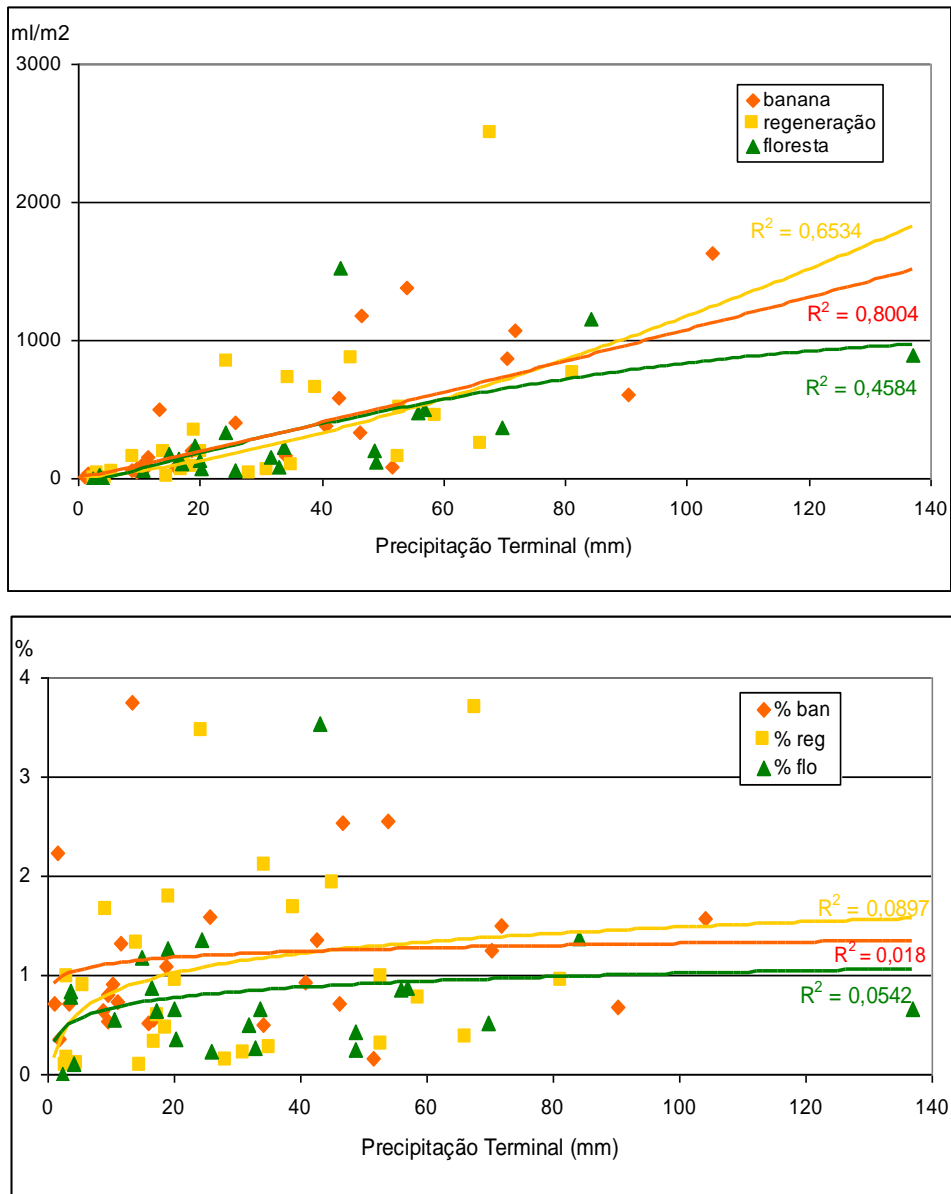


Figura 75: Relação entre escoamento superficial e entradas de precipitação em valores absolutos (acima) e suas representações em percentuais da precipitação (abaixo).

O escoamento superficial começa a ocorrer apenas com entradas superiores a 5mm, havendo pouca produção de fluxo abaixo disto, graças aos mecanismos de interceptação pelas copas e retenção hídrica na serrapilheira. Se observarmos em relação à representatividade percentual do escoamento superficial, os comportamentos assemelham-se e revelam coeficientes de correlação não significativos ($r = 0,13$; $0,26$ e $0,08$, para banana, regeneração e floresta, respectivamente) com o aumento da precipitação. Estes

baixos valores de correlação explicam-se pelo fato dos percentuais se manterem constantes a partir de determinada faixa de valores de precipitação, pois, agora, semelhante à capacidade de interceptação das copas, os fluxos atingem a capacidade, em campo, da retenção hídrica da serrapilheira, deixando escoar sobre a mesma, percentuais constantes de fluxo. Corrobora com esta idéia, o comportamento mesmo que pequeno, mas assintótico das linhas de tendência logarítmicas, reafirmando os limites da interceptação e, neste caso da retenção hídrica da serrapilheira em condições de campo. Pode também ser notado nestas linhas o posicionamento com 0,3 vezes a mais nos valores de escoamento para os bananais, onde, certamente, a composição da serrapilheira dos bananais é a principal responsável. Os valores de porosidade do topo do solo analisados a seguir mostram que este fluxo não ocorre sobre o solo, pois seus altos valores de vazios garantem a infiltração, mas, sim, sobre a própria serrapilheira sob a forma de fluxo descontínuo sobre os fragmentos de folha e pseudo-caule que forram o piso dos cultivos.

9 - PROPRIEDADES FÍSICAS DOS SOLOS

Os solos neste trabalho serão analisados por suas características relevantes aos processos hidrológicos, sobretudo no que diz respeito à infiltração e à geração de fluxos subsuperficiais. Após atravessarem o dossel formado pelas copas, escoar pelo tronco e ser retida na serrapilheira, o fluxo hidrológico finalmente encontra a superfície mineral, obviamente, reduzido por todos estes processos. Ao encontrar o solo, a água pode escoar na superfície ou infiltrar. Como vimos, o escoamento superficial é bastante reduzido nas áreas cobertas pela serrapilheira em todos os tratamentos, no entanto para infiltrar e percolar nos horizontes do solo, as propriedades de ordem física influenciam no direcionamento dos fluxos. Os caminhos percorridos pelas águas no interior dos solos desempenham funções que podem culminar em processos erosivos e/ou movimentos de massa. Desde zonas de acúmulo de água por descontinuidades hidráulicas a dutos erosivos pela concentração de fluxos, a remoção de sedimento está diretamente associada às características do solo que condicionam os fluxos em subsuperfície.

Em uma escala maior, as encostas dos maciços litorâneos no Rio de Janeiro, são caracterizados por vertentes que apresentam, em grande maioria, um perfil constituído por uma porção superior com solos rasos, seguidos de afloramentos rochosos e colúvios com blocos, até atingirem, por declividades mais suaves, a conjugação com as baixadas adjacentes. Nem sempre estão presentes os afloramentos rochosos em todas as vertentes, no entanto, os colúvios com blocos, característicos de movimentos de massa, constituem grande parte das encostas circundantes dos maciços da Tijuca, Pedra Branca e Gericinó, no Rio de Janeiro, assim como grande parte das encostas da Serra do Mar. A estrutura fraturada de suas rochas constituintes garante o intemperismo entre estes planos e a queda de blocos por movimentos de massa, principalmente sob os eventos mais fortes de precipitação, garantindo a configuração destes depósitos, também conhecidos como tálus (Rosas, 1991). Por estes sucessivos depósitos sobre as encostas, os solos que recobrem estas áreas de deposição acabam tendo seu processo pedogenético reiniciado, toda vez que ocorre um novo deslizamento. Em alguns pontos de menor declividade da encosta estes materiais podem acumular-se, formando perfis mais espessos de solo. Na porção mais a jusante das encostas podem ocorrer acúmulos de depósitos, proveniente do retrabalhamento

dos depósitos à montante. A baixa declividade pode garantir a lavagem dos horizontes superficiais do solo e a migração das argilas para horizontes subjacentes. No caso de Grumari, a maioria dos plantios de banana encontra-se sobre os colúvios com blocos, com pequenas manchas sobre áreas de solos rasos sem blocos rochosos. Além das classificações dos solos, nos importa o funcionamento hidrológico destes tipos de depósito. Vale lembrar que estes blocos rochosos embutidos na matriz dos solos, representam superfícies impermeáveis, em contato com as quais, os fluxos que migram verticalmente e lateralmente às encostas acumulam-se, ganhando poder erosivo em subsuperfície e formando dutos (*pipes*) no entorno dos blocos (Poesen,1985; Castro Jr.,1991; Coelho Netto,1992). Segundo estes autores, a presença destes *pipes* acaba controlando as pressões positivas provocadores de movimentos de massa, garantindo, assim, maior estabilidade nestas encostas pela drenagem rápida dos fluxos hidrológicos.

No presente estudo, as investigações recaíram sobre as mudanças nas propriedades físicas dos solos com cultivos de banana, em comparação ao solo sob a floresta local. A preocupação sobre os bananais está associada à possibilidade de acumulação de fluxos hidrológicos abaixo da zona de raízes das bananeiras (mais ou menos a 40cm de profundidade), como detonadores de movimentos de massa rasos, como os vistos por Oliveira *et al.* (1996). Teoricamente a água infiltra com facilidade nos primeiros centímetros do solo, facilitada pelo papel desempenhado pelas raízes na condução de fluxos para subsuperfície (Freire Alemão, 1997). O término abrupto da zona de raízes nos bananais, que por sua estrutura fisionômica ocorre próxima ao rizoma (caule subterrâneo da espécie), propiciaria o acúmulo d'água, à medida que a porção inferior do solo não apresenta a mesma facilidade de infiltração. Isto caracterizaria, como foi descrito por Dunne (1970), uma zona de descontinuidade hidráulica, que pode, por poro-pressões positivas diminuir, o atrito entre os grãos do solo e permitir sua remoção por deslizamentos rasos.

Desta forma, este capítulo apresenta os resultados relativos às propriedades físicas dos solos, consideradas relevantes ao entendimento do funcionamento hidrológico dos mesmos, focalizando o favorecimento da infiltração e as diferenças de permeabilidade entre a zona de raízes e seu horizonte imediatamente inferior, bem como suas modificações relativas à substituição do ambiente florestal por plantios de banana.

As investigações foram conduzidas em quatro profundidades (0, 20, 40 e 60 cm), buscando as variações em perfil até o fim da zona de raízes das bananeiras e comparando-as entre os três tratamentos. A primeira destas características apresentadas será a distribuição granulométrica das partículas do solo, ou textura. Acompanhando esta caracterização, o teor de matéria orgânica nos solos é apresentado, à medida que sua importância para o destacamento de partículas e agregação do solo é fundamental. Seguindo as análises, será apresentada a porosidade dos solos, também nas mesmas profundidades, a fim de avaliar a facilidade de infiltração e percolação da água para os horizontes do solo. Por fim, complementando a anterior, a permeabilidade passa a ser analisada para averiguação de descontinuidades hidráulicas, principalmente, na passagem para o fim da zona de raízes nos plantios.

9.1 - GRANULOMETRIA

A análise granulométrica dos solos foi conduzida como forma de caracterização do material no qual os processos hidrológicos estão ocorrendo. Neste sentido, temos a análise granulométrica de quatro profundidades (0, 20, 40 e 60cm), comparando os tratamentos de banana, regeneração e floresta. As médias registradas para areia, fina e grossa, silte e argila estão resumidas na tabela 21 e ilustradas no gráfico da figura 76, onde podemos notar um predomínio das frações silte e argila em todos os tratamentos, mas, sobretudo, no ambiente florestal, onde os solos apresentam-se com textura mais fina. No entanto, os valores de grãos mais grosseiros são bastante presentes, representando as frações responsáveis pela facilidade de percolação, obviamente associadas a outros parâmetros. A diferença entre as áreas de plantio e a área florestal pode estar associada às diferenças de sítio geomorfológico, onde se situam os tratamentos ou aos efeitos, menos prováveis, do próprio uso do solo. Pois, como explicitado na área de estudo e procedimentos metodológicos, os sítios amostrais apresentam evidências de maior ocorrência de deslizamentos na área florestal, os quais ao removerem os horizontes coluviais, nos aproxima do solo residual com característica mais argilosa.

Tabela 21: Percentuais da distribuição granulométrica para os três tratamentos de 0 a 60cm (%).

uso	calhau	cascalho	areia grossa	areia fina	silte	argila
Banana	10,1	11,3	19,9	8,1	35,0	15,5
Regeneração	10,8	11,1	23,1	9,1	33,3	12,5
Floresta	2,3	5,0	15,4	8,4	46,8	22,0

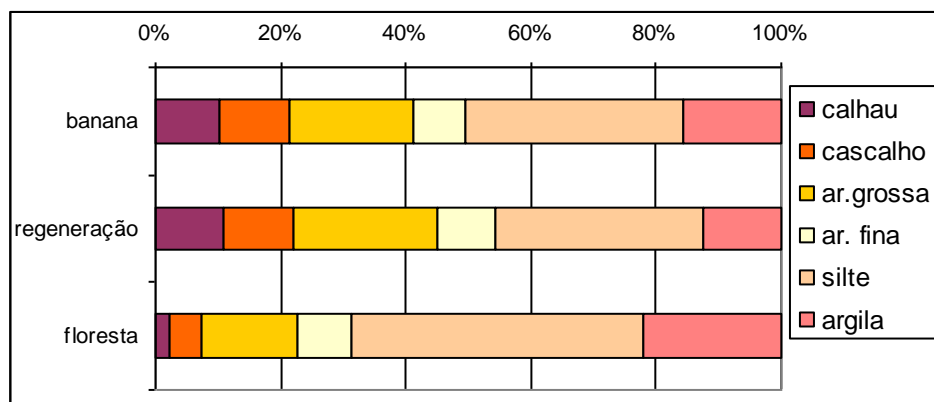


Figura 76: Distribuição percentual granulométrica média para os três tratamentos

Os percentuais de calhau e cascalho maiores para a área de banana e regeneração estão associados à característica dos colúvios repletos de fragmentos de minerais primários, oriundos da rocha local granítica, caracterizada por pórfiros de feldspato bem proeminentes.

Observando a distribuição granulométrica por tratamento vemos para o bananal, no gráfico da figura 77, uma distribuição equilibrada, nos primeiros vinte centímetros do solo, para todas as frações, caracterizando a condição de transporte do material.

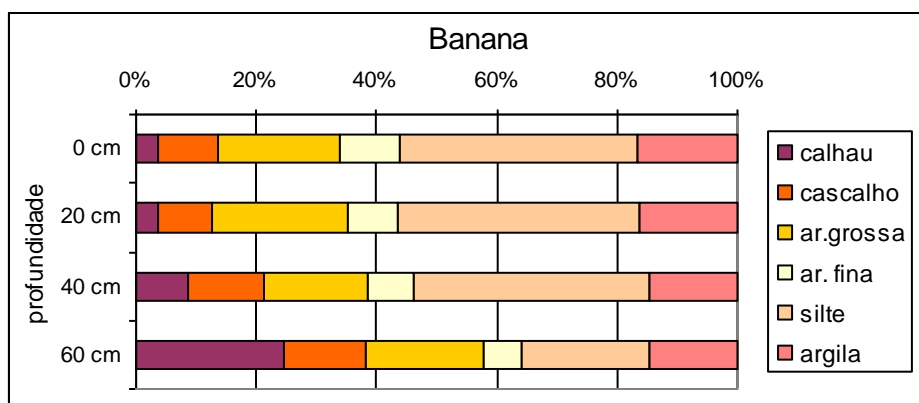


Figura 77: Distribuição percentual granulométrica nas quatro profundidades para o tratamento Banana

coluvial por movimentos de massa, onde nenhum tipo de grão específico é selecionado. Com o aumento da profundidade, o material se torna mais grosseiro, comparativamente, tanto pela possível e provável proximidade ao substrato rochoso, como pela contabilização de material orgânico nas frações finas das camadas superiores.

Para a área de regeneração, a figura 78 registra um comportamento semelhante ao bananal, com pequenas alterações nos horizontes superficiais, com maiores percentuais de material mais grosseiro e, ao contrário, nos horizontes mais profundos uma distribuição mais homogênea das frações.

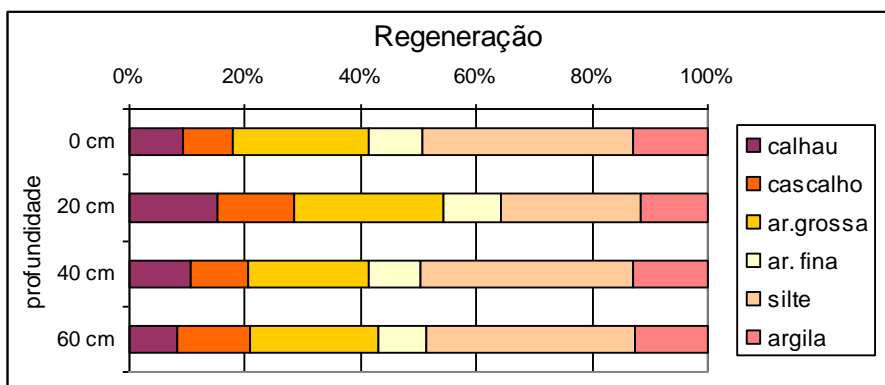


Figura 78: Distribuição percentual granulométrica nas quatro profundidades para o tratamento Regeneração

O solo sob a floresta (Figura 79), por sua vez, apresenta realmente uma diferenciação dos anteriores, principalmente por apresentar uma predominância de materiais mais finos, desaparecendo a fração calhau na porção superior do solo e, para os horizontes mais profundos, se faz notar um aumento da fração argila. Devemos ponderar, no entanto, a contabilização do material orgânico, muito presente na floresta, para as frações mais finas.

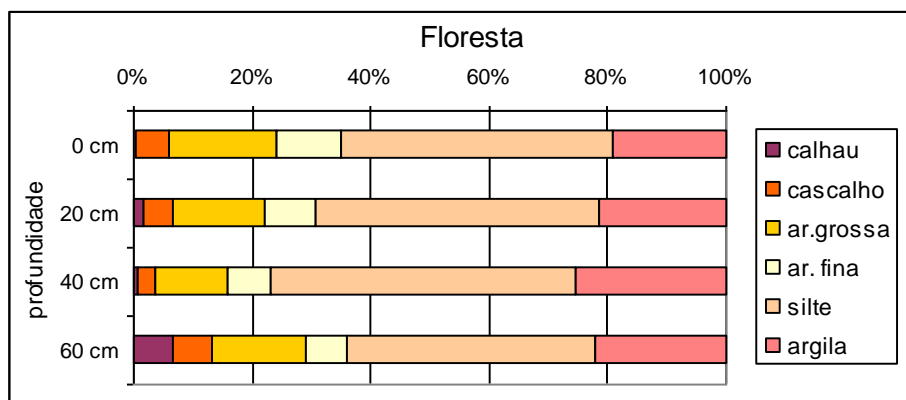


Figura 79: Distribuição percentual granulométrica nas quatro profundidades para o tratamento Floresta.

Para melhor comparação da granulometria entre os três tratamentos estudados, foi gerado o gráfico da figura 80, onde estão representados os percentuais de distribuição granulométrica para cada profundidade. Nele podemos perceber as distinções na superfície dos solos, onde a floresta apresenta granulometria mais fina, certamente associada à presença da matéria orgânica nesta contabilização, que do ponto de vista hidrológico desempenha papel semelhante às argilas, além de contribuir na formação de agregados no solo. Para a profundidade de 20cm, o tratamento banana apresenta percentuais granulométricos constantes em relação à superfície, enquanto que a regeneração apresenta-se com percentuais de frações mais grosseiras e a floresta com pouco acréscimo de frações mais finas. Aos 40cm de profundidade, já próximo ao fim da zona de raízes das bananeiras, a granulometria nas áreas sob plantio, tanto no tratamento banana, quanto regeneração, mantêm-se inalteradas e a floresta apresenta a continuada tendência ao predomínio de percentuais mais finos. Por fim, na profundidade de 60cm registram-se as maiores distinções entre os três tratamentos, no entanto sem marcar nenhuma passagem abrupta, da profundidade anterior para esta, nos tratamentos sob plantio de banana, a não ser pelo aumento da fração calhau na área de banana, o que certamente não define impedimento hidráulico para os fluxos subsuperficiais, ao contrário, por ser mais grosseira, permite melhor a passagem da água. Já na floresta, a percentagem de mais de 60% de silte e argila pode gerar diminuições nas velocidades de percolação da água na passagem para esta camada do solo, à medida que desenvolvem forças capilares, como veremos mais à frente durante a discussão dos resultados de permeabilidade. No entanto, ainda se fazem presentes nesta profundidade na floresta local, a fração calhau e cascalho, que somadas registram 13,2% da granulometria do solo; se ainda somarmos 15,9% de areia grossa nesta mesma profundidade, temos quase 30% do solo composto por frações grosseiras que, de certa forma, reduzem os efeitos dos altos teores de silte e argila no substrato florestal.

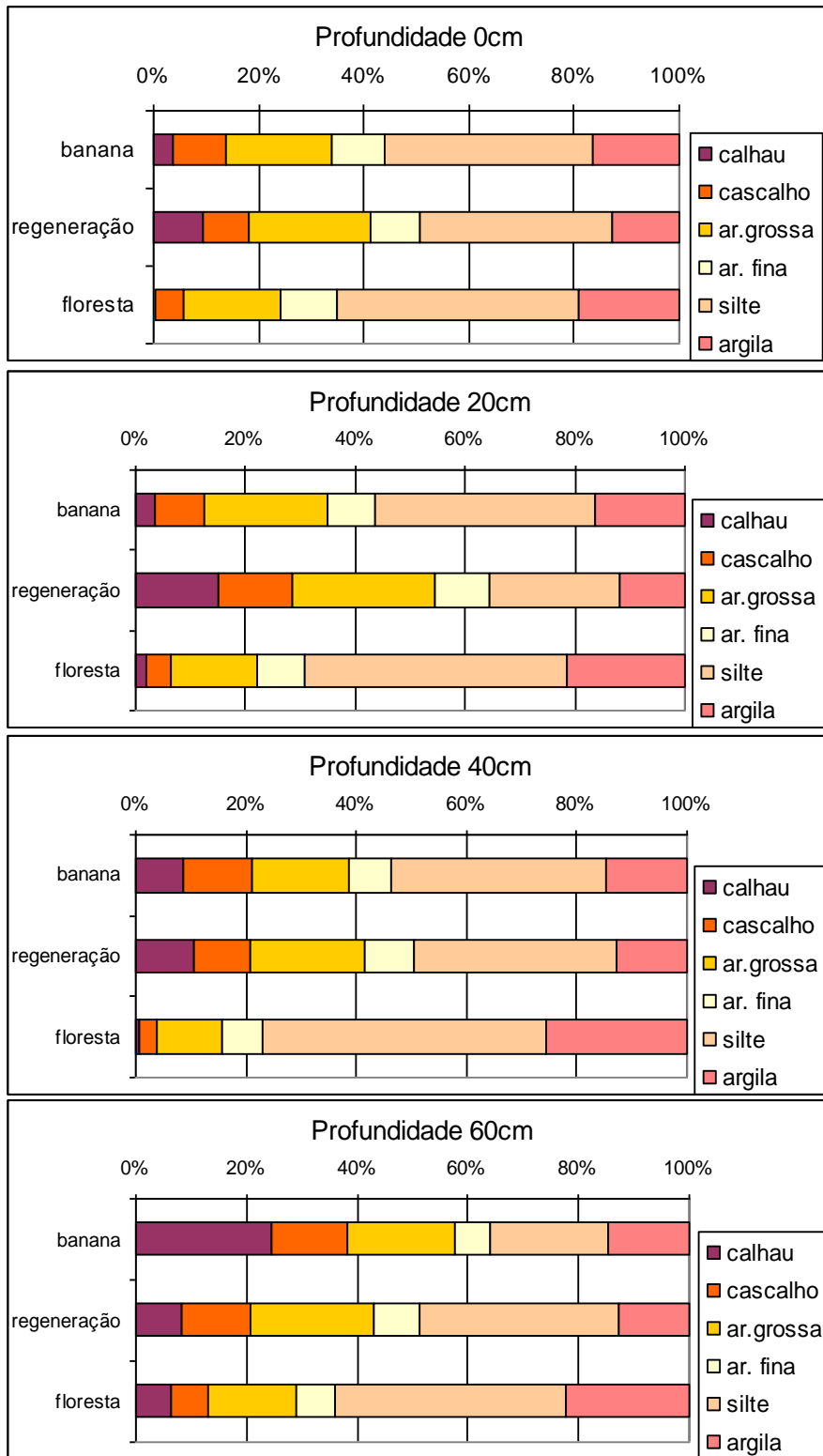


Figura 80: Comparação percentual da distribuição granulométrica por profundidade

9.2 - TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA NOS SOLOS

O papel da matéria orgânica nos solos é fundamental do ponto de vista erosivo, à medida que promove a agregação do solo, permitindo melhor infiltração e menor erodibilidade. As taxas de erodibilidade dos solos vão depender do teor de matéria orgânica, que, por sua vez, influencia a estabilidade dos agregados, cuja ruptura, pode originar crostas no solo, dificultando a infiltração e aumentando o escoamento superficial (Ekwue,1990 e Guerra, 1990, 1991, 1994 e 2001). Neste sentido faz-se necessário analisar o teor de matéria orgânica nestes solos, para compará-los tanto ao nível do potencial de erosão, como ao processo de incorporação de matéria orgânica nos solos. As análises de solo para avaliação do teor de matéria orgânica foram conduzidas nos intervalos das profundidades anteriores, seguindo, portanto as faixas de 0 - 20cm, 20 - 40cm e 40 - 60cm. A tabela 22 e o gráfico da figura 81 relacionam as médias totais encontradas para os solos cultivados e floresta, reunindo as três faixas de profundidade amostradas.

Tabela 22: Médias percentuais de matéria orgânica nos solos nos três tratamentos (0 a 60cm).

matéria orgânica	banana	regeneração	floresta
média total	2,71	2,93	3,43
desvio padrão	1,10	1,13	1,56
coeficiente de variação	40,80	41,32	45,48

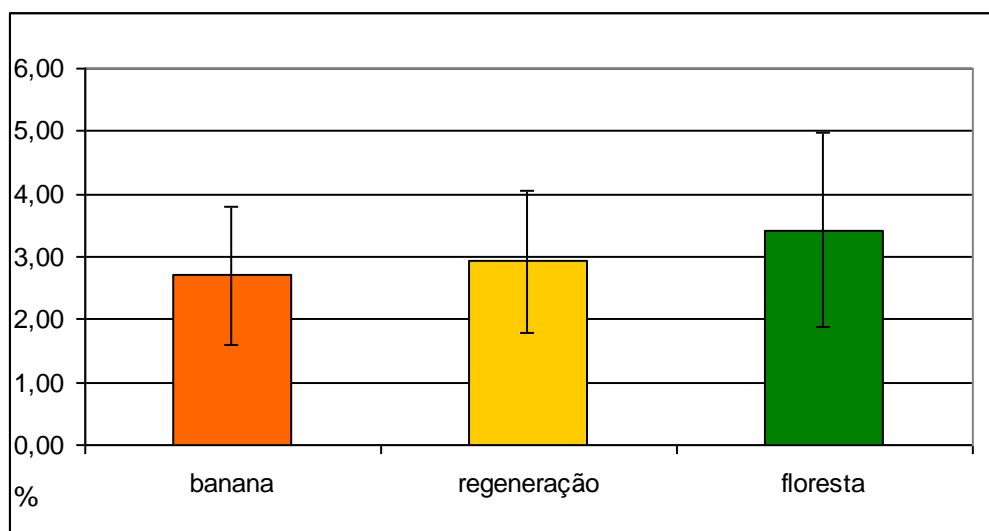


Figura 81: Percentual de matéria orgânica nos solos para os três tratamentos (0 a 60cm)

O gráfico (Figura 81) nos mostra que a área florestada apresenta os maiores índices de matéria orgânica, seguido da área de regeneração, enquanto que o bananal registrou o menor valor médio, contabilizando-se de 0 a 60cm. Os maiores valores para a área florestada eram esperados em relação à própria oferta de biomassa maior do que os plantios. No entanto, a semelhança dos teores de matéria orgânica entre as áreas, variando de 2,71% a 3,43%, portanto menos de 1% de diferença, podem ser referentes ao manejo da serrapilheira nos bananais que, organizada em grandes montes, promove uma oferta significativa de material em decomposição. Martinez-Mena *et al.* (1998) encontram para solos em encostas sob clima semi-árido o valor de 1% de matéria orgânica. Os autores afirmam que este percentual é responsável por uma grande estabilidade dos agregados do solo e que o aumento desta estabilidade é acompanhado pelo aumento da condutividade hidráulica. Esta relação positiva está associada, segundo os autores, à alta proporção de vazios planares e macroporos de grande tamanho. Coppus *et al.* (2003) encontram para florestas na encosta dos Andes, valores de 2,4 a 7,6% de matéria orgânica, maiores, comparados à Grumari. Os coeficientes de variação sugerem a heterogeneidade interna nas amostras de cada tratamento, registrando um relativo aumento na heterogeneidade dos solos florestais. Este comportamento está associado à maior diversidade da floresta em relação aos bananais e também à concentração de matéria orgânica na porção superficial de seu solo, uma vez que para a média total contam as variações relativas à profundidade.

Analisando os teores de matéria orgânica para cada tratamento temos o gráfico da figura 82, onde estão registradas as médias por profundidade.

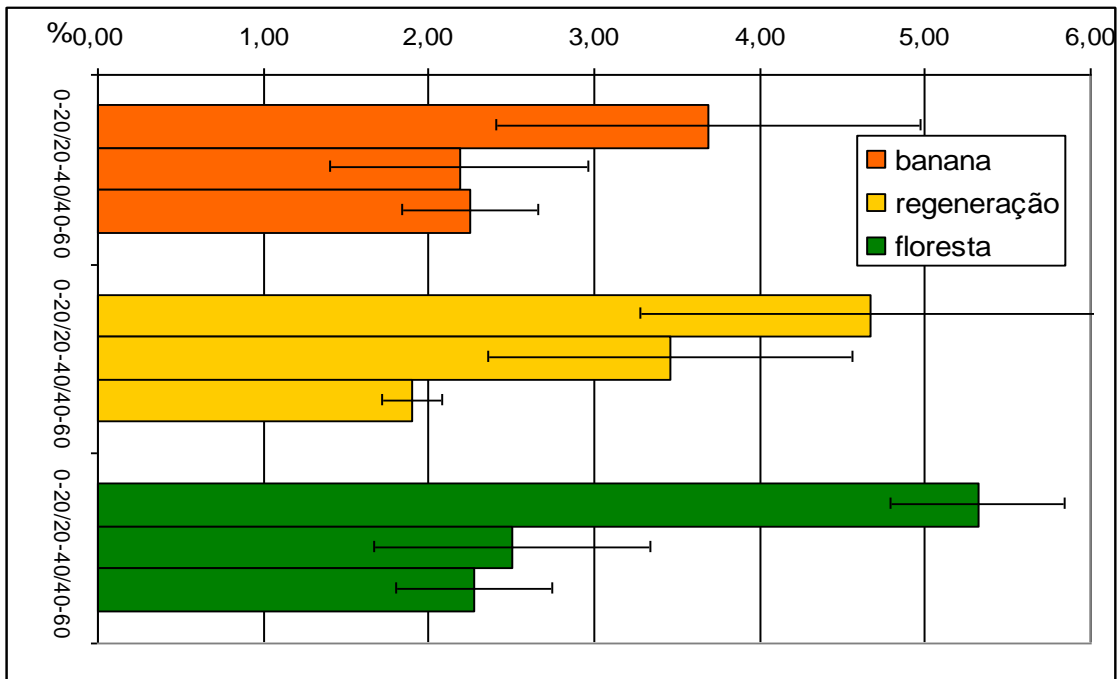


Figura 82: Percentuais de matéria orgânica nas faixas de profundidade (0-20cm / 20-40cm / 40-60cm) para os três tratamentos

Neste gráfico (Figura 82) podemos perceber em dados absolutos os maiores teores registrados nos primeiros 20cm do solo, onde a serrapilheira tem papel fundamental na incorporação de matéria orgânica, sobretudo para a área florestada. As profundidades que se seguem guardam maiores valores para a regeneração entre os 20 e 40cm do solo em comparação às suas outras profundidades e novamente a floresta volta a ser preponderante no intervalo entre 40 e 60cm. A diminuição dos teores de matéria orgânica mediante o aprofundamento dos solos eram esperados pela própria manutenção da biomassa em sua porção aérea. Guggenberger e Zech (1999), comparando áreas de florestas secundárias regeneradas a partir de pastagens e florestas climáticas, afirmam que a floresta secundária possui mais matéria orgânica nos solos. Os autores associam isto ao mecanismo de concentração da matéria orgânica na biomassa viva desempenhado pelas florestas em sucessão avançada.

Em Grumari, os maiores teores para a floresta podem ser explicados pelo próprio sistema de decomposição que permite maiores velocidades nesta área em detrimento às áreas plantadas com bananeiras, onde a serrapilheira mais pobre em diversidade pode demorar mais a ser incorporada. A diferença entre os tratamentos se define nos primeiros

centímetros, com incremento de matéria orgânica da área florestada, o que significa que a substituição por bananais não implica em uma diminuição no teor de matéria orgânica nas porções menos superficiais do solo, sendo o mesmo alterado apenas em função da qualidade da serrapilheira e seu processo de decomposição e incorporação de matéria orgânica aos solos. Para melhor compararmos estas diferenças absolutas temos o gráfico da figura 83, com os percentuais de matéria orgânica colocados lado a lado para os três tratamentos em cada profundidade.

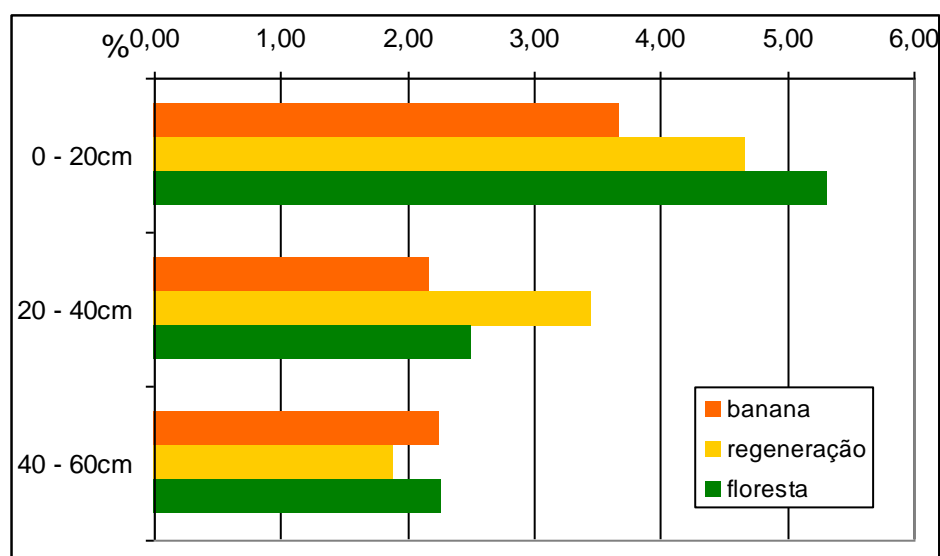


Figura 83: Comparação entre os percentuais de matéria orgânica para cada profundidade.

Neste gráfico (Figura 83) fica mais claro observar o aumento dos teores de matéria orgânica na floresta nos primeiros centímetros do solo, principalmente associada ao topo, e valores mais semelhantes para as profundidades entre 20 e 60cm, com exceção do registro aos 40 cm na área de regeneração. Para analisarmos esta variação entre os tratamentos calculamos o coeficiente de variação para todos os valores de todos os tratamentos em cada profundidade. A tabela 23 registra estes valores a partir da média de teor de matéria orgânica e desvio-padrão. Nela encontramos coeficientes de variação não muito altos, atingindo 37,8% na profundidade de 20 a 40cm, o que demonstra a baixa variabilidade entre os tratamentos.

Tabela 23: Média do teor de matéria orgânica para todos os tratamentos juntos

Matéria orgânica / todos	0-20cm	20-40cm	40-60cm
médias	4,56	2,72	2,18
Desvio padrão	1,27	1,03	0,40
coeficiente de variação	27,87	37,80	18,41

No entanto, a comparação estatística entre os tratamentos não registrou diferenças significativas por profundidade. As diferenças aparecem apenas quando comparamos a profundidade por tratamento, sendo que os tratamentos que registram diferenças são a regeneração entre suas profundidades de 20 a 40cm e 40 a 60cm e a floresta entre os 20cm superficiais e as demais profundidades. Estes dados estão listados nas tabelas 24 e 25, onde estão comparados os percentuais de matéria orgânica nas diferentes profundidades e nos diferentes tratamentos.

Tabela 24: Comparações estatísticas para os valores de matéria orgânica entre Banana (B), Regeneração (R) e Floresta (F), para as profundidades de 0 a 20cm, 20 a 40cm e 40 a 60cm

Teste estatístico cruzamentos	Kruscall Wallis	Mann Whitney U- test		
	entre três tratamentos	B x F	B x R	R x F
valores de p para 0 a 20cm	0,0667	0,0546	0,1495	0,1093
significância	não significativo	não significativo	não significativo	não significativo
valores de p para 20 a 40cm	0,1129	0,4233	0,0546	0,1495
significância	não significativo	não significativo	não significativo	não significativo
valores de p para 40 a 60cm	0,3235	0,8551	0,1213	0,2967
significância	não significativo	não significativo	não significativo	não significativo

Tabela 25: Comparações estatísticas para os valores de matéria orgânica entre as profundidades de 0 a 20cm, 20 a 40cm e 40 a 60cm para Banana (B), Regeneração (R) e Floresta (F).

Teste estatístico cruzamentos	Kruscall Wallis	Mann Whitney U- test		
	entre três tratamentos	0-20 x 20-40	20-40 x 40-60	0-20 x 40-60
valores de p para Banana	0,0319	0,0546	0,8727	0,0104
significância	Significativo	não significativo	não significativo	significativo
valores de p p/ Regeneração	0,0232	0,1495	0,0388	0,0201
significância	significativo	não significativo	significativo	significativo
valores de p para Floresta	0,0034	0,0039	0,3613	0,0061
significância	significativo	significativo	não significativo	significativo

A tabela 25 evidencia, para o bananal, as diferenças entre os primeiros 20cm superficiais do solo e a profundidade de 40 a 60cm, marcadas pela concentração da matéria orgânica em direção à superfície. Para a floresta isto fica mais nítido, pois quem se diferencia dos demais horizontes são os primeiros 20cm, onde a concentração de matéria orgânica é maior devido ao trabalho dos decompositores.

9.3 - POROSIDADE TOTAL

A porosidade dos solos é uma das principais características de suas propriedades físicas, capazes de influenciar os processos hidrológicos. Os espaços vazios entre os grãos do solo definem os caminhos, a velocidade e/ou acúmulo de água nos seus horizontes. Os processos de infiltração e percolação da água dependem diretamente do tamanho e do arranjo destes vazios no solo. Uma das hipóteses nesta investigação é a de que abaixo da zona de raízes das bananeiras poderia se desenvolver um acúmulo de fluxos subsuperficiais, graças à descontinuidade hidráulica entre a zona, que teria uma permeabilidade alta, facilitada pelas raízes, e a zona abaixo dela sem as estruturas radiculares, dificultando, assim, o processo de percolação. A figura 84 representa um desenho esquemático deste processo, onde os fluxos se acumulam abaixo da zona de raízes.

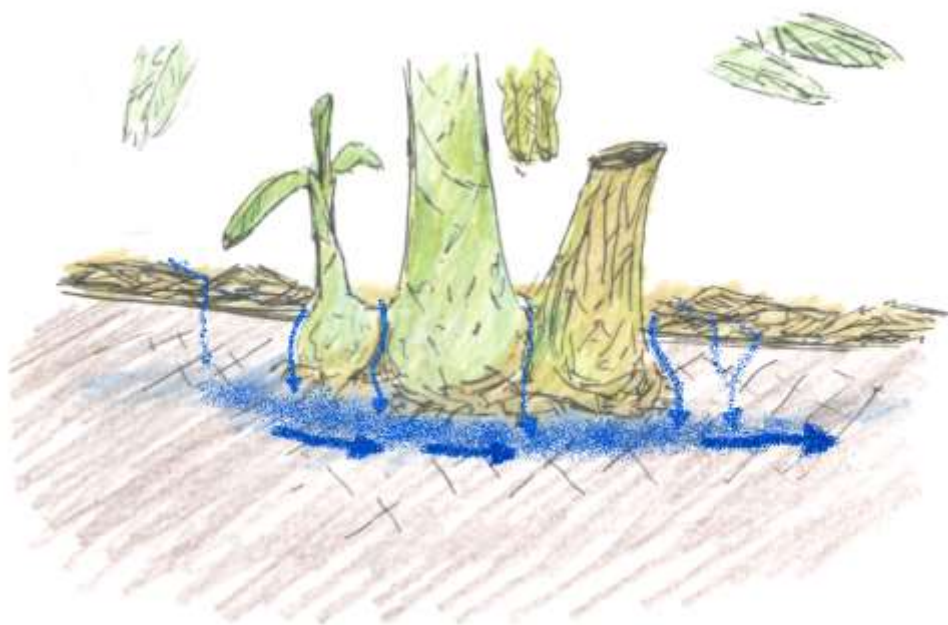


Figura 84: Desenho esquemático da descontinuidade hidráulica abaixo da zona de raízes

Iniciando a análise pela porosidade total, temos o gráfico da figura 85, que compara os percentuais de vazios nos solos das profundidades de 0, 20, 40 e 60cm. Os valores médios encontrados vão de 39,7 a 48,9% no bananal, 42,4 a 51,6 % para o bananal em regeneração e 38,2 a 54,5% para a floresta, da superfície à profundidade de 60cm. Para o ambiente florestal, Rosas (1991) encontra valores de porosidade, no Maciço da Tijuca, Rio de Janeiro, de 60% na superfície, baixando para 45% em profundidade. Castro Jr. (1991)

encontra para a mesma floresta valores de porosidade total de 56,2% em superfície e 52,6% entre 15 e 20cm de profundidade. Em encostas florestadas em São Paulo, Fujieda *et al.*, 1997) registram 51,4% de porosidade na superfície.

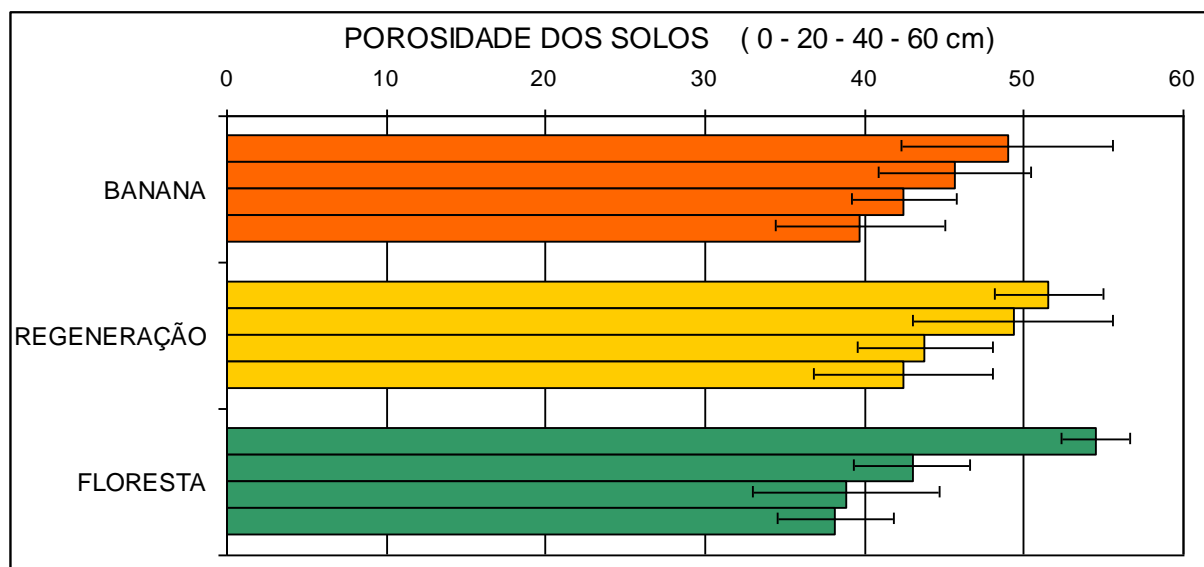


Figura 85: Porosidade dos solos nas profundidades de 0, 20 40 e 60cm nos três tratamentos

O gráfico (Figura 85) apresenta uma porosidade total alta para a superfície dos solos, sobretudo para o ambiente florestal, com uma redução gradual em profundidade. A redução abrupta da porosidade entre a zona de raízes, terminando em 40cm, e abaixo dela, em 60cm, não se faz presente. Os valores médios e seus desvios estão listados na tabela 26, que nos mostra valores, entre as áreas de cultivo e floresta, muito semelhantes e coeficientes de variação muito baixos, entre 3,9 e 15%, revelando a homogeneidade nas amostras. O único valor mais destoante está associado ao topo do solo florestal, onde a fauna endopédônica tem papel fundamental na abertura dos poros (Castro Jr., 1991 e 2002). Para as outras profundidades ocorrem, inesperadamente, valores semelhantes entre as áreas de plantio e menores para a floresta. Isto pode ser explicado pelo maior teor de argilas nestes solos. Nas razões para a menor porosidade estão predominando mais as relações com o sítio pedológico / geomorfológico, do que com a cobertura vegetal, pois a presença das raízes em maior número e mais profundas na floresta seriam suficientes para aumentar a porosidade destes solos caso eles mantivessem a mesma distribuição granulométrica dos

bananais. No entanto, independente das inferências, a transição da profundidade de 40 para 60cm não apresenta diminuições abruptas, sendo iguais estatisticamente como veremos.

Tabela 26: Porosidade média, desvio padrão e coeficiente de variação para cada profundidade em cada tratamento (%).

média	banana	regeneração	floresta
0cm	48,9	51,6	54,5
20cm	45,6	49,3	43,0
40cm	42,5	43,8	38,8
60cm	39,7	42,4	38,2
desvio padrão	banana	regeneração	floresta
0cm	6,6	3,4	2,1
20cm	4,8	6,3	3,6
40cm	3,3	4,2	5,8
60cm	5,4	5,6	3,6
coeficiente de variação	banana	regeneração	floresta
0cm	13,4	6,6	3,9
20cm	10,5	12,7	8,4
40cm	7,7	9,6	15,0
60cm	13,5	13,3	9,4

A tabela 27 apresenta melhor estas semelhanças entre os valores de porosidade. A média geral de todos os tratamentos foi calculada em cada profundidade, seguidos de seus desvios padrões e coeficientes de variação. Este último revela a equivalência dos percentuais de porosidade por seus baixos valores, entre 9,7 e 12,7%, mostrando que a substituição da floresta por bananais, e vice-versa, define poucas modificações nesta propriedade do solo.

Tabela 27: Média geral de porosidade média, desvio padrão e coeficiente de variação em cada profundidade para todos os tratamentos (%).

profundidade	0 cm	20 cm	40 cm	60 cm
media geral	51,3	46,1	41,9	40,2
desvio padrão geral	5,0	5,5	4,7	5,1
coeficiente de variação geral	9,7	11,9	11,2	12,7

Analisando as variações na porosidade, a partir de tratamentos estatísticos nos testes comparativos de Kruscall Wallis e Mann Whitney U-test, montamos a tabela 28 e 29. Nela podemos perceber que não há diferenças significativas na porosidade total dos solos sob qualquer tratamento; a substituição por bananais não imprime modificações na porosidade total dos solos e vice-versa, pelo menos até a profundidade de 60cm, horizonte de maior influência da cobertura vegetal. O teste de Kruscall Wallis foi feito para todos os tratamentos em todas as profundidade e não acusou diferenças significativas com $p=0,3012$. No entanto, mesmo assim continuamos o detalhamento dos testes. Quando comparados em si mesmos, na tabela 29, os tratamentos, também não apresentam diferenças significativas em suas profundidades, com exceção do topo do solo florestal que difere do seu horizonte imediatamente inferior aos 20cm, evidenciando o papel da fauna endopedônica. Para os outros tratamentos, banana e regeneração, este comportamento aparece diluído no primeiro teste de Kruscall Wallis entre as quatro profundidades, que apresentam diferenças significativas ($p=0,0183$ e $0,0034$, respectivamente), relativas às diferenças do topo do solo com as profundidades maiores que 20cm.

Tabela 28: Comparações estatísticas para os valores de porosidade total entre Banana (B), Regeneração (R) e Floresta (F) para as profundidades de 0, 20, 40 e 60cm

Teste estatístico	Kruscall Wallis entre três tratamentos	Mann Whitney U- test		
		B x F	B x R	R x F
valores de p para 0 cm	0,084	0,059	0,232	0,098
significância	não significativo	não significativo	não significativo	não significativo
valores de p para 20 cm	0,0849	0,1948	0,1489	0,052
significância	não significativo	não significativo	não significativo	não significativo
valores de p para 40 cm	0,1289	0,1255	0,5078	0,059
significância	não significativo	não significativo	não significativo	não significativo
valores de p para 60 cm	0,3996	0,1967	0,3864	0,5556
significância	não significativo	não significativo	não significativo	não significativo

Tabela 29: Comparações estatísticas para os valores de porosidade total entre as profundidades de 0, 20, 40 e 60cm para Banana (B), Regeneração (R) e Floresta (F)

Teste estatístico	Kruscall Wallis	Mann Whitney U- test		
		entre três tratamentos	0 x 20	20 x 40
valores de p para Banana	0,0183	0,3538	0,1451	0,2482
significância	significativo	não significativo	não significativo	não significativo
valores de p p/ Regeneração	0,0034	0,6302	0,0832	0,5078
significância	significativo	não significativo	não significativo	não significativo
valores de p para Floresta	0,0108	0,0038	0,1093	0,2623
significância	significativo	significativo	não significativo	não significativo

9.4 - MACRO E MICROPOROSIDADE

Para melhor detectarmos a diferença na porosidade dos solos na passagem da zona de raízes para a porção abaixo da zona de raízes, foram conduzidas análises de macro e microporosidade, à medida que o processo de percolação sofre influência da força de capilaridade que ocorre nos microporos do solo. Desta forma, solos com maior percentual de microporosidade apresentam permeabilidade menor, pois a circulação de água dentro dos mesmos só ocorre sob condições de saturação, quando a força capilar é conduzida a zero. Nossa hipótese é que o solo abaixo da zona de raízes dos bananais apresentará menor macroporosidade e maior microporosidade, dificultando a continuidade dos fluxos verticalmente nos solos, podendo constituir aí uma descontinuidade hidráulica.

A amostragem foi conduzida apenas nas profundidades, da zona de raízes e abaixo da zona de raízes da área de banana, sendo 40 e 60cm, repetidas na área de floresta nas mesmas profundidades, ou seja, na área florestada as duas amostras ainda estavam na zona de raízes. Seus resultados estão resumidos na tabela 30 e ilustrados no gráfico da figura 86.

Tabela 30: Médias de macro e microporosidade na zona de raízes e abaixo dela, para banana e floresta.

BANANA	macroporosidade	microporosidade	porosidade total
zona de raízes (40cm)			
média	21,78	22,57	44,34
desvio padrão	4,10	1,93	3,24
coeficiente de variação	18,81	8,57	7,31
abaixo da zona de raízes (60cm)			
média	18,85	20,77	44,34
desvio padrão	4,43	2,98	3,24
coeficiente de variação	23,52	14,33	7,31
FLORESTA	macroporosidade	microporosidade	porosidade total
(40cm)			
média	14,80	23,20	37,99
desvio padrão	4,47	2,66	3,67
coeficiente de variação	30,21	11,45	9,67
(60cm)			
média	9,50	25,82	35,32
desvio padrão	1,80	3,34	2,38
coeficiente de variação	18,90	12,94	6,74

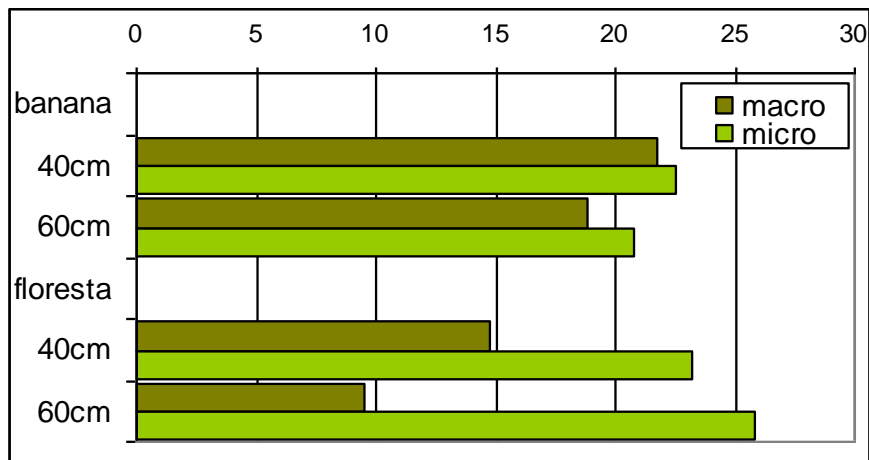


Figura 86: Macro e microporosidade para zona de raízes (40cm) e abaixo da zona de raízes (60cm) nas áreas de banana e floresta.

É possível notar no gráfico (Figura 86) uma diminuição nos valores de porosidade na passagem de uma zona para outra do solo sob o cultivo de banana. Sendo maior para a macroporosidade e menor para a microporosidade, com reduções de 21,78 para 18,85% e 22,57 para 20,77%, respectivamente, os valores diminuem 2,93 no percentual de macroporos e 1,80% para os microporos nos solos bananeiros. Isto é explicado, em ambos os casos, pela diminuição da frequência de raízes no solo. Já na floresta encontramos um comportamento distinto, onde os macroporos reduzem bastante, quando passam pelas mesmas profundidades que no bananal, onde os macroporos reduzem de 14,80 para 9,50%, e os microporos aumentam de 23,20 para 25,82%. A redução em macroporos deve-se ao fato de estarmos nos afastando da superfície e da influência da fauna do solo e o aumento dos microporos contam com o incremento das argilas na composição granulométrica, lembrando que, no caso da floresta, ainda é freqüente a presença de raízes à 60cm de profundidade.

Schellekens (2000) em bacias montanhosas em Porto Rico afirma que o fluxo de chuva rápido (*quickflow*) para os canais de drenagem ocorre principalmente nos macroporos dos primeiros 60cm do solo. Post e Jones (2001) em bacias sob diversas coberturas florestais, desde coníferas, semidecíduas e tropicais, apontam que os fluxos rápidos para o canal se dão na rede de macroporos comum em todas elas. Arya et al (1998) encontram valores de macroporosidade de 39,3% no topo do solo diminuindo para 15% aos

15 cm de profundidade e mantendo-se entre 4,1 e 7,7% para profundidades de 30 a 105cm. No semi-árido nordestino, Martins e Coelho (1980) afirmam que a condutividade hidráulica apresenta, em seus estudos, uma relação direta linear com a macroporosidade. Anderson e Bouma (1973) já apontavam para a relação direta entre a largura dos macroporos e a condutividade hidráulica saturada nos horizontes pedológicos. Em Tsuji *et al* (1975), também, encontramos sobre a circulação da água no solo, as influências dos espaços vazios entre os agregados e a distribuição granulométrica dos solos.

As perguntas que nos restam são se as reduções de 2,93% e 1,80% nos macro e microporos do solo bananeiro são significativas e se são capazes de criar uma descontinuidade hidráulica que instabilizem as encostas? Os resultados das análises estatísticas pelo teste U de Mann Whitney apresentam $p = 0,2001$ para a comparação dos macroporos entre 40 e 60cm de profundidade nos solos sob plantio de bananas, não configurando, assim, diferenças significativas de na macroporosidade abaixo da zona de raízes. A tabela 31 ilustra este e os demais valores comparativos entre as profundidades investigadas para macro e microporosidade.

Tabela 31: comparações estatísticas para os valores de macro e microporosidade - profundidades de 40 e 60cm para os tratamentos Banana (B) e Floresta (F)

Teste estatístico	Kruscall Wallis entre todas	Mann Whitney U- test			
		B40 x B60	F40 x F60	B40 x F40	B60 x F60
valores de p para MACRO	0,0019	0,2001	0,0373	0,0373	0,0039
significância	significativo	não significativo	significativo	significativo	significativo
valores de p para MICRO	0,0591	0,2623	0,1495	0,6309	0,0163
significância	não significativo	não significativo	não significativo	não significativo	significativo

As diferenças significativas marcadas na passagem de 40 para 60cm no solo da floresta local pode ser atribuído às mudanças na composição granulométrica, onde o teor de argila mais alto aos 60cm provocou a redução dos macroporos. Para as demais comparações entre o solo florestal e o solo sob cultivos os valores são significativos, evidenciando o aumento de macroporosidade nos solos bananeiros registrados no gráfico da figura 85. Estas diferenças podem também estar associadas às mudanças na textura do solo mais argilosa na floresta.

9.5 - PERMEABILIDADE

A permeabilidade pode apontar as diferenças na velocidade da percolação da água no solo, sendo usada aqui, comparativamente, entre as profundidades da zona de raízes dos bananais e abaixo dela. As profundidades são as mesmas que a análise anterior de macro e microporosidade. Usando como parâmetro o bananal, temos para a zona de raízes, 40cm e para a porção abaixo da zona de raízes, 60cm. Os valores encontrados para permeabilidade estão listados na tabela 32 com respectivos desvios padrões e coeficientes de variação e o gráfico da figura 87 ilustra suas diferenças.

Tabela 32: Médias de Permeabilidade para zona de raízes e abaixo dela, para banana e floresta.

Permeabilidade (cm/s)	banana	floresta
zona de raízes	$2,008 \times 10^{-2}$	$3,576 \times 10^{-2}$
desvio padrão	$2,157 \times 10^{-2}$	$2,278 \times 10^{-2}$
coeficiente de variação	107,4	63,7
abaixo da zona de raízes	$1,745 \times 10^{-2}$	$2,090 \times 10^{-2}$
desvio padrão	$1,741 \times 10^{-2}$	$1,794 \times 10^{-2}$
coeficiente de variação	92,4	85,8

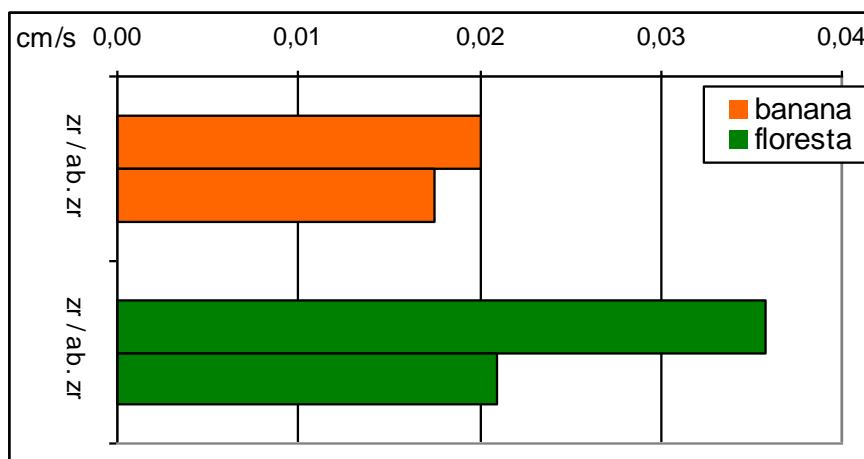


Figura 87: Permeabilidade para zona de raízes e abaixo dela para banana e floresta.

Os resultados demonstram uma esperada diminuição na velocidade de percolação das águas na passagem para a porção do solo abaixo da zona de raízes, para os bananais. A passagem de profundidade na floresta revela uma diminuição bem maior na permeabilidade dos solos. No entanto, vale lembrar que neste caso não está em questão a presença das

raízes, já que estas ocorrem nas duas profundidades, mas, sim as próprias condições pedológicas do sítio local, que apresentam aumento no teor de argilas e diminuição da porosidade na profundidade de 60cm. Para os 40cm de profundidade a permeabilidade maior é relativa à proximidade com a superfície do solo florestal, onde a porosidade é bem alta e garante o movimento vertical mais livre da água dentro do solo. Vale ressaltar que estamos discutindo sobre valores absolutos com uma variação menor do que uma casa decimal, pois todos os dados estão com ordem de grandeza de 10^{-2} , não definindo mudanças abruptas de permeabilidade. Os resultados encontrados em Vieira (2001) demonstram que nas encostas do maciço da Tijuca, Rio de Janeiro, a permeabilidade até a profundidade de 2,5m, possuem valores médios entre $1,20 \times 10^{-3}$ e $6,64 \times 10^{-3}$. A autora registra em algumas cicatrizes de movimentos de massa, entre 30 e 60cm de profundidade um aumento da permeabilidade devido a maiores teores de frações mais grossas na granulometria, ainda acompanhado de aumento nas propriedades estruturais de macroporosidade e porosidade total. Para a detonação de movimentos de massa, a autora registra variações de permeabilidade de 100 vezes entre a camada destacada e o substrato formador do plano de deslizamento, ou seja, em algumas de suas cicatrizes a ordem de grandeza de 10^2 na condutividade hidráulica caracterizou planos de deslizamento. Apesar de considerar a necessidade de maiores interações com outros parâmetros, a autora não considera que diferenças dentro da mesma ordem de grandeza sejam responsáveis pela geração de descontinuidades hidráulicas. Tratamentos estatísticos não registram diferenças significativas entre os valores mensurados para passagem da zona de raízes nos bananais de Grumari. Os testes de Kruscall Wallis entre todas as amostras, incluindo a floresta registrou $p = 0,3908$ e nas comparações dois a dois, o teste U de Mann Whitney registrou $p = 0,8472$, para a passagem de 40 a 60cm sob os bananais. Podemos afirmar, portanto que não ocorre uma zona de descontinuidade hidráulica capaz de potencializar deslizamentos. Para as outras comparações a tabela 33 complementa estas informações.

Tabela 33: comparações estatísticas para os valores de permeabilidade - profundidades de 40 e 60cm para os tratamentos Banana (B) e Floresta (F)

Teste estatístico	Kruscall Wallis	Mann Whitney U- test			
		B40 x B60	F40 x F60	B40 x F40	B60 x F60
cruzamentos	entre todas	0,8472	0,2506	0,1610	0,9415
valores de p	0,3908	0,8472	0,2506	0,1610	0,9415
significância	não significativo	não significativo	não significativo	não significativo	não significativo

Caballero *et al.* (2002) encontrou respostas rápidas em depósitos de tálus, em encostas andinas de 200m de comprimento, para os vazamentos da chuva em fontes no sopé montanhoso. Seu experimento, usando sal como traçador, constatou um tempo de resposta de 24h entre a entrada das chuvas e a saída da água nas fontes, registrando com isso uma permeabilidade de $2,50 \times 10^{-1}$ cm/s. Em Fujieda *et al.* (1997), nas encostas de Mata Atlântica de São Paulo, encontramos para a superfície dos solos valores de permeabilidade entre $4,00$ e $7,00 \times 10^{-3}$ cm/s, considerada pelos autores como alta suficiente para infiltrar quase toda a chuva precipitada sobre a floresta. Diab *et al.* (1988), na França, registram permeabilidades menores que $6,00 \times 10^{-5}$ cm/s em solos de estrutura colunar, com grande presença de silte e argila, poucos bioporos e estrutura massiva. Em Arya *et al.* (1998) encontramos valores de Ksat para solos argilosos, em Sumatra, Indonésia, de $1,65 \times 10^{-3}$ cm/s como média das profundidades até 110cm em amostragens de 10 em 10cm. Para a profundidade de 40 cm os autores encontram $1,66 \times 10^{-3}$ cm/s e aos 60cm, $2,41 \times 10^{-3}$, sendo que os teores de argila variam de 50% na superfície a 70-80% para a profundidade. Trata-se de solos bastante argilosos abandonados após vários anos de plantio de arroz, onde a gramínea que colonizava o local foi retirada para o experimento em parcelas de 1,5 x 2 m. Os valores de permeabilidade para os solos sob ambiente semi-árido na Espanha, registrados por Martinez-Mena *et al.* (1998), geram uma média de $1,30 \times 10^{-3}$ cm/s em áreas de encosta. Em montanhas de Porto Rico, Schellekens (2000) para áreas florestadas encontra valores entre $8,10 \times 10^{-4}$ cm/s e $8,48 \times 10^{-3}$ cm/s.

Os dados levantados em Grumari apontam em uma direção oposta a que o senso comum costuma afirmar representando os bananais como uma ameaça tanto à segurança de encostas, quanto em relação à biodiversidade das florestas existentes nos maciços cariocas. Certamente, quanto à biodiversidade seus efeitos de substituição são impactantes, apesar de permitir com muita facilidade o retorno das espécies regenerativas. No entanto, do ponto de vista hidrológico, os bananais não apresentam um funcionamento causador de instabilidade nas encostas de Grumari. Os processos como interceptação e escoamento superficial não apresentam dados muito diferentes da área florestada escolhida para estudo. A grande produção de serrapilheira e o próprio manejo desta, torna-se um fator importante na retenção hídrica e na minimização do escoamento superficial. Em relação aos processos subsuperficiais, os dados não se apresentam tão díspares dos encontrados na floresta,

mostrando assim que o cultivo de banana não é tão contundente à instabilidade destas encostas.

Obviamente, devemos ponderar as particularidades do sítio geomorfológico em que as áreas se encontram: colúvio com blocos, os quais desempenham importante papel na condução dos fluxos em subsuperfície e não saturação das encostas. Como visto em Castro Jr. (1991), os dutos formados próximos à superfície dos blocos funcionam como drenos naturais que aliviam as poro-pressões dentro do solo, garantindo a manutenção da estabilidade das encostas. Bonell e Gilmour (1978) também associam os grandes volumes de fluxo subsuperficial durante as chuvas à presença de blocos nos solos argilosos de sua área de estudo. Desta forma, para os bananais investigados em Grumari sobre este tipo de depósito, a incipiente descontinuidade hidráulica abaixo da zona de raízes acaba não ocorrendo, à medida que os fluxos se encaminham por estes drenos no entorno dos blocos rochosos, aliviando as poro-pressões que, por ventura, poderiam desencadear o destacamento da porção superior (40cm) dos solos plantados com banana (ver figura 88).

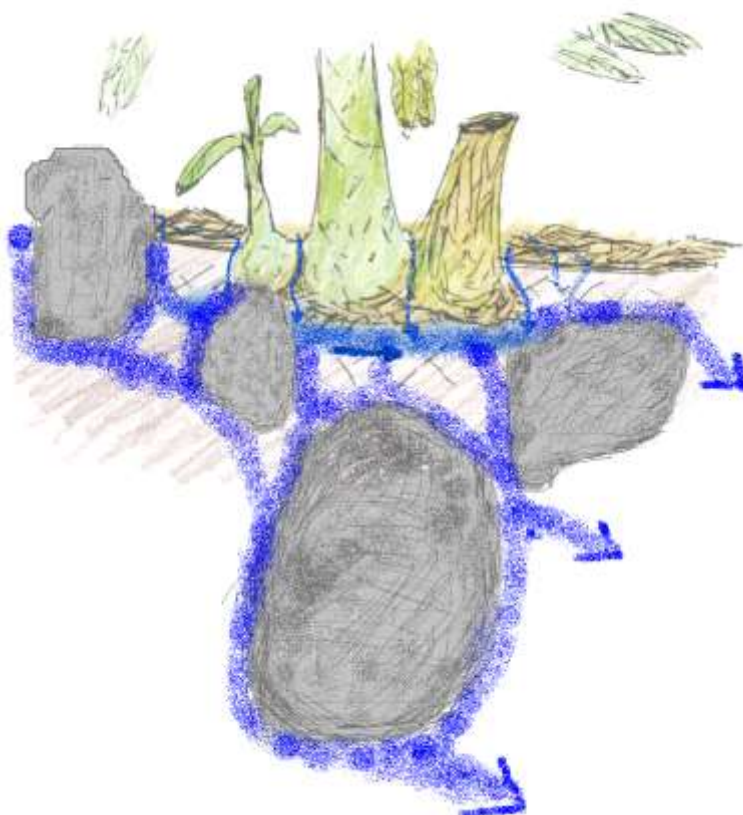


Figura 88: Desenho esquemático do fluxo subsuperficial sendo drenado pelos *pipes* no entorno dos blocos

Assim, podemos perceber que se a preocupação sai da instabilidade gerada pelos fluxos hidrológicos abaixo da zona de raízes dos bananais, ela recai sobre o papel na contenção das encostas em relação à função tirante desempenhada pelas raízes florestais que são retiradas para o cultivo.

10 - REFLEXÕES SOBRE AS DIMENSÕES HUMANAS DA CONSERVAÇÃO

Este item constitui uma reflexão sobre as dimensões presentes no processo de planejamento e gerenciamento urbano, para a definição de unidades de conservação, além dos aspectos hidrológicos e de biodiversidade. O fato é que para a criação de unidades de conservação outros aspectos do espaço geográfico devem estar envolvidos, além da preocupação com a biodiversidade. A hidrologia e a estabilidade das encostas são aspectos importantes, porém, há de se contextualizar geograficamente a porção do espaço sobre a qual recaem os interesses do planejamento, de forma a atingir as dimensões responsáveis pela gênese e dinâmica daquele espaço. Para que efetivamente se cumpram as atribuições de uma unidade de conservação, esta tem de estar relacionada com os atores, e suas dinâmicas, presentes no espaço e no seu entorno.

Em primeiro lugar, estabelecer uma unidade de conservação já é em si uma ação humana sobre o espaço, inserida em um determinado contexto cultural e ideológico, responsável pela construção dos conceitos sobre o meio ambiente, biodiversidade, preservação e conservação, por exemplo. Este contexto cultural, também construído, envolve, o diálogo entre os movimentos sociais, organizados ou não, o papel do Estado e todos os atores presentes no jogo de forças políticas, sociais, econômicas e culturais formadoras da sociedade. Em seguida, a intenção de conservar somente espacializa-se de fato, à medida que o jogo de forças específico daquela porção do espaço, escolhida para a conservação, permita. Para a implementação, de fato, de uma unidade de conservação, estas dimensões são preponderantes e devem ser consideradas sobre o espaço a ser ocupado.

Por ausência desta preocupação, muitas das unidades de conservação existem apenas no decreto. Das unidades de conservação implementadas, muitas apresentam problemas no seu interior e entorno, quanto às pressões exercidas pela especulação imobiliária, uso do solo, ocupação urbana, etc. A retirada de população de dentro de unidades de conservação é um problema já clássico nas categorias fechadas e as pressões do entorno são sempre intensas, principalmente, quando destituem populações que historicamente dependiam daquele espaço para sua sobrevivência. Em áreas urbanas os problemas agravam-se pela expansão das cidades sobre novas áreas, onde, ainda pesa, a valorização recente do componente ambiental no mercado imobiliário.

Estes aspectos, que dizem respeito às dimensões humanas, acabam por ganhar destaque pelos problemas que podem criar, em comparação aos aspectos da biodiversidade ou da estabilidade de encostas, já que estes dependem, como reflexos, dos primeiros. O Estado, por sua vez, não pode simplesmente decretar uma unidade de conservação sem pensar no que isto significa espacialmente.

Neste sentido organizaremos as idéias deste item, iniciando pelo contexto histórico e social da área de Grumari. Em seguida, introduziremos a dimensão do território e sua utilização para a dinâmica espacial da unidade de conservação, onde são discutidas as problemáticas provenientes do conflito de interesses e de poder sobre o espaço. Neste item são identificadas as territorialidades dos atores sociais presentes, baseadas no contexto ideológico dos movimentos ambientalistas, e na vivência diária dos moradores. Por fim, será abordado o papel do Estado na implementação das políticas públicas para a conservação da natureza.

10.1 - CONTEXTO HISTÓRICO

O caso estudado em Grumari ilustra a dinâmica social que vem ocorrendo com o declínio da economia bananeira para o município, com o decreto da unidade de conservação de característica fechada do Parque Natural Municipal de Grumari e com o conflito gerado pela existência de populações preexistentes na área. Este item está baseado nos resultados das entrevistas informais feitas com a população local e com os técnicos da Secretaria de Meio Ambiente, da cidade do Rio de Janeiro. A partir da pesquisa de campo na área, a interação com a população local levou à percepção da contradição inerente à busca de proteção à natureza e o ônus social criado pela necessidade de remoção da população local. O mesmo município que, com a melhor das intenções, quer proteger suas florestas pode incentivar o processo de exclusão social em que vive tais populações.

O cultivo tradicional de banana no sudoeste do maciço da Pedra Branca foi historicamente herdado das roças de subsistência descritas por Magalhães Corrêa (1930 *in* Oliveira, inédito), na obra clássica "O Sertão Carioca", as quais mantiveram grande importância até a década de 60. Com a urbanização crescente do Rio de Janeiro e com implantação do Parque Estadual da Pedra Branca, na década seguinte, as roças foram

praticamente extintas na vertente sul do maciço e, com o tempo, a sucessão ecológica promoveu a cicatrização das clareiras.

A economia bananeira sobreviveu articulada ao mercado de feiras-livre na cidade, e hoje sofre forte concorrência da produção de outras regiões e estados, sobretudo do Espírito Santo e São Paulo. Na atividade bananeira estão presentes dois personagens principais os "donos" dos bananais, que não necessariamente precisam ser donos da terra cultivada, podendo ser áreas invadidas ou arrendadas, e os bananeiros, trabalhadores do manejo dos cultivos.

A condição quase artesanal dos cultivos de banana, em comparação ao manejo intensivo em São Paulo e Espírito Santo, tem prejudicado a colocação do produto carioca no mercado. Isto consiste no principal desestímulo à continuidade deste cultivo para os moradores de Grumari. As pressões ambientalistas, desde o decreto do Parque Estadual da Pedra Branca, cuja delimitação restringe o uso após a cota de 100m, à posterior implementação da APA de Grumari, ainda de regime aberto, e finalmente do Parque Natural Municipal de Grumari, acabam por incentivar o abandono desta prática. Ainda prevalecem bananais em Grumari, porém dos bananeiros restaram apenas dois. Os bananais atuais são mantidos por agricultores de áreas vizinhas, como Guaratiba e Piabas, onde a produção é ainda grande e os "donos" dos bananais mantêm a economia bananeira ativa.

A introdução, na área, do Projeto Mutirão Reflorestamento da Secretaria de Meio Ambiente do município, criou uma alternativa de renda aos antigos produtores de banana de Grumari. Hoje das 27 famílias que vivem na parte posterior da planície, 23 chefes de família trabalham no Mutirão Reflorestamento, e mais seis iriam entrar na época da entrevista feita com Sr. Antônio (43 anos), encarregado do projeto na área. O sistema de remuneração funciona por tarefas, podendo render de R\$ 270,00 a R\$ 724,00 por mês, dependendo da posição hierárquica e do tipo de trabalho desenvolvido. Diante das dificuldades de mercado para a banana e problemas com licenciamento para venda, os agricultores locais, acharam mais vantajoso economicamente o trabalho oferecido pela prefeitura. Porém, este projeto tem tempo limitado e término previsto para cinco anos, estando no terceiro ano de andamento. Este é um problema fundamental enfrentado pela mesma secretaria que decretou o Parque, pois divide-se em várias questões. Em primeiro lugar, como sustentar tais famílias após o término do projeto Mutirão? Em segundo, como

lidar com tais populações, já que a legislação prevista no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), recentemente instituído, não permite moradias em áreas de Parque? E, talvez, a que resume as anteriores: como promover a conservação da biodiversidade local diante das pressões urbanas que expandem-se naquela direção?

Surge então a necessidade de discussão de alguns conceitos que subjazem ao movimento ambientalista, às práticas conservacionistas e preservacionistas e sua legitimidade, quando excluem populações tradicionais das áreas delimitadas como unidades de conservação. Além disso, nesta última pergunta está presente o papel exercido por estas populações tradicionais, tanto na construção da paisagem atual, quanto na proteção da mesma, geralmente negligenciado pelas políticas públicas.

10.2 - CONTEXTO ESPACIAL - OS CONFLITOS DE TERRITÓRIO

O conceito de território é amplamente usado por diversos campos das ciências sociais, mas sobretudo, na Geografia é utilizado como um dos seus conceitos-chave (Corrêa,1995). Originalmente baseado no poder político do Estado sobre suas terras, na visão clássica de Ratzel, o território era visto como indispensável à existência e soberania do Estado. Segundo Silva (2002), a concepção ratzeliana de território seria "um espaço concreto, determinado pelo solo apropriado por um grupo e formador de sua identidade cultural. Assim, o solo seria a base para a tomada e manutenção do poder e base para a formação do Estado. Este solo/território seria, também, base para a formação cultural do grupo". Este conceito é fundamentado na dimensão material do espaço, como dito, no solo e no poder sobre o mesmo. O poder sobre determinada porção do espaço é condição para a existência do território, sendo "um recorte espacial onde se sucedem relações de poder com vista à dominação de área" Ratzel (1990, *in* Silva, 2002). Em Haesbaert (1995) encontramos esta definição como sendo o "domínio/controlado político do espaço, especialmente, a partir da formação dos Estados-nações, e se desdobra em íntima vinculação com elementos geográficos como fronteiras e redes, cujo papel é mutável conforme o período histórico". Esta concepção define três elementos componentes: **a)** dominação ligada ao poder; **b)** área dominada; **c)** limites, fronteiras. A concepção clássica baseada no conceito de "espaço vital" do Estado em Ratzel é uma definição tradicional e

bastante usada. Aliés (1980, *in* Haesbaert, 2002a) afirma que esta concepção tem o território como objeto do Estado, como seu "elemento natural", sendo o "direito real do Estado sobre o solo nacional"; ao mesmo tempo o autor o coloca como um dos elementos constitutivos do Estado e seu instrumento de ação, sendo, portanto, o "ter e o ser" e o "meio de ação" do Estado.

No entanto, este conceito vem sendo expandido para outras dimensões que não só a política prescrita por Ratzel. Óbvio que esta dimensão ainda se mantém e fundamenta várias relações sociais, principalmente no âmbito internacional. Porém, a partir dos anos 70, o conceito é expandido para outros atores sociais que não só o Estado-nação. O território é visto como o espaço do poder e este poder pode ser emanado de qualquer grupo social ou indivíduo; criam-se territórios alternativos (Haesbaert, 2002a). Para Guattari (1985, *in* Haesbaert, 2002a), o território envolve uma "ordem de subjetividade individual e coletiva, a possibilidade de os grupos manifestarem articulações territoriais de resistência...". Nesta abordagem está expressa uma dimensão proveniente do indivíduo, de sua relação com o espaço de convívio, está em questão o poder advindo da subjetividade, não somente de uma instituição política. Corrêa (1996) coloca que "o território é o espaço investido da dimensão política, afetiva ou ambas". Isto expande o conceito de território a qualquer grupo ou indivíduo que possua domínio sobre uma determinada porção do espaço. O interessante desta nova forma de conceber o território permite para o mesmo uma dimensão variável, ou seja, não somente o território nacional é reconhecido, mas, também, múltiplas manifestações de poder espacializadas são percebidas como território. Neste sentido, para Sack (1986, *in* Silva, 2002) "o território pode ser definido claramente como um quarto, uma casa, um campo, um escritório, uma cidade". Basta para ser definido como território, que o espaço seja provido de apropriação, mesmo que simbólica, e permita o acesso, ou não, a determinados grupos ou indivíduos.

Para Silva (2002), "poder no espaço é um dos requisitos para a constituição de um território". O território está associado à idéia de poder. Souza (1995) o define como um "espaço definido e delimitado por e a partir de relações de poder". No entanto, além do poder, a manutenção deste poder é fundamental, a fim de manter o território pelo grupo que o detém. Neste sentido, os limites ou fronteiras aparecem como manifestações espaciais deste domínio, do território. As fronteiras podem ser materiais ou simbólicas, fixas ou

flutuantes e perenes ou efêmeras. O fato é que, como nos coloca Silva (2002), "o território implica delimitação de fronteiras". Roncayolo (1986) afirma que o território "define assim uma zona de competência determinada apenas por uma superfície, uma forma e limites". Sack (1986, *in* Silva, 2002) explica que estes limites servem para identificar os de dentro e os de fora daquele território (*insiders* e *outsiders*). Silva (2002) aponta três dimensões necessárias para a formação de um território: "a física, ou seja, o espaço territorial; a organizacional, vista como as regras e o controle (poder) atuantes dentro do espaço territorial; e a existencial, que pode ser entendida como a identidade do território, o que vai subentender limites, mesmo que não sejam físicos. Estas três facetas podem ser entendidas, respectivamente, como área, poder e fronteira". Para Sack (1986, *in* Haesbaert, 1995) as delimitações em si não configuram território, mas só assim se tornam, quando suas fronteiras "são utilizadas por alguma autoridade para moldar, influenciar ou controlar atividades". Silva (2002) afirma que "este controle de acesso não ocorre apenas em termos físicos, mas também em termos simbólicos, ou seja, através da aceitação afetiva e/ou existencial". A dimensão subjetiva se torna essencial à medida que significa, ou seja, dá significado à símbolos, sutis ou concretos, no espaço ou no código social de um determinado grupo. Isto leva à questão identitária com o espaço, os sujeitos que se identificam com aquele espaço ou são hostis a ele, classifica os que pertencem ao território e, conseqüentemente, os que não pertencem, os que são estranhos. Os limites do território podem ser simbólicos, nas palavras de Silva (2002), "um limite cultural, comportamental, social, onde a pessoa diferente não pode usufruir do mesmo espaço por não pertencer a ele".

A identidade com o espaço nos remete ao conceito de lugar, onde a relação entre o sujeito e seu espaço de convívio é construída a partir do afeto, da vivência (topofilia em Tuan, 1980). Neste viés, salta à percepção, a dimensão do cotidiano, do "espaço vivido" (Raffestin, 1993, *in* Ribeiro e Mattos, 2002). Roncayolo (1986) também nos coloca esta expressão, quando afirma que "o território identifica-se então como o espaço vivido, subjetivo, reconhecido ao longo de experiências individuais e múltiplas. O conceito de território é substituído, em certa medida, pelo de percepção do espaço". Segundo Cara (1995 *in* Silva, 2002), "no dia a dia, nós nos identificamos com alguns lugares, que se tornam territórios, delimitados a partir dos nossos limites de relações sociais e

conhecimento. Estas relações e estes conhecimentos, também, são formas de poder, baseadas principalmente na experiência dos lugares, no cotidiano e na identidade territorial. Assim, lugares pouco conhecidos ou desconhecidos tornam-se territórios dos outros, onde não temos poder de atuação". Guattari e Rolnik (1986, *in* Haesbaert, 2002a) afirmam que "surtem então movimentos sociais que tentam impor suas especificidades em diferentes escalas territoriais, desde a cotidiana, no nível do bairro até aquelas que a Geografia costuma denominar de regional" Para Becker (2001a) "tratam-se de alternativas comunitárias, de "baixo para cima" cuja estratégia de sobrevivência é a territorialidade" (p.98). Haesbaert (2002a) acredita que configuram-se assim os territórios alternativos. O autor propõe que "além da tradicional abordagem da organização econômica produzindo sua divisão territorial do trabalho, é preciso reconhecer que o espaço sobrepõe a esta função produtiva, e às vezes de modo ainda mais enfático, uma função político-disciplinar e simbólica.". Gonçalves (2002) afirma: "uma sociedade faz mais do que simplesmente ocupar seu território; na verdade ela o produz, na medida em que projeta sobre ele significados que são, necessariamente, resultados de processos complexos. Por isto mesmo, a noção de território atualiza, de maneira candente, a problemática entre natureza e sociedade, uma vez que ao se organizar territorialmente, cada sociedade forja padrões de ocupação e uso dos recursos e espaços que, mesmo quando resultantes das ações transformadoras do homem, lhe aparecem como dados".

Os conceitos, o imaginário e a ideologia, que estão envolvidos na identificação de um grupo com seu território, embasam as estratégias de dominação e são consideradas como territorialidades. Para ocupar um território e manter o poder sobre ele, os grupos são motivados e imbuídos por um conjunto de idéias e simbologias que transformam-se em estratégias para sua constituição. A esta fundamentação ideológica e suas estratégias para a manutenção do poder dá-se o nome de territorialidade. Silva (2002) define territorialidade "como uma estratégia espacial para afetar, influenciar, ou controlar recursos e pessoas, por controle de área. Esta estratégia está intimamente ligada ao uso da terra (entendida como área geográfica) pelas pessoas, com a sua organização espacial, e com o significado que lugar tem para elas". Raffestin (1993, *in* Ribeiro e Mattos, 2002) afirma que a territorialidade reflete "a multidimensionalidade do vivido territorial pelos membros de uma coletividade" e a define como "um fenômeno de comportamento associado à

organização do espaço em esferas de influência ou em territórios nitidamente diferenciados, considerados distintos e exclusivos, pelo menos parcialmente, por seus ocupantes ou pelos que os definem". A territorialidade de um grupo está impregnada do seu ideário e das formas de sua manifestação espacial, como citado, "um fenômeno de comportamento associado à organização espacial". Raffestin (1986, *in* Haesbaert, 2002a) coloca que a territorialidade humana é o conjunto de relações que desenvolve uma coletividade - e, portanto, um indivíduo que a ela pertence - com a exterioridade e/ou alteridade por meio de mediadores ou instrumentos". Corrêa (1996) define territorialidade como o "conjunto de práticas e suas expressões materiais e simbólicas capazes de garantir apropriação e permanência de um dado território, por um determinado agente social". Roncayolo (1986) chama a territorialidade de "técnicas de controle territorial", que para o autor define, em última análise, "as relações dos homens entre si e dão a medida do domínio, mais ou menos vasto, do espaço". As formas de afirmação da territorialidade podem ser muitas. Sack (1986, *in* Silva, 2002) aponta os direitos legais, a força bruta, normas culturais, proibição sobre o uso de áreas, formas sutis de comunicação semelhantes à postura do corpo, como exemplos de formas de afirmar, de viabilizar e de demonstrar, o domínio sobre um determinado espaço. A tentativa de domínio sobre determinada área é a manifestação da territorialidade e, segundo Silva (2002) é "um ato consciente". Para o autor, "a territorialidade não pode existir a não ser que exista uma tentativa individual, ou de grupo, no sentido de afetar a interação com os outros". No entanto, vale colocar a ressalva feita por Souza (1995) quando afirma que "o poder não carece de justificativas, já que seria inerente à existência de qualquer comunidade política, no entanto, demanda legitimidade".

10.2.1 - TERRITORIALIDADE INSTITUCIONAL

Diegues (1996) nos destaca que a estratégia de conservação da natureza por parques e reservas vem do século XIX, nos Estados Unidos, e foi criada "afim de proteger a vida selvagem ameaçada, segundo seus criadores, pela civilização urbano-industrial, destruidora da natureza" (p.11). Segundo o autor, esta concepção remete ao movimento naturalista que acreditava que a única forma de proteger a natureza era afastá-la do homem. Em suas palavras: "parece realizar-se a reprodução do mito do paraíso perdido, lugar desejado e procurado pelo homem depois de expulso do Éden". Este mito, intitulado pelo autor de

mito moderno da natureza intocada, foi exportado aos países em desenvolvimento, cujas realidades sócio-ambientais são completamente distintas. No entanto, esta idéia prevalece até hoje no imaginário da população, sobretudo urbana, e, mais do que isso, concretiza-se na legislação ambiental e nas ações executivas do Poder Público, como evidencia, por exemplo, a declaração do então Secretário de Meio Ambiente do município do Rio de Janeiro, no Jornal do Brasil de 4 de julho de 2001, dia seguinte do decreto do Parque Municipal de Grumari: "a idéia é simples; queremos que Grumari volte a ter a mesma aparência da época do descobrimento do Brasil". Filtrando-se o caráter enfático das declarações políticas e a edição da mídia, ainda assim, percebe-se, nesta declaração, a presença da concepção do "paraíso", muito próxima daquela presente no imaginário dos navegantes citados. A pergunta que se coloca é: como era a "aparência" das formações bióticas àquela época? Segundo Dean (1996), contavam-se cerca de 100.000 índios Tupis, vivendo entre São Vicente e Cabo Frio, que, com certeza, manejavam e alteravam a Mata Atlântica e suas formações associadas. Para então obtermos a aparência dos tempos de Cabral, definitivamente não podemos afastar o homem deste contexto. Certamente os abusos sobre a restinga local e florestas, bem como sobre a faixa de praia devem ser controlados, no entanto, a restrição pura e simples não garante sustentabilidade ecológica, sobretudo em um espaço sob fortes pressões urbanas.

Para Diegues (1996), a origem do movimento ambientalista, tem suas raízes no início do século XIX com os avanços da História Natural que, valorizando as áreas selvagens, contribuíram para o aumento do respeito por áreas não transformadas pelo homem. No entanto, o peso maior é dado pelo autor ao processo de revolução industrial e construção das cidades, onde a qualidade de vida caía em função da poluição. Neste momento da história ocidental, a vida no campo, antes vista como falta de civilidade, passa a ser idealizada pelos moradores urbanos não envolvidos na produção agrícola. Uma série de autores é citada por Diegues (1996), relatando a valorização da "natureza selvagem, lugar da descoberta da alma humana, do imaginário do paraíso perdido, da inocência infantil, do refúgio e da intimidade, da beleza e do sublime" (Corbin, 1989 *in* Diegues, 1996), principalmente na Inglaterra. Sob influência desta concepção, o conceito de parque nacional para áreas naturais protegidas, nasce então nos Estados Unidos, com o decreto do Parque de Yellowstone (1872). A unidade foi criada, sobretudo, para servir como área de

recreação para a crescente população urbana que, após o extermínio dos povos indígenas, expandia-se para oeste. A história ambiental dos Estados Unidos revela uma intensa devastação dos recursos naturais nesta marcha para o oeste e desta, nascem as preocupações com a proteção de áreas selvagens. Neste mesmo decreto é proibido o estabelecimento de moradias e o modelo de Yellowstone é exportado e absorvido por países com história ambiental, contexto cultural e ecológicos completamente distintos daqueles vivenciados pelos americanos, excluindo, muitas vezes, antigos moradores, por exemplo, das nossas florestas e outros ecossistemas.

Esta corrente de pensamento e ação é denominada de preservacionismo e é, portanto, descrita como "a reverência à natureza no sentido da apreciação estética e espiritual da vida selvagem. Ela pretende proteger a natureza contra o desenvolvimento moderno, industrial e urbano" (Diegues, 1996). Muitas vezes esta concepção se aproxima de abordagens religiosas, como é o caso da citação feita por Thoreau: "usando mais a intuição do que a razão e a ciência, os humanos poderiam transcender as aparências físicas e perceber as correntes do Ser Universal que liga o mundo" e, mais adiante: "as florestas não são sem dono, mas cheias de espíritos tão bons quanto eu. O que denominamos mundo selvagem é uma civilização diferente da nossa" (Nash, 1989 *in* Diegues, 1996). Apesar do seu interesse, talvez, de habitar esta outra civilização e não a nossa, está contida nesta corrente a incessante busca do paraíso perdido, do elo do qual nos desligamos pelo excesso de racionalismo, de modernização.

As críticas a esta concepção romântica da natureza nascem na própria sociedade americana com a dos conservacionistas, que previam o uso racional dos recursos naturais, a prevenção do desperdício e a democratização dos benefícios (Nash, 1989 *in* Diegues, 1996). Este conceito onde o homem está em contato com a natureza, principalmente no papel de otimizar suas funções, vai influenciar a formulação do conceito de desenvolvimento sustentável.

Em Diegues (2000), encontramos o conceito de conservação elaborado pela Fundação *World Wildlife Fund* (WWF) em 1980, onde a "conservação é manejo do uso humano de organismos e ecossistemas, com fim de garantir a sustentabilidade deste uso. Além do uso sustentável, a conservação inclui proteção, manutenção, reabilitação,

restauração e melhoramento de populações (naturais) e ecossistemas" (WWF - UICN - Estratégia Mundial para a Conservação, 1980, *in* Diegues, 2000).

No Sistema Nacional de Unidades de Conservação o conceito é definido como sendo o "manejo do uso humano da natureza, compreendendo a preservação, a manutenção, a utilização sustentável, a restauração e recuperação do ambiente natural, para que possa produzir maior benefício, em bases sustentáveis, às atuais gerações, mantendo seu potencial de satisfazer as necessidades e aspirações das gerações futuras, e garantindo a sobrevivência dos seres vivos em geral" (SNUC - lei 9985 de 18 de julho de 2000, *in* Diegues, 2000).

Nesta concepção, o homem aparece no cenário manejando a natureza. Entre diversas correntes de pensamento que levam à frente o conceito de conservação, destaca-se o "novo naturalismo", que segundo Diegues (1996), baseia-se em três idéias principais:

"a) o homem produz o meio que o cerca e é, ao mesmo tempo, seu produto. Nesse sentido, deve-se considerar normal a intervenção do homem no curso dos fenômenos e dos ciclos naturais, à semelhança das outras espécies que, segundo suas faculdades, agem sobre as substâncias, as energias e a vida das outras espécies. O que traz problemas não é o fato, mas a maneira como o homem intervém na natureza. (...) desse modo, o fundamental não é a natureza em si, mas a relação entre o homem e a natureza.

b) a segunda idéia considera a natureza parte da nossa história. Não se trata de voltar atrás para reencontrar uma harmonia perdida. A natureza é sempre histórica e a história sempre natural (Moscovici, 1974). O problema que se coloca hoje é de encontrar o estado de natureza conforme nossa situação histórica.

c) a terceira idéia: a coletividade, e não o indivíduo, se relaciona com a natureza. A sociedade pertence à natureza, conseqüentemente é produto do mundo natural por um trabalho de invenção constante. Ela é, ao mesmo tempo, parte e criação da natureza. E, no entanto, a partir do neolítico, com a aparição das cidades e dos Estados, a sociedade, assim como o pensamento e o saber, se constituíram contra a natureza. Ela também gerou as divisões entre os homens, em nome de uma necessidade imposta pela luta contra o mundo exterior. Ademais, sob o argumento de se proteger contra as energias naturais incontroláveis, a sociedade multiplicou as proibições e interdições (sexuais, alimentares). A divisão do trabalho, por sua vez, para responder às necessidades técnicas de produção de

acumulação que nos colocaria no abrigo da escassez, separa os indivíduos e grupos em castas e classes sociais."

Situada na corrente do eco-socialismo, o "novo naturalismo", com uma visão arraigada ao materialismo histórico e à luta de classe marxista, propõe uma relação sociedade-natureza, baseada na apropriação cultural dos recursos naturais. Para esta visão mais antropocêntrica, os problemas ambientais tem fundamentos sociais e são criados pelo avanço do capitalismo e suas contradições na devastação do planeta. Apesar de, em certos momentos ser considerada utópica, quando, por exemplo, propõe uma nova atitude do homem com a natureza baseada na unidade, esta corrente possui, intrínseca a sua concepção, o fim do isolamento da natureza como previsto nas unidades de conservação fechadas, onde a ausência do homem impossibilita o exercício do fim da dicotomia homem-meio construída historicamente.

Estas escolas de pensamento situadas entre o preservacionismo e o conservacionismo estabelecem suas práticas e constroem o imaginário de natureza que permeiam a sociedade e a transformam. O conceito de natureza é construído historicamente. Neste sentido, Gonçalves (2001) faz uma análise muito interessante do processo de construção do conceito de natureza na nossa sociedade, onde afirma que "cada povo/cultura constrói o seu conceito de natureza ao mesmo tempo em que institui as suas relações sociais."(p.9), ou "toda sociedade, toda cultura cria, inventa, institui uma determinada idéia do que seja a natureza. Nesse sentido, o conceito de natureza não é natural, sendo na verdade criado e instituído pelos homens" (p.23).

O processo histórico de construção de nosso conceito de natureza, enraizado no iluminismo e na base de toda a cultura ocidental moderna, tem como natureza "aquilo que se opõe à cultura", vendo a cultura como "algo superior e que conseguiu controlar a natureza". E "dominar a natureza é dominar a inconstância, o imprevisível; é dominar o instinto, as pulsões, as paixões". No entanto, logo abaixo o autor nos coloca sua reflexão: "A natureza é, em nossa sociedade, um objeto a ser dominado por um sujeito, o homem, muito embora saibamos que nem todos os homens são proprietários da natureza. Assim são poucos homens que dela verdadeiramente se apropriam. A grande maioria dos outros homens não passa, ela também, de objeto que pode ser até descartado. A visão tradicional da *natureza-objeto versus homem-sujeito* parece ignorar que a palavra sujeito comporta

mais de um significado: ser sujeito quase sempre é ser ativo, ser dono do seu destino. Mas o termo indica também que podemos ser ou estar sujeitos - submetidos - a determinadas circunstâncias e, nesta acepção, a palavra tem conotação negativa... Eis aí o paradoxo do humanismo moderno: sua imperiosa necessidade de afirmar uma visão de mundo antropocêntrica, onde o homem é o rei de tudo, o faz esquecer o outro significado do termo "sujeito" - o sujeito pode ser o que age ou o que se submete. A ação tem a sua contrapartida na submissão" (Gonçalves, 2001, p.25-26).

Vale ressaltar dois aspectos levantados neste trecho pelo autor: o primeiro relativo à propriedade da natureza, que em última análise reflete-se em poder sobre o espaço, ou ainda, à capacidade de instituir territórios. Obviamente o sistema em que estamos inseridos não distribui igualmente o poder de uso sobre o espaço, apenas alguns poucos têm o poder de apropriar-se de determinadas "porções de natureza" para explorá-la e quase sempre o fazem, baseando-se na exploração de outros homens, desses tais que não têm acesso à tal apropriação, ou que historicamente a perderam. O segundo aspecto é relativo à condição de sujeição colocada pelo autor, que possui ligação com o primeiro aspecto,(à medida que a grande maioria da humanidade está subjugada de alguma forma às apropriações de uma minoria) e ao mesmo tempo denota uma submissão do homem às respostas do meio, provocadas pela nossa forma de ocupação e apropriação da natureza. O retorno da relação homem-meio, também nos sujeita à condição que historicamente criamos.

A partir da incorporação do conceito de natureza distanciado do homem, a devastação dos ecossistemas encontra um caráter ímpar na história. A natureza dessacralizada, destituída de "divindade" é objeto a ser explorado sem restrições. O processo histórico advindo desta concepção já é nosso conhecido e está por demais denunciado em diversos estudos sobre a devastação e os impactos ambientais que se manifestam no espaço. Para Gonçalves (2001):"com o aprofundamento e generalização deste processo desencadeia-se uma enorme devastação que aponta novamente para esses processos, que escapam ao domínio dos homens. Com isso revela-se o que a sociedade moderna tenta realizar e teima em ignorar: que a cultura não exclui a natureza, mas se desenvolve no interior dela, realizando novas sínteses de matéria e energia socialmente instituídas e, portanto, passíveis de novos caminhos..."(p.92). Tais processos começam a

partir de meados do século XX a provocar na sociedade manifestações organizadas em forma de movimentos ambientalistas, o que configura mais adiante uma migração para um paradigma mais atento às questões relativas ao meio.

Sobre o histórico do movimento ecológico, Gonçalves (2001) nos mostra que a partir da década de 60, começam a surgir movimentos sociais que deslocam seu eixo de discussão contra um inimigo comum que é o sistema capitalista e passam a não mais criticar "exclusivamente o modo de produção mas, fundamentalmente, o modo de vida. E o cotidiano emerge aí como categoria central neste questionamento" (p.11) e complementa "é como se observássemos um deslocamento do plano temporal (história, futuro) para o espacial (o quadro de vida, o aqui e agora)" (p.12). O contexto histórico de onde emerge o movimento ambientalista é caracterizado por uma passagem da luta coletiva contra um sistema vigente (lutas sindicais, movimentos socialistas, comunistas nas décadas de 20 a 50) para uma luta de minorias. A dimensão do cotidiano, do imediato, daquilo que está em contato, do que é afetado por nós e nos afeta, ganha atenção, não só na escala local, mas também global, à medida que os meios de comunicação criam oportunidades. Ocorre o que poderíamos chamar de uma pulverização ou uma fragmentação, que ao contrário de enfraquecer os movimentos, os fortalece em identidade local. Para abusarmos dos termos, poderíamos dizer que, no seu extremo, ocorre uma "flexibilização" dos movimentos sociais, onde emerge dentro de uma "condição pós-moderna", um localismo, uma manifestação de grupos sociais em relação direta com seus espaços de convívio, ou de seus territórios. Em suas palavras: "o movimento ecológico tem essas raízes histórico-culturais. Talvez nenhum movimento social tenha levado tão a fundo esta idéia, na verdade esta prática, de questionamento das condições presentes na vida".

No Brasil, este movimento se manifesta na década de 70, em meio a uma condição política onde a elite nacional está se vinculando ao capital externo para o desenvolvimento econômico do país. A revolução cubana inspirava a elite intelectual que associada aos movimentos operários sucumbiam diante da ditadura militar que, por sua vez, instalada no poder promovia o conhecido "milagre brasileiro". Ao mesmo tempo o movimento ecológico internacional, já imponente enquanto paradigma para a industrialização, chega ao Brasil, via Estado como forma de atrair os investimentos internacionais. Diegues (2000) afirma que este mecanismo se transforma em uma das principais formas de atração de

capital para os países em desenvolvimento. Não estamos falando de um movimento ecológico surgido no fervor das massas, no questionamento e na apropriação de paradigmas ecológicos, mas, novamente, nossa situação periférica (colonial) importa demandas sem criar efetivamente suas bases.

Por outro lado, o movimento ambientalista, ainda nesta década, serve aos movimentos políticos, que reprimidos pelo regime militar tem na luta ecológica uma bandeira que pôde (e ainda assim funciona, hoje em outras condições) fortalecê-los. Soma-se às demandas do Estado, no final da década de 70, o retorno dos exilados políticos que, em contato com os movimentos ambientais estrangeiros, fortalecem os insipientes movimentos que aqui surgem, principalmente no Rio Grande do Sul e Rio de Janeiro. Se por um lado os ecologistas são contra o modelo desenvolvimentista imposto pelo caráter histórico de nossa industrialização, por outro, os atores deste processo histórico vêem os ambientalistas como românticos e contra o desenvolvimento (Gonçalves,2001). De certo, o início do movimento ambientalista no Brasil tem uma grande inspiração no preservacionismo, como nos mostra Diegues (1996). Até hoje, muitos movimentos são contraditórios em discurso e prática, pois nas condições em que vivemos, enquanto país de economia periférica, necessariamente merecem atenção especial as condições sociais muito adversas da maioria de nossa população. Sunkel (1986, *in* Diegues, 2000), afirma que, apesar do discurso das organizações conservacionistas, as práticas se limitam à "implantação de áreas protegidas, corredores ecológicos, etc., desconectadas das aspirações e necessidades das populações locais".

Se por um lado, alguns discursos oficiais, instituídos por grandes empresas e pelo Estado, devem ser atribuídos de filtragens para sua interpretação, por outro, os movimentos de preservacionismo puro, colocados por alguns segmentos sociais e até por seus representantes na máquina pública, não fazem o menor sentido em um país onde a produção primária é ainda a base de reprodução social de inúmeros grupos. Há que se mexer sim, nas técnicas para que sejam ajustadas aos ecossistemas que manejam, mas garantir, em última análise, a reprodução social das populações historicamente oprimidas. Desta forma, como afirma Gonçalves (2001), "o movimento ecológico (no Brasil) está inserido numa sociedade contraditória e, por isso, são diversas as formas de apropriação dos recursos naturais. Saber distinguir entre esses diferentes usos - o que implica estar

atento a quem os propõe - é uma das nossas tarefas políticas, pois se todos falam em defesa do meio ambiente por que as práticas vigentes são tão contraditórias e, pior, devastadoras?"(p.17).

Gonçalves (2001) nos mostra a diferença entre o movimento ecológico e os demais movimentos sociais. Afirma que os movimentos operário, camponês, indígena, da mulher, dos negros, homossexual, jovem, etc. são constituídos por um segmento específico da sociedade em uma determinada condição social, ou seja, "ao modo como a sociedade, ao instituir suas relações sociais, conforma o corpo de indivíduos" (p.21). Neste sentido, se traduz uma natureza diferenciada, arraigada à uma classe ou segmento social, enquanto para o movimento ambientalista, isto ocorre de maneira mais difusa sem uma base objetiva, "produzida e instituída socialmente através de lutas". Neste tipo de movimento incluem-se vários segmentos e atores sociais e, atualmente, quase todos. Por ser difusa enquanto segmento social, pode ser travestida por diversos interesses de diversos atores sociais, dos pequenos aos grandes. Neste sentido, é relevante a importância dessa associação, da vinculação do discurso ao seu dono, pois em muitos momentos a luta ecológica se coloca contra pequenos atores sociais ao lado do interesse de grandes atores econômicos e, em alguns casos, pela "ingenuidade" ou o "romantismo" da causa "verde" que favorece "sem saber" a estes grandes interesses.

Para Gonçalves (2001), o ecológico fica submetido ao econômico à medida que a generalização das relações mercantis é a tônica da sociedade burguesa-industrial. Neste sentido, a lógica econômica se sobrepõe ao componente ecológico: "o valor de troca ao valor de uso". No caso das unidades de conservação fechadas, como Parques ou Reservas Biológicas, o valor de troca é a "porção de natureza" de preferência intocada, ou pelo menos supostamente intocada, em troca do "valor de uso", da condição de reprodução social de suas populações ou do uso sustentável daquela biodiversidade. O uso para preservação, o "congelamento" daquele momento histórico da paisagem, ou o estado "natural" daquela paisagem, têm mais valor do que o uso para a conservação ou o uso sustentável de seus recursos. Nestas correntes, segundo Guha (1997, *in* Diegues, 2000), as comunidades que vivem nas áreas de parque são percebidas como hostis, "como tendo um efeito destrutivo sobre o meio ambiente, e suas formas de vida são responsabilizadas pelo desaparecimento de espécies, pela contribuição à erosão do solo (...)". As bases culturais

urbanas em que se apoiam estas necessidades, apontadas anteriormente por Diegues (1996), impõe, sobre as construções dos espaços, a presença de "porções de natureza" que valorizem a ocupação e o uso dos solos. Neste sentido, para o caso de Grumari, a valorização dos imóveis de Recreio e Vargem Grande, nos últimos dez anos, ilustra muito bem que a cidade ao se expandir para a zona oeste, passa a valorizar a componente "bucólica" destes bairros e a proximidade com as "porções de natureza". Desta forma, o decreto do Parque Natural Municipal de Grumari, mesmo que não intencional ou inconsciente, demonstra uma associação de interesses de preservação, com a valorização dos imóveis da fronteira de expansão urbana e, em última análise, sobrepondo-se ao "valor de uso" daquela área para a reprodução social das famílias que lá vivem e daquele espaço se sustentam historicamente. Obviamente, entram aqui diversas questões a respeito das técnicas de manejo e dos processos de conservação da biodiversidade. No entanto, vale ressaltar a questão fundamental em relação aos custos sociais da remoção de tais populações no interior das unidades de conservação fechadas, ou, neste caso, melhor seria denominá-las "unidades de preservação".

Gomez-Pompa e Kaus (1992, *in* Diegues,1996) criticam a visão de "natural" das populações urbanas: "montanhas, desertos, florestas e vida selvagem são considerados *wilderness* (selvagem), uma área para ser conservada e mantida na ausência de populações. Essas áreas são vistas como ambientes naturais semelhantes àqueles que existiram antes da interferência humana, ecossistemas delicadamente equilibrados que precisam ser preservados para nosso prazer e uso da nossa geração e futuras. Por exemplo, o conceito de vida selvagem como área não habitada influenciou o pensamento e a política do mundo ocidental. A conservação é vista através de uma janela para o passado, para o início remoto da humanidade, bem antes do conforto da vida moderna". O retorno ao primitivo, ao essencial, à idealização do "bom selvagem" fazem parte desta concepção e conduzem, o senso comum, ao discurso preservacionista. O fato é que o mito moderno da natureza intocada tornou-se sobretudo instrumento de valorização, moeda de troca, e é incentivado pela mídia como objeto de consumo no imaginário da população urbana.

A natureza intocada é realmente um mito, à medida que historicamente as florestas tropicais apresentam evidências do manejo humano. Clark (1996) discute o uso da nomenclatura "virgem", "natural" e "não perturbada", como inadequadas às florestas

tropicais que aparentam ser totalmente manejadas historicamente. O autor propõe o abandono destes termos, ao mesmo tempo, que afirma que todas as florestas têm sofrido influências humanas, mesmo que indiretas, via poluentes atmosféricos. Da mesma opinião compartilha Corlett (1994), ao mostrar que as formações secundárias são predominantes. Para este autor, tanto o impacto humano quanto as catástrofes naturais são responsáveis pela geração de florestas secundárias, e, ainda pergunta, quanto tempo seria necessário para que uma floresta torne-se primária novamente. Deste ponto de vista, o autor considera "todas as formações tropicais secundárias, a medida que não se encontram lá desde sempre", e continua afirmando que "as florestas primárias continuarão sendo reconhecidas como sendo auto-suficientes, com a maioria das espécies regenerando sob o regime normal de distúrbios para a área". Sob uma visão ecológica, Corlett (1994) incorpora a perturbação às interações do ecossistema.

Ellen (1989, *in* Diegues,1996) afirma que a natureza em estado puro não existe e as regiões naturais apontadas pelos biogeógrafos usualmente correspondem a áreas extensivamente manipuladas pelo homem. Em Adams (1994), encontramos: "(...) que as florestas até hoje consideradas primárias e intocadas pelo homem são, na verdade, florestas secundárias resultantes de um complexo manejo por antigas populações, portanto, florestas culturais". Sobre a construção social da biodiversidade, Claval (1999), a partir da perspectiva da geografia cultural, faz alusões ao afirmar que "onde o espaço é cultivado ou serve de pastagem, a força das associações naturais é maior ainda: as ervas daninhas multiplicam-se ao final de duas ou três colheitas, os arbustos e as árvores retomam o terreno. O espaço retorna à natureza, mas a terra inculta (abandonada) não é nada mais que uma forma bastarda da cultura (...)" (p.309). Santos (1996) destaca que a paisagem herdada historicamente parece natural para as novas gerações. O mesmo, afirma Agnew *et al.* (1984, *in* Claval,1999): "o ambiente herdado é freqüentemente assumido de maneira plena". Internaliza-se freqüentemente a idéia de que a paisagem atual é perene, como se ela tivesse sido sempre assim: naturalizada aos olhos de quem, simplesmente, a contempla.

Sob o conceito de florestas culturais, Adams (1994) ressalta a coexistência de populações humanas, e o saber intrínseco a elas, como uma forma de conhecimento acumulado sobre a sustentabilidade e manejo dos ecossistemas. Motivo suficiente para repensar a posição preservacionista com suas unidades de conservação fechadas e o

desenvolvimento sustentável. A partir de uma longa revisão bibliográfica, seu trabalho evidencia o manejo humano na construção das florestas tropicais em torno do mundo e afirma: "a agricultura itinerante, considerada há muito como prejudicial ao meio ambiente, está, na verdade, muito próxima do que pode ser considerada a agricultura sustentável" (Balée, 1989 *in* Adams, 1994). A autora vê que o conhecimento acumulado pelas populações tradicionais "só aumenta a importância de uma participação nas estratégias de conservação a serem adotadas (...) são uma fonte importantíssima de conhecimentos, que deveriam ser transformados em informações passíveis de serem utilizadas pelos órgãos de planejamento, como forma de garantir a manutenção da biodiversidade" (p.17).

A área manejada pelos Caiçaras no sul fluminense e São Paulo é outro bom exemplo destes problemas. Situada, justamente, em áreas de grande beleza cênica entre os maiores pólos urbanos do país, a população Caiçara e seu manejo de roças itinerantes enfrentou uma sequência de decretos de parques e reservas ao longo de suas terras. Desde a Juréia à Ilha Grande, os problemas se repetem nos custos de fiscalização e nos efeitos de desarticulação social das populações locais. Ao mesmo tempo, o manejo conhecido como roça de toco, desenvolvido sobre as florestas, apresenta evidências de resiliência e sustentabilidade na Mata Atlântica local (Oliveira *et al.*, 1995; Adams 1996; Oliveira, 1999, entre outros)

10.2.2 - TERRITORIALIDADE LOCAL

O que se assiste, nos casos em que existem populações dentro de unidades de conservação é, em última análise, um conflito a partir da sobreposição de territórios. Um território preexistente, vivenciado, experimentado e construído pelas populações locais em conflito com um território instituído, projetado, construído pelos órgãos governamentais imbuídos desta competência e, geralmente, deste conceito de natureza, valorizada pela sua intocabilidade.

Para Haesbaert (2002b), o conceito de território pode estar associado a diversas dimensões. A primeira delas seria a dimensão material, associada à base concreta do espaço e da natureza nele contida, como fonte de recursos. Segundo o autor, é uma "noção de território (...) bastante influenciada pela experiência territorial das sociedades mais tradicionais, em que a principal fonte de recursos vem da natureza, da terra". Para ilustrar

sua perspectiva o autor cita Godelier (1984) que define território como "uma porção da natureza e, portanto, do espaço sobre o qual uma determinada sociedade reivindica e garante a todos, ou parte de seus membros, direitos estáveis de acesso, de controle e de uso com respeito à totalidade ou parte dos recursos que aí se encontram e que ela deseja e é capaz de explorar" ou "a porção de natureza e do espaço que uma sociedade reivindica como lugar em que seus membros encontrarão permanentemente as condições e os meios materiais de sua existência". Haesbaert (2002b) afirma que mesmo que atualmente esta concepção de território esteja mais rara, não significa que ela foi superada, "dependendo das bases tecnológicas do grupo social, sua territorialidade ainda pode carregar marcas profundas de uma ligação com a terra, no sentido físico do termo".

Outra concepção de território apresentada por Haesbaert (2002b) está associada à perspectiva idealista, cultural, para a qual novamente ele cita Godelier, que a define como "apropriação simbólica". Segundo o autor, "o que reivindica uma sociedade ao se apropriar de um território é o acesso, o controle e o uso, tanto das realidades visíveis, quanto dos poderes invisíveis que as compõem, e que parecem partilhar o domínio as condições de reprodução da vida dos homens, tanto a deles própria quanto a dos recursos dos quais eles dependem". Haesbaert (2002b) complementa: "o território reforça sua dimensão enquanto representação, valor simbólico". Bonnemaïson e Cambrèzy (1996, *in* Haesbaert, 2002b) afirmam que "o poder do laço territorial revela que o espaço está investido de valores não apenas materiais mas também éticos, espirituais, simbólicos e afetivos. É assim que o território cultural precede o território político e, com ainda mais razão, precede o espaço econômico" e continuam mais adiante: "pertencemos a um território, não o possuímos, guardamo-lo, habitamo-lo, impregnamos-nos dele. Além disso, os vivos não são os únicos a ocupar o território, a presença dos mortos marca-os mais do que nunca com o signo do sagrado. Enfim, o território não diz respeito apenas à função ou ao ter, mas ao ser. Esquecer deste princípio espiritual e não material é se sujeitar a não compreender a violência trágica de muitas lutas e conflitos que afetam o mundo de hoje: perder seu território é desaparecer". O território é o espaço de poder, mas é, ao mesmo tempo, formador de identidade, o que retorna sobre o espaço, como forma, estratégias, de manutenção deste poder, portanto, territorialidades.

Haesbaert (2002b) continua a discussão na definição de outras concepções de território, onde o viés econômico integra-se aos dois anteriores numa concepção das múltiplas dimensões sociais. Além desta, o autor define, de forma singular, as concepções que associam território e rede. No entanto, vamos nos ater apenas às exploradas anteriormente, que se aplicam melhor ao nosso estudo de caso em Grumari, apesar de outras possíveis conexões poderem ser feitas no campo da rede de comercialização das frutas, ou na sua inserção como território do Estado (município), enquanto unidade de conservação.

A concepção material é bastante apropriada para definir o território das populações de Grumari, à medida que as populações que historicamente lá vivem, estavam lá antes da divisão fundiária da área, portanto não são donos legais, não dispõem desta territorialidade para reivindicar o uso daquelas terras, no entanto sua subsistência, garantiu aquela porção da natureza como meio de vida, como base material da sua sobrevivência. Roncayolo (1986) afirma que nas sociedades rurais a expressão de territorialidade é mais nítida, quando homem e natureza estabelecem um conjunto de práticas que os identifica mutuamente, "particularmente uma dupla permuta de conhecimento e identificação...". Haesbaert (2002b) afirma que dentro da concepção material do território, "é necessário considerar a dimensão natural, que em alguns casos, ainda revela um de seus componentes fundamentais". Independente da discussão antropológica de classificar a população como tradicional ou não, o fato é que estas são territorializadas naquela porção do espaço e que retirá-las é fazer com que "desapareçam" (junto com seus conhecimentos sobre a área) dentro de algum "aglomerado de exclusão", para usar um termo do mesmo Haesbaert (1995).

Além desta concepção, se aplica muito bem à área, a dimensão simbólica onde a paisagem grava as marcas de sua ocupação e os significados dela. A relação de afeto e a apropriação do território como lugar fundamentam, também, esta territorialidade. Em um primeiro plano está o espaço de sustento, em segundo, ou melhor, simultaneamente, está a apropriação simbólica. Esta dimensão é perceptível em algumas declarações de moradores como a de Carla (19 anos) "a gente não quer sair daqui não, eu não quero ir morar na cidade". São visíveis nesta declaração, em primeiro lugar, o sentimento de pertencimento àquele espaço que se distingue do espaço da cidade, seguida da intenção de continuar em

Grumari, que evidencia sua vinculação com o seu território. Ou no caso de Dona Iranilda (42 anos): "meu bisavô veio para cá e meu avô nasceu e morreu aqui, eu sou nascida e criada aqui, casei, tenho filho, já tenho neto e só sei viver daqui". Dona Iranilda vende esteiras feitas de taboa, vegetação brejeira local.

O problema gerado pelo decreto da unidade de conservação de caráter fechado, inviabiliza legalmente a permanência destes moradores, promovendo o que Haesbaert (1995) definiu como desterritorialização. Em Haesbaert (2002b), o autor distingue diversos tipos de desterritorialização, desde os provocados pelo excesso de verticalidade nas redes virtuais do ciberespaço aos provocados pela globalização. A concepção considerada por ele a mais social do termo é a que melhor aplica-se no caso de Grumari. Para o autor, esta é "a desterritorialização de 'baixo' ou 'inferior', pois envolve alguns dos grupos mais expropriados, aqueles que não só estão alijados do acesso a este mundo do imaterial do chamado ciberespaço, como estão privados do acesso ao território no seu sentido mais elementar, o da terra, como base material primeira da reprodução social". Por este processo muitos são os "excluídos", que ele denominou de desterritorializados *stricto sensu*. Outra citação feita por ele de um trabalho anterior (Haesbaert, 2001), aplica-se muito bem aqui: "desterritorialização, para os ricos, pode ser confundida com uma multi-territorialidade segura, mergulhada na flexibilidade e em experiências múltiplas de uma mobilidade 'opcional'. Enquanto isso, para os mais pobres, a desterritorialização é uma multi ou, no limite, a-territorialidade insegura, onde a mobilidade é compulsória, resultado de total falta de opção, de alternativas, de 'flexibilidade', em 'experiências múltiplas' imprevisíveis em busca da simples sobrevivência física cotidiana". Corrêa (1996) usa o termo desterritorialidade e a define como sendo "a perda do território apropriado e vivido em razão de diferentes processos derivados de contradições capazes de desfazerem o território".

Deste ponto de vista, a desterritorialização pode ser, em última análise, a expressão do processo de exclusão sócio-espacial na própria dinâmica de seletividade dos espaços dentro da cidade. Parque para quem? Em Grumari o território imposto pelo parque delimita um espaço físico e uma dimensão simbólica, que representa a territorialidade de um grupo vindo do meio urbano (de fora do território tradicional, prévio) e que torna os moradores locais excluídos a este novo território do parque. Os moradores passam a ser "os que não

pertencem" ao território do grupo que pretende dominar aquele espaço, sob a forma de unidade de conservação. Este grupo possui instrumentos para espacializar suas territorialidades bastante contundentes, afinal o que estamos chamando de grupo, é, na verdade, representado pelo Estado em sua versão municipal. A possibilidade de implementação de poder, por este ator, é plena e cheia de mecanismos, legislativos e políticos, capazes de obterem sucesso. Por outro lado, os moradores possuem poucas possibilidades de argumentação, à medida que resta apenas como territorialidade a dimensão simbólica do território, pois o meio de sobrevivência para a maioria das famílias já não é mais a atividade agrícola bananeira, a renda direta da terra, mas, sim, a prestação de serviço de reflorestamento para a prefeitura. Estão em conflito, portanto, o território formado pelo espaço vivido, proposto por Raffestin (1993, *in* Ribeiro e Mattos, 2002) e o território criado como um espaço de projeção, proposto por Corrêa (1995). A aceitação do trabalho no mutirão reflorestamento, além de constituir alternativa econômica aos moradores, constitui uma estratégia de se manterem no território. Por outro lado, para a Prefeitura, constitui uma estratégia de desvinculação do meio de reprodução social, mesmo que a intenção não seja esta.

Em Grumari, as 27 famílias serão removidas para onde? Qual o custo social desta remoção? As favelas já encontram-se abarrotadas e em constante crise de espaço e os conjuntos habitacionais criados pelos governos não contêm seu próprio processo de favelização com a conhecida cultura do "puxadinho"; e mais, sob que condições de reprodução social? De que atividade vão se sustentar? Viver de que? A população excluída de suas condições de sustentabilidade, na verdade, apenas "engrossam o caldo" dos problemas sociais da metrópole urbana, como por exemplo, a violência e o tráfico de drogas. São estas as opções de sustento e, dentro da cultura do "gueto", de ascensão social e "status". Constituir novos territórios, ou reterritorializarem-se, passa a ser um ônus por demais custoso e nem sempre garantido (nem pela sorte, nem pelo Estado). O baixo número de moradores da área de Grumari não deveria configurar-se enquanto facilidade à remoção, ao esvaziamento da área, ou como recentemente vem sendo empregado, pelos técnicos, "desafetar as áreas" (demonstrando a plena concepção do homem devastador). A baixa densidade demográfica deveria, portanto, configurar-se enquanto vantagem à fixação daquela população ao seu espaço de reprodução social, ao seu território. O trabalho de

mantê-las no local é menor, do que o trabalho de removê-las, e mais do que isso, a manutenção destas populações, bem como de suas relações de domínio do espaço, suas territorialidades, podem ser úteis e devem ser aproveitadas para a conservação da biodiversidade, ou da paisagem historicamente construídas por estes atores. Ninguém melhor do que estes moradores para a manutenção da biodiversidade local, afinal é isto que eles vêm fazendo nos últimos séculos. Os instrumentos legais não se mostram eficazes, como conclui Motta (2003), de 1984 a 1999, apesar do "expressivo número de atos legais editados, pelas três instâncias governamentais"; esta estratégia "revelou-se insuficiente para manter a cobertura florestal no trecho remanescente de Mata Atlântica estudado (maciço da Pedra Branca)". O autor registra uma diminuição de 28% da cobertura florestal neste período. Costa (2002) afirma que "apesar da floresta representar, em 1996, 43% da ocupação do solo de todo o maciço, houve uma redução da mesma no período de 1992 a 1996. Cerca de 25% da área deixou de ser floresta, enquanto o restante (75%) permaneceu como tal.

Obviamente cabe levantar as questões relativas às técnicas de manejo e seus ajustes para a melhor conservação, porém, em contrapartida, o espaço "vazio", o "vácuo" deixado por tais populações, não garante que aquele espaço resista às pressões posteriores, ou até já presentes, da especulação imobiliária que caminha naquela direção. Motta (2003) mostra que no período de 1984 a 1999 a urbanização no entorno do maciço da Pedra Branca cresceu 857% em área, somadas à 256% de aumento da área urbana não consolidada. "Desafetar as áreas" é justamente retirar o componente humano que faz de um espaço um lugar: o afeto, que vincula o indivíduo ao seu espaço de convívio, que o territorializa. Desta forma, desafetar significa retirar identidade, retirar reconhecimento que se constitui de dois aspectos: um em relação à desterritorialização destas populações e a perda de identidade enquanto grupo, com conseqüente inserção na condição de excluído e, segundo, em relação ao menosprezo pelo saber local, pelo re-"conhecimento" das áreas, contido na forma de apropriação e construção histórica da paisagem. Insistimos em desprezar a dimensão da condição humana fundamental à sobrevivência das culturas e sobretudo das suas formas de apropriação dos recursos e construção das paisagens. O novo território do parque ausentado da presença humana reproduz a possibilidade de problemas futuros, como visto em diversas outras unidades de conservação, desde os fundiários a invasões de seus limites. O avanço

do meio urbano e da especulação imobiliária que com ele anda, oferece uma pressão que garante ao município bastante trabalho de fiscalização e estratégias de manutenção do poder sobre aquele espaço.

O uso do conceito de território está aqui aplicado por estarmos tratando da necessidade de domínio sobre o espaço para a conservação de seus recursos naturais. Neste sentido, já existe um território dominado pelos moradores locais, para que destituí-lo, se podemos aproveitá-lo? Para então termos o esforço de construir um novo território? Até que ponto este novo território é legítimo? E o quanto ele vai ser respeitado? Não seria melhor aproveitar o território já existente e reformular algumas técnicas de manejo para sustentabilidade da biodiversidade local?

10.3 - O PAPEL DO ESTADO

Qual seria o papel do Estado? O Estado Nacional, em seu nascimento, tem o papel de articular grupos sociais, em seus diversos territórios, para a formação de uma nação e garantir, desta forma, a unidade política associada à necessidade da diferenciação territorial dos outros Estados Nacionais no plano internacional. Conforme Becker (1995), a partir da definição de Estado calcada na Geopolítica, "a relação do Estado com seu território resumiu-se, via de regra, à sua avaliação como fundamento do poder nacional em termos de extensão, posição e recursos...", sendo "tarefa do Estado assegurar a proteção de seus espaços através da política territorial"(p.274 e p.284).

Em um segundo momento, o Estado passa a ser caracterizado por suas funções na manutenção do poder interno no território nacional. Segundo Becker (1995), "trata-se da instrumentalização do espaço como meio de controle social, quando o Estado muda de feição, passando a um Estado de Governo. Crescimento populacional, Economia Política e dispositivos de segurança são o tripé em que se apoia a nova forma de poder: a governabilidade"(p.285). O Estado ganha o papel de intervencionista sobre o território nacional, ele é o provedor da base material, da infra-estrutura básica da nação e conduz suas intervenções baseadas em estratégias de manutenção do poder e controle interno. Neste contexto, o Estado cria bases para o momento posterior, nas palavras de Becker (1995): "ao caos das relações entre os indivíduos, grupos, frações de classe, o Estado tende

a impor uma racionalidade, a sua. São os recursos, as técnicas e a capacidade conceitual que permitem ao Estado tratar o espaço em grande escala. Ele tende a controlar os fluxos e estoques econômicos, produzindo uma malha de duplo controle, técnico e político, que impõe uma ordem espacial vinculada a uma prática e a uma concepção de espaço global, racional, logística, de interesses gerais, estratégicos, representação da tecnoestrututra estatal, contraditória à prática e concepção de espaço local, de interesses privados e objetivos particulares dos agentes da produção do espaço. Cria, assim, um espaço global/fragmentado, global porque homogeneizado, facilitando a interagilidade dos lugares e dos momentos; e fragmentado porque apropriado em parcelas"(p.286). É sob esta concepção de Estado, que, a partir da sua lógica, de sua racionalidade na organização espacial, são decretadas as Unidades de Conservação. Tais estratégias são, como dito pela autora, impostas ao espaço, de acordo com a lógica de construção do Estado, sem levar em conta o conteúdo, a espacialidade já contida nele, uma lógica global, contraditória às lógicas locais, em última análise, negligenciando e impondo-se sobre as territorialidades dos atores sociais locais. Certamente não é esta a lógica de um desenvolvimento sustentável, que necessariamente, deveria considerar os atores locais e seu saber, o local e sua territorialidade, sua manifestação sobre o espaço, como dito pela nossa atual ministra de Meio ambiente, Marina Silva: "...construir um eixo estratégico de uso sustentável, integrado a outras políticas econômicas e sociais" (Silva, 2001). Segundo Becker (2001a), "assume-se que o desenvolvimento sustentável não se resume à harmonização da relação economia/ecologia, nem uma questão de técnica. Representa mecanismo de regulação do uso do território que, à semelhança de outros, tenta ordenar a desordem global. E, como tal, é um instrumento político". O que se coloca em dúvida, é se essa lógica contraditória, conflitiva, é a melhor estratégia para a manutenção da biodiversidade, ou melhor, para a soberania sobre um determinado espaço para a manutenção da biodiversidade. Hough, (1988, *in* Kitamura 2001) afirma que "a simples imposição de restrições de acesso das comunidades locais envolvidas às áreas protegidas, mesmo que associada a uma campanha de educação ambiental, pode gerar diferentes problemas para o manejo destas. Problemas esses que podem ir desde a hostilidade das comunidades em relação às áreas protegidas e aos seus administradores, até a completa ignorância dos limites e das restrições de acesso e

uso dos recursos objetos de proteção e, em alguns casos, até o vandalismo contra estas áreas".

As populações preexistentes possuem, a partir de suas territorialidades, a definição de seus territórios, seu domínio sobre aquela porção do espaço, ou, neste caso especificamente, sobre aquela porção de natureza, enquanto que a lógica imposta configura seu domínio sobre o espaço, a partir de artifícios de fiscalização e pode-se dizer, fazendo uma analogia, a partir de uma militarização de suas fronteiras, só que neste caso, polícia ambiental ou guarda florestal. Sob a ótica convencional do Estado de implementação das políticas ambientais, baseadas no comando e controle (Merico, 2001), os custos dessa intervenção não mostram-se assim tão acessíveis a um município que historicamente apresenta limites de orçamento, se por um lado gasta-se diretamente com a fiscalização e sua infra-estrutura, por outro gasta-se indiretamente com os custos sociais da remoção das populações locais e sua consequente marginalização nos bolsões de exclusão de nossa sociedade.

Se as unidades de conservação são inscritas no espaço seguindo ainda lógicas estatais modernas, cria-se um descompasso com as novas tendências do modelo de Estado que a ordem capitalista impõe sob a forma da globalização. Não se trata de uma apologia ao modelo neoliberal imposto aos países periféricos e conduzido por aqui nos últimos 10 anos, mas sim de uma constatação de que as transformações nos meios técnico-científicos de nossa sociedade impõem mudanças na forma de perceber, conceber e vivenciar o mundo, assim como, na formulação de estratégias de ação sobre o espaço construído por esta nova condição, sobretudo no que diz respeito às mudanças nas lógicas de produção e na velocidade imposta pelas telecomunicações. A mudança no que tange à produção, promove o deslocamento da produtividade para a informação e o conhecimento. "Esse novo modo industrial baseado na inovação permanente não constitui apenas uma nova técnica de produção, mas sim uma nova forma de produção e, portanto, de organização social e política que ocorre no contexto da reestruturação do sistema econômico (Castells, 1985, *in* Becker, 1995). Os reflexos se reproduzem pelas organizações sociais e manifestam-se diferencialmente no espaço. Atingem de maneira heterogênea o espaço, flexibilizando as formas rígidas construídas pela lógica do Estado intervencionista, a partir da refuncionalização dos espaços e valorizando certas porções em detrimentos de outras. Não

mais em função dos atributos físicos ou políticos, o espaço é valorizado pelo capital, mas, sobretudo, em função de suas condições de flexibilização, ou seja, de sua capacidade de transformação para aceitação das novas condições de produtividade: fluxo de informação e conhecimento.

Em Santos (1996), isto aparece com grande ênfase, quando ele afirma que "o mundo encontra-se organizado em subespaços articulados dentro de uma lógica global"(p.49). A produção atual se dá sobre circuitos que podem interagir muitas porções da superfície terrestre, muitas vezes não contíguas, mas articuladas em rede. É desta forma que os territórios vão se diferenciar no espaço, a partir de sua inclusão ou exclusão nesta forma de produzir. Esta é, segundo Becker (1995), a lógica de valorização dos territórios a partir do ponto de vista da acumulação de capital. Santos (1996) nos coloca: "quanto maior a inserção da ciência e tecnologia, mais um lugar se especializa, mais aumenta o número, intensidade e qualidade dos fluxos que chegam e saem de uma área" (p.51). Os Estados perdem o controle do conjunto do processo produtivo, ao passo que os territórios são selecionados distintamente pelos atores econômicos e financeiros. Nesta "ciranda" entra também a valorização da natureza, por um lado sua valorização da natureza "intocada" ou o valor contemplativo, que apresenta-se hoje como valor agregado de empreendimentos imobiliários, associada à qualidade de vida, e por outro lado, em certos casos face da mesma moeda, a valorização da natureza não só mais como fonte de recursos, mas sobretudo como fonte de informação para as novas tecnologias baseadas nos sistemas orgânicos. Para Becker (1995), as unidades de conservação fechadas podem ser vistas como reservas de capital natural para realização atual ou futura.

Se por um lado a lógica da acumulação fornece bases para a diferenciação de valor dos territórios, por outro Becker (1995) aponta a lógica cultural também como forma de distinção: "as tendências de reestruturação tecnoeconômicas, do espaço de fluxos, devem, pois, ser confrontadas com projetos alternativos vindos da sociedade, do território". O conteúdo fornecido pelos territórios é certamente o "passe" de inclusão dentro da nova lógica capitalista globalizada, a "logística". "Ao que tudo indica, a logística é uma das raízes da (des)ordem e da globalização/fragmentação. Pois, que, se a nova racionalidade tende a se difundir pela sociedade e o espaço, ao nível operacional, concreto, ela é seletiva gerando uma geopolítica da inclusão-exclusão" (Becker, 1995, p.291). É a logística dos

territórios, suas capacidades de (re) estruturação à nova lógica que define sua importância. Certamente esta capacidade de transfigurarem-se, está associada à velocidade de seus atores sociais nesta direção, aqueles que agem na construção do próprio território, aqueles que providos de territorialidades imprimem poder sobre o espaço, formando o território. Esta logística não pode ser provida apenas pelo capital privado que teria lógicas muito mais excludentes para determinados setores, e pelo fato de que as propostas de ação sobre o território passam, em última análise, pela criação desta logística. É nesta nova "ordem" que o Estado tem que reorganizar seu papel na manutenção do equilíbrio do campo de forças dos atores presentes no território e na promoção de logística, na construção de condições para a inserção dos territórios na dinâmica econômica. Salta aos olhos a dimensão espacial do território, arraigado às territorialidades de seus atores sociais, como Santos (1998) coloca, uma "representatividade ampliada" (p.25). Para este autor o território passa a ser ao mesmo tempo "um recurso e um abrigo", porção concreta do espaço fluídico da pós modernidade, como dito por ele: "o que hoje é sólido são o território e a população (...) o território resiste à fluidez do tempo, o território obriga a globalização de alguma forma a se dobrar". Esta lógica denominada por Becker (1995), de lógica cultural é necessariamente fator influente na "escolha" dos territórios pelo capital e deve ser levada em conta nas medidas de planejamento espacial. Neste sentido, o reforço da territorialidade dos moradores poderia se transformar em estratégia para a conservação, a partir da reterritorialização neste mesmo espaço, por novas técnicas que garantiriam a reprodução social em associação com a conservação da biodiversidade. Esta forma de manutenção da territorialidade local, não deve ser apenas baseada na incorporação da população local nas atividades do parque, como guardas florestais, guias de turismo. Estas atividades são interessantes, mas, em última análise, não constituem reforço de territorialidades, mas um processo de desterritorialização e reterritorialização, afastando o morador de sua atividade rural e constituindo-o, enquanto prestador de serviços urbanos. Além disso, geralmente, não são capazes de contemplar todas as pessoas. As atividades a serem desenvolvidas devem vincular o homem à porção de natureza a que se propõe conservar, e esta vinculação, para se dar de fato, deve considerar, também, o fator econômico, agir diretamente sobre a capacidade de reprodução social. Se faz importante prover a logística necessária à inserção econômica destes atores no mercado produtivo, para isto, obviamente, há de mudar o

decreto de parque para outra unidade de conservação, como por exemplo Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS).

11 -CONCLUSÕES

Após analisarmos processos de naturezas distintas, como os hidrológicos e sociais, é interessante retornarmos ao nível da paisagem e expressar em mapa, a síntese da compreensão dos processos hidrológicos vistos para as áreas ocupadas pelas plantações de banana. Foram gerados dois mapas para esta finalização. A partir do cruzamento do mapa de concentração de fluxo (declividade + morfologia das encostas), com o mapa de depósitos e solos residuais, foi gerado o mapa de condicionantes hidro-geomorfológicos da instabilização de encostas sob cultivos de banana (Figura 89). Em seguida o cruzamento com o mapa de vegetação e uso do solo, gerou o segundo mapa com a situação atual dos bananais frente aos condicionantes de risco. Este mapa, denominado: Mapa hidro-geomorfológico da situação atual dos cultivos de banana (Figura 90), contempla a situação das áreas de plantio sobre os depósitos de encostas e suas declividades. Baseando-se na ocupação das encostas pelas populações existentes na área, é possível evidenciar espacialmente as áreas sujeitas a processos erosivos e movimentos de massa.

A investigação do funcionamento hidrológico das plantações de banana na área estudada levou a várias conclusões. Apesar de ter sido analisado por apenas dois anos, nos dados pluviométricos para o município do Rio de Janeiro, foi possível notar uma menor contribuição de chuvas para a área de Grumari em relação às suas áreas vizinhas. Como analisado, este aspecto está associado à sua configuração topográfica e à proximidade do mar. Graças a estas características, as massas de ar carregadas de umidade sobem seu relevo, mas atingem ponto de saturação um pouco mais atrás do anfiteatro de Grumari e acabam registrando precipitações maiores na área da Grota Funda. Este aspecto é interessante pois, mantém a área sob índices de chuva relativamente menores, em torno de 1100mm anuais. Estas entradas de chuva estão distribuídas nas estações chuvosa e de estio, características do Rio de Janeiro, respectivamente, no verão e inverno. A série amostrada em Grumari acompanhou este comportamento, tendo para o ano de 2001 um verão mais seco do que para o ano de 2002. Esta distribuição é responsável pela diferenciação na intensidade das entradas de chuva, bem como na quantidade. A paisagem formada essencialmente, pelo menos na porção das encostas, de floresta alterada e plantações de banana recebem de forma diferenciada a chuva, sendo que a capacidade de interceptação

pelos bananais, surpreendentemente, registrou médias maiores (48,6%) do que as encontradas para as copas da floresta secundária local (26,2%). Esta interceptação é resultado dos valores baixos de fluxo de tronco, que muitas vezes equivalem-se aos do ambiente florestal e do fluxo de atravessamento, na maioria dos casos menores que os da floresta local. Esta situação garante aos bananais uma chegada de chuva no piso forrado de serrapilheira menor do que a registrada para a floresta local. O tamanho das folhas e sua sobreposição nas bananeiras, certamente, são as responsáveis por este comportamento.

Figura 89: Mapa dos condicionantes hidro-geomorfológicos de instabilidade de encostas sob cultivos de banana.

Figura 90: Mapa hidro-geomorfológico da situação atual dos cultivos de banana

Ao atingir a camada de serrapilheira, estes fluxos vindos do atravessamento e do tronco, deparam-se com uma biomassa morta, em média, três vezes maior nos bananais do que na floresta local, cuja capacidade de retenção hídrica máxima é equivalente à florestal (inclusive pela avaliação estatística, com $p = 0,057$, no teste não paramétrico de Mann Whitney). Neste sentido, os fluxos que atingem o solo são bastante reduzidos desde sua entrada, sobretudo nas encostas plantadas. O escoamento superficial, por sua vez, responde principalmente pelo fluxo descontínuo sobre a serrapilheira, registrando assim um percentual maior para a área de banana em comparação à floresta local, no entanto representam percentuais muito baixos em relação às chuvas que atingem a serrapilheira, respectivamente, médias de 1,3% e 0,8%. Ou seja, as encostas plantadas de banana são ambientes de plena infiltração, assim como as florestas.

Desta forma, as preocupações voltam-se às características do solo responsáveis pelo processo de infiltração, no intuito de investigar sobre a formação de zonas de descontinuidade hidráulica responsáveis por destacamentos de porções de solo, caracterizando movimentos de massa do tipo translacional (*slide*). Era esperado, que, além das diferenças nos centímetros iniciais, abaixo da zona de raízes das bananeiras, as propriedades físicas do solo sofressem uma diferenciação em relação à zona de raízes. As investigações mostraram que a porosidade total dos solos não apresentou diferenças significativas nos tratamentos analisados, com exceção do topo do solo florestado que apresenta intensa atividade da fauna decompositora. Detalhando esta análise em macro e microporosidade na transição da zona de raízes para a porção imediatamente inferior (40 e 60cm) nos bananais, não foram novamente encontradas diferenças significativas, para os valores de macroporosidade (característica mais importante na percolação dos fluxos) apesar dos valores absolutos distintos ($p = 0,2001$, para o teste de Mann Whitney). O mesmo ocorreu para a microporosidade, também com diferenças não significativas ($p = 0,2623$, no mesmo teste). Continuando a busca em torno da zona de descontinuidade hidráulica, os ensaios de permeabilidade com o permeâmetro de Gelf, também não registraram diferenças na velocidade de percolação dos fluxos nas profundidades citadas (40 e 60cm). As médias com ordem de grandeza de 10^{-4} não diferenciaram-se estatisticamente no teste de Mann Whitney ($p = 0,8472$). O bananal investigado situa-se sobre um colúvio com a presença de blocos e nesta condição o direcionamento da água em

subsuperfície ocorre pelos *pipes* no entorno dos blocos, aliviando as pressões nos poros do solo e garantindo a estabilidade da encosta. Esta condição leva a crer que os bananais situados sobre colúvios, com blocos rochosos, apresentam menores riscos de deslizamento, tornando, do ponto de vista hidrológico, esta prática agrícola relativamente segura em encostas desta natureza. Obviamente são preferenciais as encostas de menor declividade e menos úmidas. Estes resultados demonstram a situação estudada localmente, o mesmo não pode ser dito para as áreas com solo residual ou colúvio sem blocos, onde a possibilidade da acumulação de fluxos abaixo da zona de raízes não foi investigada.



Figura 91: Deslizamentos ocorridos em 2003, na porção da encosta sem depósitos de blocos rochosos.

Após o término da série amostral desta tese, o ano de 2003 iniciou-se com fortes chuvas no Rio de Janeiro, constituindo deslizamentos em várias regiões do estado, desde Angra dos Reis, um dos municípios mais assolados, à Teresópolis na região serrana. Em Grumari diversos deslizamentos ocorreram como demonstra a foto na figura 91. Todos os deslizamentos foram em encostas sem a ocorrência de blocos, principalmente acima dos afloramentos rochosos, onde o contato solo / rocha abrupto foi o plano preferencial. Esta situação nos permite inferir que as plantações de banana não são as causadoras dos deslizamentos, no entanto, não possuem capacidade de impedi-los (uma vez que nas áreas florestadas não foi constatado nenhum deslizamento), pois há de se considerar o papel

desempenhado pelas raízes florestais na função de tracionar os pacotes sedimentares sobre as encostas, inexistente nos solos plantados de banana. Desta tese não podemos concluir se os bananais provocam deslizamentos em solos sem a presença de blocos, mas podemos afirmar que em solos rasos, onde a situação de saturação é facilmente atingida em um evento extremo, certamente, os bananais são mais propícios a deslizar do que as áreas florestadas, não sendo aconselhável seu plantio nestas condições ambientais. Convém que as áreas de colúvio sem blocos, também, sejam evitadas por esta prática, pelo menos enquanto os desdobramentos desta pesquisa, ou de outras, não tenham investigado solos sem a presença de blocos.

Sobre depósitos de blocos, as plantações de banana não provocam zonas de descontinuidade hidráulica e em áreas de solo raso os deslizamentos ocorrem pela zona de impedimento hidráulico entre o solo e o substrato rochoso. Portanto, nestas situações, não são as condições hidrológicas, provocadas pelas características estruturais dos bananais, as responsáveis pelos deslizamentos, mas, sim, as condições pedo-geomorfológicas são as preponderantes na causalidade dos deslizamentos. Os bananais, em solos rasos, apenas não possuem capacidade de evitar estes deslizamentos, dada a incipiente estrutura radicular de suas plantas.

O mapa de condicionantes hidro-geomorfológicos da instabilização das encostas sob cultivos de banana (Figura 89), portanto, evidencia as áreas onde a instalação de bananais possui maior ou menor riscos de deslizamento. De acordo com a declividade e o tipo de material do solo, associado à concentração de fluxo pela morfologia das encostas, este mapa, apresenta as áreas mais propícias ao plantio de bananas em tons de verde e as áreas de maior risco, em tons de vermelho. Este mapeamento pode ser reproduzido para as demais áreas do maciço e orientar o planejamento do uso do solo nas áreas de cultivo de banana. Aplicando-o ao uso atual de Grumari, temos o mapa da figura 90, evidenciando a situação de risco dos atuais plantios da área. Neste sentido, as plantações de banana em áreas de grande declividade sobre solos sem blocos possuem maior risco de deslizamentos que, no outro extremo, as áreas florestadas sobre colúvios com blocos em baixas declividades. Segundo o gráfico da figura 92, dos cultivos de banana atuais, 56% estão em áreas de risco de deslizamentos, se contabilizarmos muito alto e alto risco. As áreas de médio risco apresentam um percentual de 20%. As áreas onde os plantios podem adquirir

mais estabilidade registram apenas 10% dos plantios atuais, sem contar com as áreas planas sobre a planície arenosa, com 14% dos plantios. Assim, aproximadamente 1/4 da área atual de cultivo de banana estão em áreas seguras, do ponto de vista da estabilidade de encostas. Enquanto mais da metade dos plantios apresenta riscos, graças às condições hidrogeomorfológicas em que se encontram.

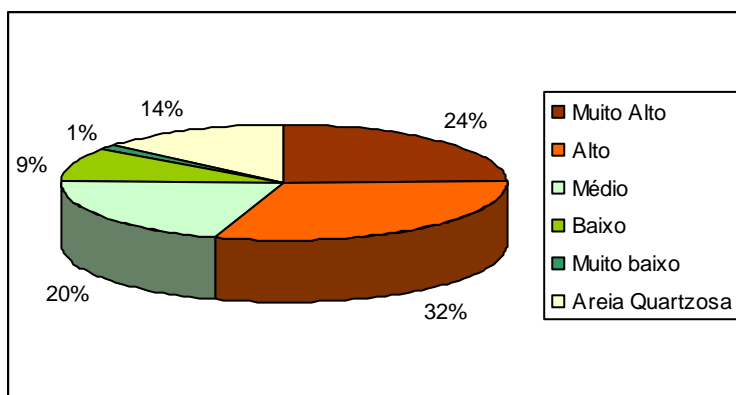


Figura 92: Percentual de áreas atuais de cultivo de banana em situação de risco

Se considerarmos o limite do Parque Estadual da Pedra Branca (acima da cota 100m), temos, para os bananais de Grumari que invadem sua área, 74% em situação de risco (Figura 93). Apenas 8% dos bananais dentro do limite do Parque estão em situação estável, pois coincidem com áreas de baixa declividade e colúvios com a presença de blocos rochosos. Em situação de médio risco restam 18% dos bananais acima da cota de 100m.

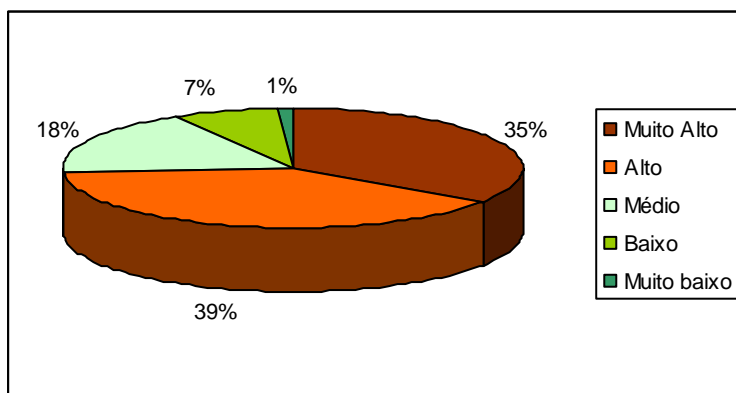


Figura 93: Percentual de cultivos de banana dentro do limite do Parque da Pedra Branca

Esta é uma situação que se repete com vários plantios da região da serra de Guaratiba, vale de Piabas, Grota Funda e para a porção oeste e noroeste do maciço. Apesar de considerarmos o limite do Parque da Pedra Branca, pouco fundamentado, por basear-se em uma cota altimétrica, sem avaliar as características particulares de seu entorno, seria interessante que estes plantios fossem remanejados para as áreas com menor risco, segundo o mapa da figura 88 e sua forma de manejo fosse intensificada em sistemas agroflorestais, mesmo que o tamanho dos bananais fosse diminuído. Neste sentido, ganha-se em produção e em área de floresta. A redução de área de plantio pode seguir preferencialmente as declividades menores sobre os colúvios com blocos e evitar áreas concentradoras de fluxo, como os eixos de drenagem. As áreas situadas em eixos de drenagem devem ser evitadas, em primeiro lugar, pela manutenção de uma vegetação nativa acompanhando a drenagem com funções de filtrar sedimentos e formar corredores ecológicos, e em seguida pelo risco de perder a produção na passagem de uma avalanche detrítica.

A intensificação do manejo pode contribuir à redução das áreas de plantio, a partir da substituição do manejo atual, onde os cuidados com o plantio restringem-se à "roçada" da vegetação regeneradora e colheita, por um sistema consorciado com outras espécies, como um sistema agroflorestal. Estas espécies consorciadas com as bananeiras podem ser produtivas ou apenas possuírem função estratégia na manutenção de água, ciclagem de nutrientes, fixação de nitrogênio, etc., ou, ainda e de preferência, que tenham ambas funções. Consorciar com outros produtos é bastante vantajoso em relação à demanda do mercado e oscilações de preço, enquanto que consorciar com espécies funcionais criam vantagens frente à manutenção do agro-ecossistema, não só em seus componentes biológicos, mas também em relação aos processos hidrológicos e erosivos e demais conexões ecológicas. Uma das funções que devem ser priorizadas está associada ao enraizamento das plantas, buscando promover melhor distribuição das raízes no horizonte do solo, a fim de atingir maior heterogeneidade no avanço da frente de molhamento, não configurando zonas de acúmulo de fluxos hidrológicos, além do melhor desempenho no tracionamento dos solos. Costa (2002) em uma das suas cinco recomendações finais indica: "a busca de atividades econômicas (agrosilviculturais), que conduzam à substituição gradual do cultivo da banana (degradante ao meio ambiente), por outros ecologicamente compatíveis e economicamente rentáveis".

Neste caso é possível conviver biodiversidade florestal com ocupação antrópica, não sendo necessário uma intervenção radical, que não permita a continuidade da população local; basta reorganizar o espaço a partir da transformação da técnica. A técnica envolvida seria a da transformação dos plantios convencionais em sistemas agroflorestais. Vale ressaltar ainda que as florestas locais merecem atenção em relação à sua conservação. Os efeitos do uso levaram, certamente, a um empobrecimento de espécies e uma proposta de enriquecimento pode ser pensada para a área.

Várias são as soluções técnicas que podem ser tomadas para a recuperação da área, tendo o uso pelos moradores locais, não como um impedimento, mas ao contrário vinculando-o economicamente neste processo. Há de se utilizar quem realmente tem poder sobre aquele espaço, ou seja, aqueles que são os donos do território, que dominam e controlam o acesso àquela porção da natureza. Nada garante que retirar a população local vai assegurar o espaço contra o acesso de outros grupos à área, a não ser o trabalho punitivo da fiscalização municipal, que, por sua vez, transforma-se em gastos. Os moradores poderiam ser aproveitados como recolonizadores da biodiversidade local, pois o espaço "vazio" preconizado pelo parque pode ser mais frágil (sem resistências) às pressões do meio urbano que se expande para lá. O território local é legítimo e reconhecido pelos "invasores", enquanto que o território instituído pelo parque, ainda não existe além das projeções. Implementá-lo é um trabalho mais árduo do que reforçar o território já existente, sobretudo em Grumari onde estamos falando de pouco mais de 130 moradores.

A conservação da área não justifica a remoção dos moradores, deve-se modificar, no entanto, as técnicas utilizadas para a transformação da paisagem, pois intervir na técnica pode transformar o resultado espacial da apropriação, construindo uma nova paisagem desejada (talvez, até recordando os tempos de Cabral). Porém, torna-se necessário que estas novas técnicas sejam viabilizadas, incorporadas e apropriadas pelos grupos sociais, pois de nada adianta para a modificação da paisagem e para o uso de recursos de maneira sustentável, se esta vinculação com os "construtores" da paisagem não ocorrer. Este vínculo deve estar associado à sustentabilidade econômica das populações e fazer parte das suas territorialidades para poderem ser reais, ou realizarem-se. Não apenas no aspecto teórico isto deve ser discutido, mas, precisamente, o desenvolvimento de práticas e metodologias de construção de identidades com o espaço e de construção ou reforço de territorialidades

deve estar inserido nas intervenções sobre o espaço, seja para a delimitação de unidades de conservação, para seus planos de manejo, ou para a recuperação de áreas degradadas, reflorestamento e manejo agroflorestal.

Enfim, nesta tese procurou-se investigar o comportamento hidrológico das plantações de banana, tão mitificadas no litoral sul-fluminense. Obviamente, existem limitações na extrapolação destes dados para outras áreas, devendo-se avaliar as características de cada sítio geomorfológico, pedológico e hidrológico onde situam-se plantações de banana. Mas, além desta análise específica, esta tese de doutorado procurou demonstrar através dos monitoramentos de campo, análises laboratoriais, entrevistas, mapeamentos, etc. que os processos existentes na realidade não estão dissociados, apesar das naturezas distintas de suas análises. Portanto, em se tratando de planejamento para conservação, os fenômenos devem ser contemplados no máximo de sua diversidade, realizando-se, de fato, uma análise integrada da paisagem.

12 - BIBLIOGRAFIA

- ADAMS,C. - 1994 - As florestas virgens manejadas, Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Antropologia, 10 (1), pp.3-20
- ADAMS,C. - 1996 - Caiçaras na Mata Atlântica: pesquisa científica versus planejamento e gestão ambiental. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Ciência Ambiental, USP.
- AMADOR, D.B. – 1999 – Recuperação de um fragmento florestal com sistemas agro-florestais. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais ESALQ-USP.
- ANDERSON,J.L. e BOUMA,J. - 1973 - Relationships between saturated hydraulic conductivity and morphometric data of an argilic horizon. Soil Science Society American Proceedings, vol. 37, pp. 408-413.
- ARYA,L.M., DIEROLF,T.S., SOFYAN,A., WIDJAJA-ADHI,I.P.G. e van GENUCHTEN,M.Th. - 1998 - Field measurement of the saturated hydraulic conductivity of a macroporous soil with unstable subsoil structure. Soil Science, vol.163 n11 pp.841-852
- ASDAK,C., JARVIS,P.G., VAN GARDINGEN,P. e FRASER,A.- 1998 - Rainfall interception loss in unlogged and logged forest areas of Central Kalimantan, Indonesia. Journal of Hydrology. Volume 206, Issues 3-4, pp. 237-244
- ATKINSON,T.C. - 1978 - Techniques for measuring subsurface flow on hillslopes. *In*: KIRKBY,M.J. - Hillslope Hydrology, Ed. John Wiley and Sons, pp.73-120.
- AUZET, A. V. - 1995 - Concentrated Flow Erosion in Cultivated Catchments: Influence of soil Surface State. Earth Surface Process and Landforms, Vol.20, 759 - 767.
- BECKER, B.K.- 1995 - A geopolítica na virada do milênio: logística e desenvolvimento sustentável. *In*: CASTRO,I.; GOMES, P.C. e CORRÊA,R.L. (orgs) Geografia: conceitos e temas. Ed. Bertrand Brasil. pp. 165-205.
- BECKER, B.K.- 2001a- A (des)ordem global, o desenvolvimento sustentável e a Amazônia. *In*: BECKER,B.K., CRISTOFOLETTI,A., DAVIDOVICH,F.R. e GEIGER,P.P. - Geografia e meio ambiente no Brasil. Ed. Hucitec, pp.46-64.
- BECKER, B.K.- 2001b - Amazônia: construindo o conceito e a conservação da biodiversidade na prática. *In*: GARAY,I. e DIAS,B.F.S. (orgs) - Conservação da

biodiversidade em ecossistemas tropicais: avanços conceituais e revisão de novas metodologias de avaliação e monitoramento. Ed. Vozes, Petrópolis, pp.92-101

BELTRAME,L.F.S., GONDIM,L.A.P. e TAYLOR,J.C. - 1981 - Estrutura e compactação na permeabilidade de solos do Rio Grande do Sul. Rev. Brasileira de Ciências do Solo, 5: pp 145-149

BERQUE,A. - 1998 - Paisagem - marca, paisagem - matriz: elementos da problemática para uma Geografia Cultural. *In*:CORRÊA,R.L. e ROSENDAHL,Z. (orgs) - Paisagem, Tempo e Cultura. Ed.UERJ, pp. 84-91.

BERTOL, I. - 1994 - Erosão hídrica em cambissolo húmico distrófico sob diferentes preparos do solo e rotação de culturas. Revista Brasileira de Ciências do Solo, Campinas, vol.18, p.267-271

BLACKWELL.P.S. - 2000 - Management of water repellency in Australia, and risks associated with preferential flow, pesticide concentration and leaching. Journal of Hydrology, 231, 232, pp. 384-395.

BOBEK, H. e SMITHÜSEN,J. - 1998 - A paisagem e o sistema lógico da Geografia. *In*:CORRÊA,R.L. e ROSENDAHL,Z. (orgs) - Paisagem, Tempo e Cultura. Ed.UERJ, pp. 75-83.

BONELL e GILMOUR - 1978 - The development of overland flow in a tropical rainforest catchment. Journal of Hydrology, 39, pp.365-382

BOTELHO,R.G.M. - 1999 - Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. *In*: GUERRA,A.J.T., SILVA,A.S. e BOTELHO, R.G.M. (orgs.) - Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. Ed. Bertrand Brasil, pp.17-56.

BOUMA,J., JONGERIUS,A., BOERSMA,O., JAGER,A. e SCHOONDERBEER,D. - 1997 - The function of different types of macropores during saturated flow through four swelling soil horizons. Soil Science Society American Journal, vol. 41, pp. 945-950

BRANDÃO,A.M.P.M. - 2001 - Clima Urbano e Enchentes na cidade do Rio de Janeiro. *In*: GUERRA, A.J.T. e CUNHA, S.B.(Orgs) - Impactos Ambientais Urbanos no Brasil, Rio de Janeiro, Ed. Bertrand Brasil, 416p.

BUNTING,B.T. e LUNDBERG,J. - 1987 - The humus profile - concept, class and reality. Geoderma, 40, pp. 17-36.

- CABALLERO, Y.; JOMELLI,V.; CHEVALLIERAND,P. e RIBSTEI,P. - 2002 - Hydrological characteristics of slope deposits in high tropical mountains (Cordillera Real, Bolivia). *Catena*, volume 47 / Issue 2, pp.101-116
- CALDER, I. R - 1999 - Dependence of rainfall interception on drop size – a reply to the comment by Uijlenhoet and Stricker. *Journal of Hydrology* Volume 217, Issues 1-2, pp. 164-165
- CÂNDIDO. A. - 1971 - Os parceiros do rio Bonito, estudo sobre o caipira paulista e a transformação dos seus meios de vida. Livraria Duas Cidades, 2ª edição, 284p.
- CAPEL,H. - 1981 - Filosofia y ciencia en la Geografia contemporânea:una introducción a la Geografia. Ed. Bascanova, Barcelona, 509p.
- CARBON, B.A., BARTLE,G.A., MURRAY,A.M. e MACPHERSON, D.K. - 1980 The distribution of root length, and the limits to flow of soil water to roots in a dry sclerophyll forest. *Forest Science*, vol.26, n. 4, pp. 656-664.
- CASTRO JUNIOR, E - 2002 - Valor indicador da fauna de macroartrópodes edáficos em fragmentos primários e secundários do ecossistema de Floresta Atlântica de Tabuleiros - ES. Tese de doutorado - Programa de Pós-graduação em Geografia/UFRJ
- CASTRO JUNIOR, E. - 1991 - O papel da fauna endopedônica na estruturação física do solo e seu significado para a hidrologia de superfície. Tese de Mestrado, IGEO/UFRJ, 150p.
- CASTRO,S.S. - 1999 - Micromorfologia de solos aplicada ao diagnóstico de erosão. *In: GUERRA,A.J.T., SILVA,A.S. e BOTELHO, R.G.M. (orgs.) - Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações.* Ed. Bertrand Brasil, pp.127-163.
- CHORLEY,R.J., 1962 - Geomorphology and the general systems theory. U.S. Geology Survey Prof. Paper, 500-b: 10p.
- CLARK,D.B. - 1996 - Abolishing virginity. *Journal of Tropical Ecology*, 12, pp.735-739.
- CLAVAL,P. - 1999 - A Geografia Cultural, Ed.da UFSC, Florianópolis, 453p.
- COELHO NETTO, A. L. 1985. Surface Hydrology and Soil Erosion in a Tropical Mountainous Rainforest Drainage Basin, Rio de Janeiro. Tese de Doutorado, Katholoeke Universiteit Leuven, Belgium 181p.

- COELHO NETTO, A.L. - 1987 - Overlandflow production in a tropical rainforest catchment: the role of litter cover. *Catena*, vol.14(3), pp. 213-231.
- COELHO NETTO, A.L., 1992 - O Geocossistema da Floresta da Tijuca. In: *Natureza e Sociedade no Rio de Janeiro*. Organizado por ABREU,M.A., Coleção biblioteca Carioca, vol. 21 pp.104-142.
- COELHO NETTO, A.L. -2001 - Hidrologia de Encostas na Interface com a Geomorfologia. *In: Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos*, organizado por GUERRA, A.J.T. e CUNHA,S.B.; Ed. Bertrand Brasil, 4ª Edição, pp. 93-148.
- COLLINS, J.F. e COYLE, E. - 1980 - Long-term changes in soil macro and micromorphological properties under the influence of peat debris. *Journal of Soil Science*, 31, pp. 547-558.
- COPPUS,R., IMESON,A.C. e SEVINKJ. - 2003 - Identification, distribution and characteristics of erosion sensitive areas in three different Central Andean ecosystems *CATENA* Volume 51, pp. 315-328
- CORLETT,R.T. - 1994 - What is secondary forests? *Journal of Tropical Ecology*, 10, pp.445-447.
- CORRÊA,R.L. - 1995 - Espaço, um conceito-chave da Geografia. *In: CASTRO,I.; GOMES, P.C. e CORRÊA,R.L. (orgs) Geografia: conceitos e temas*. Ed. Bertrand Brasil. pp. 15-47.
- CORRÊA,R.L. - 1996 - Territorialidade e corporação: um exemplo. *In: SANTOS,M., Território, Globalização e Fragmentação*. Ed. Hucitec, ANPUR, SãoPaulo, pp. 251-256.
- COSGROVE, D. - 1998 - A Geografia está em toda parte: cultura e simbolismo nas paisagens humanas.*In:CORRÊA,R.L. e ROSENDAHL,Z. (orgs) - Paisagem, Tempo e Cultura*. Ed.UERJ, pp. 92-123.
- COSTA,N.M.C. - 2002 - Análise do Parque Estadual da Pedra Branca (RJ) por geoprocessamento: uma contribuição ao seu plano de manejo. Tese de Doutorado, Programa de Pós -graduação em Geografia - UFRJ, 856p.
- COSTA,N.M.C., COSTA,V.C., LIMA,I.C. e OTAVIANO,C.A. - 2001 - Potencial de erodibilidade das bacias hidrográficas do maciço da Pedra Branca - RJ. *In: MARAFON, G.J. e RIBEIRO,M.F. (Org.) Estudos de Geografia Fluminense*. Livraria e Editora Infobook Ltda. 2001. 209p. p.193-209.

- COUTINHO,B.H. - 2001 - Domínios geohidroecológicos e padrões de fragmentação da Mata Atlântica, bacia do rio Macacu - RJ. Tese de Mestrado, Departamento de Geografia - PPGG/UFRJ, 156p.
- CUNHA,S.B., 2001 - Geomorfologia Fluvial *In: Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos*, organizado por GUERRA, A.J.T. e CUNHA,S.B.; Ed. Bertrand Brasil, 4ª Edição, pp. 157-191.
- DEAN, W. – 1996 – A Ferro e Fogo: A história da devastação da Mata Atlântica Brasileira. Companhia das Letras, São Paulo.426p.
- DIAB,M., MEROT, PH. e CURMI,P. - 1988 - Water movement in a Glossaqualf as measured by two tracers. *Geoderma*, 43, p.143-161.
- DIEGUES,A.C.S. - 1996 - O mito moderno da natureza intocada. Ed. HUCITEC, São Paulo, 169p.
- DIEGUES,A.C.S. - 2000 - Etnoconservação da natureza: enfoques alternativos. *In: DIEGUES,A.C.S. (org.) - Etnoconservação: novos rumos para a proteção da natureza*. Ed. HUCITEC, São Paulo, pp. 1-46.
- DIJK A.I.J.M. van e BRUIJNZEEL L.A - 2001 a - Modelling rainfall interception by vegetation of variable density using an adapted analytical model. Part 1. Model description. *Journal of Hydrology*. Volume 247, Issues 3-4, pp. 230-238
- DIJK A.I.J.M. van e BRUIJNZEEL L.A - 2001 b - Modelling rainfall interception by vegetation of variable density using an adapted analytical model. Part 2: Model validation for a tropical upland mixed cropping system. *Journal of Hydrology*. Volume 247, Issues 3-4, pp. 239-262
- DROOGERS,P., STEIN,A., BOUMA,J. e DE BOER,G. - 1998 - Parameters for describing soil macroporosity dedrived from staining patterns. *Geoderma*, 83 pp.293-308.
- DUNNE, T - 1970 - Runoff production in a humid area. United Stated Department of Agriculture Report, ARS 41. 160p.
- DUNNE, T. e LEOPOLD,L. –1978 –Water in Environmental Planning – Ed. John Wiley & Sons Ltd.
- DYKES, A.P.- 1997 - Rainfall interception from a lowland tropical rainforest in Brunei. *Journal of Hydrology*,Volume 200, Issues 1-4, pp. 260-279.

- EDWARDS,W.M., NORTON,L.D. e REDMOND,C.E. - 1988 - Characterizing macropores that affect infiltration into nontilled soil. Soil Science Society American Journal, vol. 52, pp. 483-487
- EKWUE,E.I. – 1990 –Effect of organic matter on splash detachment and the processes involved. Earth Surface Processes and Landforms, vol 15, pp. 175-181
- EMBRAPA - 1996 - Manual de métodos de análise de solo. SNLSC. Rio de Janeiro.212p.
- FORMAN,R.T.T. & GORDON,M. – 1986 – Landscape Ecology. John Willey & Sons, Nova York.
- FORMAN,R.T.T – 1995 – Land Mosaics: Ecology of Landscapes and Regions – Cambridge University Press – Text Book 632p.
- FREIRE ALLEMÃO, A.V. - 1997 - Sistemas radiculares de floresta tropical montanhosa e hidrologia subsuperficial: estação experimental do Alto do rio da Cachoeira, Parque Nacional da Tijuca/RJ. Dissertação de Mestrado, Departamento de Geografia - PPGG/UFRJ, 110p.
- FREITAS, L.E. - 2000 - Transformações geocológicas, hidrológicas e erosivas em ecossistemas florestais de encostas: o papel da recorrência de incêndios. Dissertação de Mestrado, Departamento de Geografia - PPGG/UFRJ, 137p.
- FREITAS, M.M. - 1998 - Comportamento hidrológico e erosivo de bacia montanhosa sob uso agrícola: estação experimental do rio Boa Vista, Nova Friburgo, RJ. Dissertação de Mestrado, Depto de Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 100p
- FUJIEDA, M., KUDOH,T., CICCÒ, V. & CALVARCHO,J.L. - 1997 - Hydrological processes at two subtropical forest catchments: the Serra do Mar, São Paulo, Brasil. Journal of Hydrology, 196, p.26-46.
- GASCON,C. LAURENCE,W.F. e LOVEJOY,T.E. - 2001 - Fragmentação Florestal e biodiversidade na Amazônia central. *In: GARAY,I. e DIAS,B.F.S. (orgs) - Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais: avanços conceituais e revisão de novas metodologias de avaliação e monitoramento. Ed. Vozes, Petrópolis, pp.112-127*
- GLADE,T. - 2003 - Landslide occurrence as a response to land use change: a review of evidence from New Zealand, CATENA Volume 51, pp. 297-314
- GOMES,F.P. - 2000 - Estatística experimental. Ed. USP - ESALQ, 14^a edição, 477p.

- GONÇALVES,C.W.P. - 2001 - Os (des)caminhos do meio ambiente. Ed. Contexto, 148p.
- GONÇALVES,C.W.P. - 2002 - Formação sócio-espacial e questão ambiental no Brasil. *In:* BECKER,B.K., CRISTOFOLETTI,A., DAVIDOVICH,F.R. e GEIGER,P.P. - Geografia e meio ambiente no Brasil. Ed. Hucitec, pp.309-333.
- GREGORY, K, J & WALLING,D, E, - 1973 - Drainage basin form and process. Ed. A Halsted Press book, NY.458p.
- GUERRA,A.J.T. - 1990 - O papel da matéria orgânica e dos agregados na erodibilidade dos solos. Anuário do Instituto de Geociências da UFRJ, 13, pp.43-52
- GUERRA,A.J.T. - 1991 - Soil characteristics and soil erosion, with particular reference to organic matter content. Tese de doutorado, Universidade de Londres, 441p.
- GUERRA,A.J.T. - 1994 - The effect of organic matter content on soil erosion in simulated rainfall experiments. *In:* SUSSEX,W. U.K. Soil and Management, Harpenden, Inglaterra, 10, pp.60-64.
- GUERRA,A.J.T. - 1999 - O início do processo erosivo. *In:* GUERRA,A.J.T., SILVA,A.S. e BOTELHO, R.G.M. (orgs.) - Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. Ed. Bertrand Brasil, pp.17-56
- GUERRA,A.J.T. - 2001 - Processos erosivos nas encostas. *In:* Geomorfologia, uma atualização de bases e conceitos. GUERRA,A.J.T. e CUNHA, S.B. Ed. Bertrand Brasil, 4ª Edição, pp.149-210.
- GUGGENBERGER,G. e ZECH,W. - 1999 - Soil organic matter composition under primary forest, pasture, and secondary forest succession, Región Huetar Norte, Costa Rica. *Forest Ecology and Management*, 124, pp.93-104.
- HAESBAERT,R. - 1995 - Desterritorialização: entre as redes e os aglomerados de exclusão. *In:* CASTRO,I.; GOMES, P.C. e CORRÊA,R.L. (orgs) Geografia: conceitos e temas. Ed. Bertrand Brasil. pp. 165-205.
- HAESBAERT,R. - 2002a - Territórios Alternativos. Ed. Contexto/UFF. 186p.
- HAESBAERT,R. - 2002b - Concepções de território para entender a desterritorialização *In:* Território, territórios / Programa de Pós Graduação em Geografia - Universidade Federal Fluminense - PPGeo-UFF/AGB. Edição própria, pp. 17-38.
- HARRIS, D. - 1997 - The Partitioning of rainfall by a banana canopy in St Lucia, Windward Islands - *Tropical Agriculture (Trinidad)*, Vol 74, n.3

- HASHINO, M., YAO, H. e YOSHIDA, H. - 2002 - Studies and evaluations on interception processes during rainfall based on a tank model. *Journal of Hydrology*. Volume 255, Issues 1-4, pp.1-11
- HEILBRON, M.; VALERIANO, C.M.; ALMEIDA, J.C.H.; TUPINAMBÁ, M. - 1991 - A megassinforma do rio Paraíba do Sul e sua implicação na compartimentação tectônica do setor central da faixa Ribeira. *Atas do I Simpósio de Geologia do Sudeste, São Paulo, SBG*. Vol. 2, p. 519-527.
- HORTON, R.E., 1945 - Erosional development of streams and their drainage basins, hydrophysical approach to quantitative morphology. *Geological Society American Bulletin* vol. 56 pp. 275-316.
- HUBER, A. e IROUMÉ, A. - 2001 - Variability of annual rainfall partitioning for different sites and forest covers in Chile. *Journal of Hydrology*. Volume 248, Issues 1-4, pp. 78-92
- HUGGET, R.J. - 1995 - *Geoecology: na evaluation approach*. Ed. London, 320p.
- JACKSON, N. A. - 2000 - Measured and modelled rainfall interception loss from an agroforestry system in Kenya. *Agricultural and Forest Meteorology*. Volume 100, Issue 4, pp. 323-336
- JETTEN, V.G. - 1996 - Interception of tropical rain forest: performance of a canopy water balance model. *Hydrol. Proc.* 10, pp. 671-685
- KAPOS, V.; WANDELLI, E.; CAMARGO, J.L. & GANADE, G. - 1997 - Edge related changes in environment plant responses due to forest fragmentation in central Amazon. *In: LAURENCE, W.; BIERREGARD, R.O. & MORITZ, C. - Tropical forest remnants - ecology, management and conservation of fragmented communities*. The University of Chicago Press, p.33-44
- KINDEL, A. - 2001 - A fragmentação real: heterogeneidade e remanescentes florestais e valor indicador das formas de humus. Tese de Doutorado, Programa de Pós - graduação em Geografia - UFRJ.
- KINDEL, A. e GARAY, I. - 2002 - Humus form in ecosystems of the Atlantic Forest, Brazil. *Geoderma*, 116 pp.571-588
- KITAMURA, P.C. - 2001 - Biodiversidade na Amazônia: por uma abordagem regional das unidades de conservação. *In: GARAY, I. e DIAS, B.F.S. (orgs) - Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais: avanços conceituais e revisão de novas metodologias de avaliação e monitoramento*. Ed. Vozes, Petrópolis, pp.92-101

- KRETININ,V.M. - 1993 - Change in soil properties in the tree trunk zone of forest windbreak belts. *Eurasian Soil Science*, 25 (9), pp.88-96
- KRIBAA,M., HALLAIRE,V. CURMI,P. e LAHMAR,R. - 2001 - Effect of various cultivation methods on the structure and hydraulic properties of a soil in a semi-arid climate. *Soil & Tillage Research*, 60, pp.43-53.
- LARSEN,M.C.; TORES-SANCHEZ,A.J. e CONCEPCIÓN,I.M. - 1999 - Slopewash, surface runoff and fine-litter transport in forest and landslide scars in humid-tropical steeplands, Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico. *Earth Surface Processes and Landforms*, 24, pp. 481-502
- LAURENCE,W.; BIERREGARD,R.O. & GASCON,C. – 1997 – Tropical forest fragmentation: synthesis of a diverse and dynamic discipline. *In*: LAURENCE,W.; BIERREGARD,R.O. & MORITZ,C. – Tropical forest remnants – ecology, management and conservation of fragmented communities. The University of Chicago Press, p.33-44
- LÉONARD, J. E RAJOT, J.L. - 2001 - Influence of termites on runoff and infiltration: quantification and analysis *Geoderma*. Volume 104, Issues 1-2, pp. 17-40.
- LLORENS,P., POCH,R., LATRON,J e GALLART, F. - 1997 - Rainfall interception by a *Pinus sylvestris* forest patch overgrown in a Mediterranean mountainous abandoned area I: Monitoring design and results down to the event scale. *Journal of Hydrology*. Volume 199, Issues 3-4, pp. 331-345.
- LOUGHRAN R.J., ELLIOTT G. L., CAMPBELL,B.L., CURTIS,S.J., CUMMINGS,D. e SHELLY,D.J. - 1993 -Estimation of erosion using the radionuclide caesium-137 in three diverse areas in eastern Australia. *Applied Geography*, vol.13, Issue 2, pp.169-188.
- LUGO,A.E. – 1988 – The future of the forests – ecosystem rehabilitation in the tropics. *Environment* 30, p.16-20, 41-45.
- MARTINEZ-MENA,M., WILLIAMS A.G., TERNAN,J.L. e FITZJOHN,C. - 1998 - Role of antecedent soil water content on aggregates stability in a semi-arid environment. *Soil & Tillage Research*, 48 pp. 71-80.
- MARTINS, P.F.S. e COELHO,M.A. - 1980 - Efeito do manejo da vegetação sobre retenção e movimento da água do solo. *Rev. Brasileira de Ciências do Solo*, 4: pp 67-71

- MEIS, M.R. M.; MOURA, J.R. e SILVA, T.O. - 1981 - Os "complexos de rampa" e a evolução das encostas no planalto sudeste do Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* - 53 (3)
- MERICO, L.F.K. - 2001 - Políticas públicas para a sustentabilidade. *In: VIANA, G., SILVA, M. E DINIZ, N. (orgs) - O desafio da sustentabilidade, um debate sócio-ambiental no Brasil. Ed. Fundação Perseu Abramo, São Paulo, pp.251-262.*
- MIRANDA, J.C. - 1992 - Intercepção das Chuvas pela Vegetação Florestal e Serrapilheira nas encostas do Maciço de Tijuca: Parque Nacional de Tijuca, RJ. Tese de Mestrado. IGEO/ UFRJ, 100p.
- MOTTA, A.F. - 2003 - Efeitos da legislação na manutenção de um trecho da Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro - Dissertação de Mestrado, Universidade Federal rural do rio de Janeiro, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais e Florestais, 73p.
- MOURA, J.R.S. e SILVA, T.M. - 1998 - Complexo de Rampas de Colúvio, *In: GUERRA, A.J.T. E CUNHA, S.B., - Geomorfologia do Brasil, Ed. Bertrand Brasil. cap. 4, pp.143-180.*
- OLIVEIRA, R. R. e COELHO NETTO, A. L. 2001. Captura de nutrientes atmosféricos pela vegetação na Ilha Grande, RJ.. *Revista Pesquisas Botânica*. 51 pp. 31 - 49
- OLIVEIRA, R.R - 2002 - Parque Municipal de Rio das Ostras: estrutura da floresta e proposta de manejo. *In: SIQUEIRA, J.C (org.) - Educação Ambiental; resgate de valores ético-ambientais do município de Rio das Ostras, RJ. Edições Loyola, Petrobrás e Puc-Rio, cap. 6, pp.43-54.*
- OLIVEIRA, R.R. - 1999 - O rastro do homem na floresta: sustentabilidade e funcionalidade da Mata Atlântica sob manejo caçara. Tese de Doutorado, Programa de Pós - graduação em Geografia - UFRJ, 150p.
- OLIVEIRA, R.R. - inédito - Funcionalidade Ecológica da Mata Atlântica no Maciço da Pedra Branca, RJ
- OLIVEIRA, R.R. e ZAÚ, AS - 1995 - Método alternativo de subida em árvore. *Bromélia* (2) 1, pp.6-11
- OLIVEIRA, R.R.; AVELAR, A.S.; OLIVEIRA, C.A.L.; ROCHA LEÃO, O.M.; FREITAS, M.M & CELHO NETTO, A.L. - 1996 - Degradação da Floresta e desabamentos ocorridos em fevereiro de 1996 no Maciço da Tijuca, RJ. *In: Anais do XLVII Congresso Nacional de Botânica, Nova Friburgo, RJ. p.353*

- OLIVEIRA,R.R.; LIMA,D.F.;DELAMONICA,P.; SILVA,R.F. e TOFFOLI,D.D.G. - 1995
- Roça caçara: um sistema "primitivo" auto-sustentável. *Ciência Hoje*, 18 (104), pp.
45-51.
- OLIVEIRA,R.R.; ZAÚ,AS.; LIMA,D.F.; SILVA,M.B.R. & VIANNA,M.C. - 1991 -
Dinâmica ecológica de encostas do maciço da Tijuca, RJ. Feema, Publ. Interna, 59p.
- OLIVEIRA,R.R.; ZAÚ,AS.; LIMA,D.F.; SILVA,M.B.R., VIANNA,M.C., SODRÉ,D.O e
SAMPAIO, P.D. - 1995 - Significado ecológico da orientação de encostas no
maciço da Tijuca, Rio de Janeiro. *In: ESTEVES,F.A - Oecologia Brasiliensis*, vol 1:
Estrutura, funcionamento e manejo de ecossistemas brasileiros, pp.523-541.
- PAGLIALI,M., LA MARCA,M. e LUCAMANTE,G. - 1987 - Changes in soil porosity in
remolded soils treated with poultry manure. *Soil Science*, vol. 144, n.2, pp.128-140.
- PEARCE,A.J., STEWART,M.K. & SKLASH,M.G. - 1986 - Storm runoff generation in
humid headwater catchments 1: Where does the water come from?. *Water
Resources Research*, vol.22, n.8, p 1263-1272.
- POESEN,J.W.A. - 1985 - An improved splash transport model. *Z. Geomorphology N.F.*,
vol 29/2 pp.193-211.
- POSEY, D.A. - 1986 - Manejo da floresta secundária, capoeiras, campos e cerrados
(Kayapó). *Suma Etnológica Brasileira*, vol 1 Etnobiologia, p.173-188, Petrópolis,
RJ, Ed. Vozes/FINEP.
- POST,D.A. e JONES,J.A. - 2001 - Hydrologic regimes of forested, mountainous,
headwater basins in New Hampshire, North Carolina, Oregon, and Puerto Rico.
Advances in Water Resources. Volume 24, Issues 9-10, pp. 1195-1210.
- PRIMAVESI, A- 1984- Manejo Ecológico do Solo. Ed. Nobel, São Paulo 541p.
- PUTUHENA, W. M. e CORDERY, I - 2000 - Some hydrological effects of changing forest
cover from eucalypts to *Pinus radiata*. *Agricultural and Forest Meteorology*. Vol.
100, n 24,pp. 59-72.
- REID,I.; PARKINSON,R.; TWONLOW,S. & CLARK,A. -1990- The impact of
agricultural landuse changes on soil conditions and drainage. *Vegetation and
Erosion*, Ed. John Wiley & Sons Ltd.
- RIBEIRO,M.A. e MATTOS,R.B. - 2002 -Territórios da prostituição ded rua na área central
do Rio de Janeiro. *In: RIBEIRO,M.A. - Território e prostituição na metrópole
carioca*. Ed. Ecomuseu fluminense, pp. 88-112.

- ROCHA LEÃO, O.M.; BALESSENT, F.C.; CRUZ, E.S. & COELHO NETTO, A.L. - 1995 - Revegetação induzida no controle da hidrologia e erosão de solos. Anais do VI de Geogr. Fis. e Aplic., Goiânia, p.225 - 232.
- RONCAYOLO, M. - 1986 - Território. Enciclopédia EINAUDI, n 8, Imprensa Nacional-Casa da Moeda, Lisboa, pp.262-289.
- ROOSE, E e NDAYIZIGIYE, F - 1997 - Agroforestry, water and soil fertility management to fight erosion in tropical mountains of Rwanda. Soil Technology, vol. 11, Issue 1, pp.109-119
- ROSAS, R.O. - 1991 - Formação de solos em ambiente florestado, Maciço da Tijuca, RJ. Tese de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Geografia, UFRJ, 103p.
- RUIZ, J.M.G., LASANTA, T., ORTIGOSA, L. FLANO, P.R., MARTI, C., GONZALES, C. 1995 Sediment yield under different land uses in the Spanish Pyrenees. Mountain Resesarch and Development, Vol 15, No.3, pp.229 - 240.
- SAINJU, U.M. e GOOD, R.E. - 1993 - Vertical root distribution in relation to soil properties in New Jersey pinelands forests. Plant and Soil, 150, pp.87-97
- SANTOS, M. - 1985 - Espaço e Método. Ed. Nobel.
- SANTOS, M. - 1996 - Metamorfose do Espaço Habitado, Ed. Hucitec, São Paulo, 124p.
- SANTOS, M. - 1998 - Nação, Estado e Território. In: MENDONÇA, S. e MOTTA, M. (orgs) - Nação e Poder: as dimensões da história. Ed. UFF, Niterói, pp.23-29.
- SAUER, C.O. - 1998 - A morfologia da paisagem. In: CORRÊA, R.L. e ROSENDAHL, Z. (orgs) - Paisagem, Tempo e Cultura. Ed. UERJ, pp. 12-74.
- SAUNDERS, D.A.; HOBBS, R.J. & MARGULES, C.R. - 1991 - Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. Conservation Biology, n5, 1, p.18-28.
- SCATENA, F.N. - 1990 - Watershed scale rainfall interception on two forested watersheds in the Luquillo Mountains of Puerto Rico. Journal of Hydrology, 113, pp. 89-102.
- SHELLEKENS, J - 2000 - The interception and runoff generating processes in the Bisley catchment, Luquillo experimental forests, Porto Rico. Physics and Chemistry of the Earth, B: Hydrolgy, Oceans and Atmosphere, vol.25, n. 7-8, pp. 659-664.
- SCHIERHOLZ, T. - 1991 - Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais. Ver. Ciência Hoje, vol12 n71, p.22-29.

- SEARS,F.W. e ZEMANSKY,F - 2003 - Física II. Ed. Young, 10^a edição.444p.
- SHIPITALO,M.J., DICK,W.A. e EDWARDS,W.M. - 2000 - Conservation tillage and macropore factors that affect water movement and the fate of chemicals. *Soil & Tillage Research*, 53, pp.167-183
- SILLITOE, P. 1995. Fallows and fertility under subsistence cultivation in the Papua New Guinea Highlands: I Fallow Successions. *Singapore Journal of Tropical Geography*, Vol. 16,(1): 82-100.
- SILVA,J.C. - 2002 - O conceito de território na Geografia e a territorialidade da prostituição. *In: RIBEIRO,M.A. - Território e prostituição na metrópole carioca. Ed. Ecomuseu fluminense, pp. 16-56.*
- SILVA,M. - 2001 - Histórias da floresta, da vida e do mundo. *In: VIANA,G., SILVA,M. E DINIZ,N. (orgs) - O desafio da sustentabilidade, um debate sócio-ambiental no Brasil. Ed. Fundação Perseu Abramo, São Paulo, pp.199-212.*
- SKLASH,M.G., STEWART,M.K. & PEARCE,A.J.- 1986 - Storm runoff generation in humid headwater catchments 2: A case study of hillslope and low-order stream response. *Water Resources Research*, vol.22, n.8, p 1273-1282.
- SNUC - 2000 -Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Lei n.9.985, de 18 de julho de 2000, Brasília, Ministério do Meio Ambiente / Secretaria de biodiversidade e Florestas, 32p.
- SOS MATA ATLÂNTICA e INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – 1993 – Evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados do domínio da Mata Atlântica no período 1985-1990, Relatório 46p.
- SOUZA, M.J.L. - 1995 - O território: sobre espaço e poder, autonomia e desenvolvimento. *In: CASTRO,I.; GOMES, P.C. e CORRÊA,R.L. (orgs) Geografia: conceitos e temas. Ed. Bertrand Brasil, pp. 77-116.*
- TABANEZ,A.A.J. – 1995 - Ecologia e Manejo de ecounidades em um fragmento florestal na região de Piracicaba, São Paulo. Tese de Mestrado – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, 85p.
- TSUJI, G.Y., WATANABE, R.T., SAKAI, S. - 1975 - Influence of soil microstructure on water characteristics of selected hawaiian soils. *Soil Science Society American Proceedings*, vol. 39, pp. 28-33.
- TUAN,Y - 1980 - Topofilia, Ed. Difel,226p.

- TURNER, M.G. - 1989 - Landscape Ecology: the effect of pattern on process. *Annu. Ver. Ecol. Syst*, 20, pp.171-191.
- UIJLENHOET, R. e. STRICKER, J. N. M. - 1999 - Dependence of rainfall interception on drop size – a comment. *Journal of Hydrology*. Volume 217, Issues 1-2, pp.157-163
- VALLEJO, L.R. e VALLEJO, M.S. - 1982 - Aspectos da dinâmica hidrológica em áreas florestadas e suas relações com os processos erosivos - primeiros resultados. Atas do IV Simpósio do Quaternário no Brasil, pp.365-380.
- VELLOSO, H.P., RANGEL FILHO, A.L.R. & LIMA, J.C.A. - 1991 - Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Ed. IBGE. 123 p.
- VIANA, V – 1990 – Biologia e manejo de fragmentos florestais. Anais do VI Congresso Florestal Brasileiro, Sociedade Brasileira de Silvicultura, Campos de Jordão, p113-118.
- VIANA, V. – 1995 – Conservação da Biodiversidade de Fragmentos de Florestas Tropicais em Paisagens Intensamente Cultivadas – Anais da Conferência Internacional sobre Abordagens Interdisciplinares para a Conservação da Biodiversidade e Dinâmica do Uso da Terra no Novo Mundo, Belo Horizonte, MG, pp.135-154.
- VIANA, V., TABANEZ, A & MATINEZ, J. – 1992 – Restauração e manejo de fragmentos florestais. Anais do II Congresso Nacional de Essências Nativas. pp. 400 – 406.
- VIANA, V e TABANEZ, A. – 1996 – Biology and conservation of forest fragments in the Brazilian Atlantic moist forest. *In: SCHELLAS, J. & GREENBERG, R. – 1996 – Forest Patches in Tropical Landscapes*. Island Press, p.151-167.
- VIANA, V., TABANEZ, A. & BATISTA, J.L. – 1997 – Dynamics and restoration of forest fragments in the Brazilian Moist Forest, *In: LAURENCE, W.; BIERREGARD, R.O. & MORITZ, C. – Tropical forest remnants – ecology, management and conservation of fragmented communities*. The University of Chicago Press, p.33-44
- VIEIRA, B.C. - 2001 - Caracterização *in situ* da condutividade hidráulica dos solos e sua influência no condicionamento dos deslizamentos da bacia do rio Papagaio, maciço da Tijuca, RJ. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós -graduação em Geografia - UFRJ, 129p.
- WAINARIGHT, J. - 1996 - Infiltration, runoff and erosion characteristics of agricultural land in extreme storm events, SE France. *Catena* 26, pp.27-47.

- WHIPKEY,R.Z. e KIRKBY,M.J. - 1978 - Flow within the soil. *In*: KIRKBY,M.J. - Hillslope Hydrology, Ed. John Wiley and Sons, pp.121-144.
- WORSTER, D - 1991 - Para fazer história ambiental. Rev. Estudos Históricos: História e Natureza. Vol.4, n.8, pp.198-215.
- YOUNG,A. & MITCHELL,N. – 1994 – Microclimate and vegetation edge effects in a fragmented podocarp-broadleaf forest in New Zealand. *Biological Conservation*, Barking, 67 pp.63-72.
- ZAÚ,A.S. - 1995 - Cobertura vegetal: transformações e resultantes microclimáticas e hidrológicas superficiais na vertente norte do morro do Sumaré, Parque Nacional da Tijuca,RJ. Tese de Mestrado, Programa de Pós -graduação em Geografia - UFRJ, 179p.
- ZIMMERMANN, L. FRÜHAUFA, C. e. BERNHOFERA, Ch - 1999 - .The Role of Interception in the Water Budget of Spruce Stands in the Eastern Ore Mountains/Germany *Physics and Chemistry of the Earth, Part B: Hydrology, Oceans and Atmosphere*. Volume 24, Issue 7, 1999, pp.809-812.