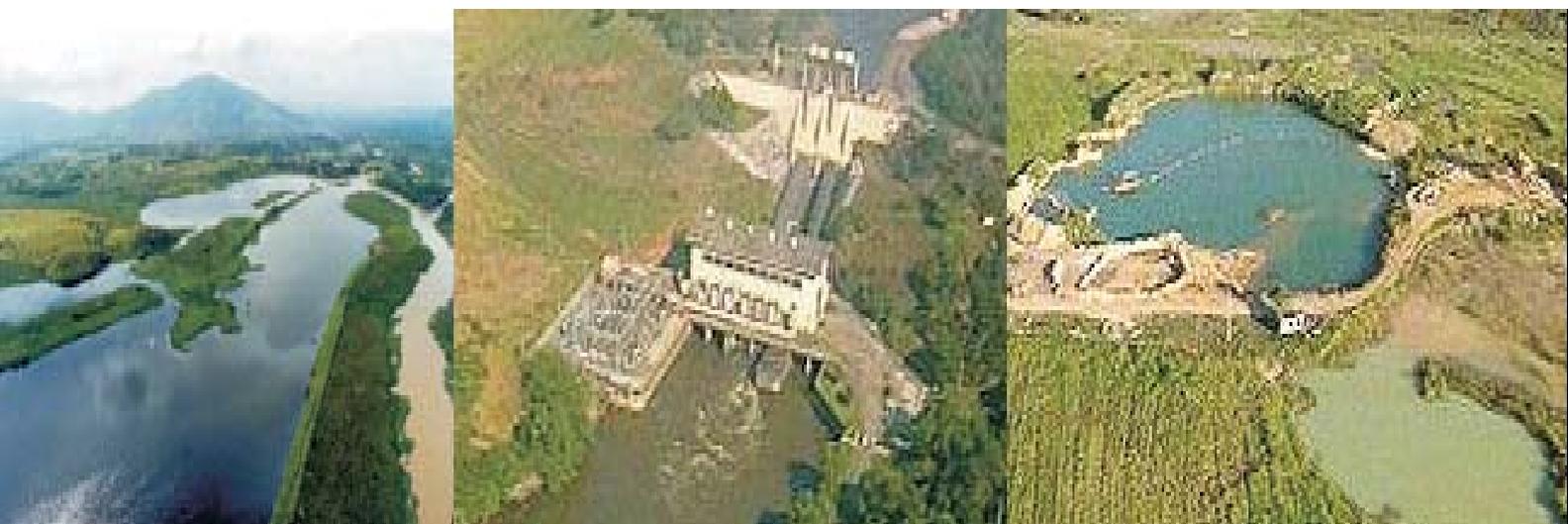


Diagnóstico e alternativas para a recuperação ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu (BHRG) – RJ





*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Solos
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1517-2627

Dezembro, 2010

Documentos 122

Diagnóstico e alternativas para a recuperação ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu (BHRG) – RJ

Ana Beatriz Lameira

Carina Renno

Hilma Ferreira Motta

Luiz Antônio C. Lopes

Melissa Menegon

Rafaela Silva de Oliveira

Thays Barbosa Campos Barcellos

Natália Giancoli Zainer

Rachel Bardy Prado

Rio de Janeiro, RJ

2010

Embrapa Solos

Rua Jardim Botânico, 1.024 - Jardim Botânico. Rio de Janeiro, RJ
Fone: (21) 2179-4500
Fax: (21) 2274-5291
Home page: www.cnps.embrapa.br
E-mail (sac): sac@cnps.embrapa.br

Comitê Local de Publicações

Presidente: Daniel Vidal Pérez

Secretário-Executivo: Jacqueline Silva Rezende Mattos

Membros: Ademar Barros da Silva, Cláudia Regina Delaia, Maurício Rizzato Coelho, Elaine Cristina Cardoso Fidalgo, Joyce Maria Guimarães Monteiro, Ana Paula Dias Turetta, Fabiano de Carvalho Balieiro, Quitéria Sônia Cordeiro dos Santos.

Supervisor editorial: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Normalização bibliográfica: *Ricardo Arcanjo de Lima*

Revisão de texto: *André Luiz da Silva Lopes*

Editoração eletrônica: *Julia Rodrigues Santos de Pinho Mineiro*
Jacqueline Silva Rezende Mattos

1ª edição

1ª impressão (2010): online

Todos os direitos reservados.

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

L228d Lameira, Ana Beatriz.

Diagnóstico e alternativas para a recuperação ambiental da bacia hidrográfica do rio Guandu (BHRG) - RJ / Ana Beatriz Lameira et al [...].
— Dados eletrônicos. — Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2010.
72 p. - (Documentos / Embrapa Solos, ISSN 1517-2627; 122)

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: < <http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/publicacao.html> >.

Título da página da Web (acesso em 21 dez. 2010).

1. Diagnóstico ambiental. 2. Recursos hídricos. 3. Recuperação ambiental. I. Renno, Carina. II. Motta, Hilma Ferreira. III. Lopes, Luiz Antônio C. IV. Menegon, Melissa. V. Oliveira, Rafaela Silva de. VI. Barcellos, Thays Barbosa Campos. VII. Zainer, Natália Giancoli. VIII. Prado, Rachel Bardy. IX. Título. X. Série.

CDD (21.ed.) 333.91

© Embrapa 2010

Autores

Ana Beatriz Lameira

Aluna do curso de extensão: Recuperação de Áreas Degradadas considerando a conservação do solo e da água que ocorreu na PUC-RIO de 05/08/06 a 07/10/06 - Rua Marquês de São Vicente, 225, Gávea, 22453-900, Rio de Janeiro – RJ

Carina Renno

Aluna do curso de extensão: Recuperação de Áreas Degradadas considerando a conservação do solo e da água. PUC-RIO.

Hilma Ferreira Motta

Aluna do curso de extensão: Recuperação de Áreas Degradadas considerando a conservação do solo e da água. PUC-RIO.

Luiz Antônio C. Lopes

Aluno do curso de extensão: Recuperação de Áreas Degradadas considerando a conservação do solo e da água. PUC-RIO.

Melissa Menegon

Aluna do curso de extensão: Recuperação de Áreas Degradadas considerando a conservação do solo e da água. PUC-RIO.

Rafaela Silva de Oliveira

Aluna do curso de extensão: Recuperação de Áreas Degradadas considerando a conservação do solo e da água. PUC-RIO.

Thays Barbosa Campos Barcellos

Aluna do curso de Engenharia Ambiental da PUC-Rio.

Natália Giancoli Zainer

Aluna do curso de Engenharia Ambiental da PUC-Rio.

Rachel Bardy Prado

Pesquisadora A da Embrapa Solos e professora do curso de extensão: Recuperação de Áreas Degradadas considerando a conservação do solo e da água que ocorreu na PUC-RIO de 05/08/06 a 07/10/06

rachel@cnps.embrapa.br

Sumário

1. Introdução	7
2. Objetivos e justificativa	9
2.1 Objetivo geral	9
2.2 Objetivos específicos	10
2.3 Justificativa	10
3. Metodologia	10
4. Fundamentação teórica	11
4.1 Diagnóstico ambiental	11
4.2 Degradação e recuperação ambiental	13
4.3 Histórico da captação de água no rio Guandu	15
5. Diagnóstico socioambiental da BHRG	18
5.1 População da BRRG	18
5.2 Saneamento e Saúde na BHRG	20
5.3 Características fisiográficas na BHRG	22
5.4 Uso e cobertura da BHRG	23
5.5 Disponibilidade hídrica na BHRG	25
5.6 Demandas hídricas superficiais na BHRG	26
5.7 Demandas hídricas subterrâneas na BHRG	31
5.8 Qualidade das águas na BHRG	32
6. Alternativas para a recuperação ambiental da BHRG ..	34
6.1 Medidas para prevenir e minimizar os impactos negativos da poluição hídrica na BHRG	34
6.2 Extração mineral e recuperação na BRRG	37
6.3 Recuperação de matas ciliares na BHRG	49
6.4 Educação ambiental e ecoturismo na BHRG	59
7. Considerações finais	61
8. Bibliografia citada e consultada	63
9. Páginas consultadas na Internet	66
10. ANEXO - Informações sobre as espécies selecionadas para a recuperação da mata ciliar	67

Diagnóstico e alternativas para a recuperação ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu (BHRG) – RJ

Ana Beatriz Lameira

Carina Renno

Hilma Ferreira Motta

Luiz Antônio C. Lopes

Melissa Menegon

Rafaela Silva de Oliveira

Thays Barbosa Campos Barcellos

Natália Giancoli Zainer

Rachel Bardy Prado

Introdução

No segundo semestre de 2006 foi realizado na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) o curso de extensão intitulado: *Recuperação de Áreas Degradadas considerando a conservação do solo e da água*, sendo os organizadores e professores da Embrapa Solos e do Departamento de Engenharia Civil, mais especificamente da Engenharia Ambiental da PUC-Rio. O curso teve como propósito auxiliar na formação de profissionais para atuarem em recuperação de áreas degradadas e conservação do solo e da água; apresentar pesquisas relacionadas à recuperação de áreas degradadas; difundir técnicas para recuperação de áreas degradadas e manejo e conservação da água e do solo. O público alvo foi composto por estudantes e profissionais das áreas de Engenharia Ambiental, Engenharia Agrônômica, Engenharia Agrícola, Engenharia Civil, Engenharia Florestal, Geografia, Geologia, Biologia e outras áreas afins. Ao final deste curso foram formados grupos de alunos com o propósito de elaborar, com o apoio dos professores, uma proposta de recuperação ambiental para uma determinada área de sua escolha. Neste sentido, os autores do presente trabalho ficaram responsáveis pela elaboração do *Diagnóstico e alternativas para recuperação ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu (BHRG) – RJ*, que será apresentado na presente publicação.

A questão da preservação e da conservação ambiental ganha destaque no Brasil a partir da década de 1970, com a rearticulação dos movimentos sociais e o surgimento de pequenos grupos que apontam a necessidade de incluir o tema do meio ambiente na sociedade. A partir dos anos 80, com a redemocratização do país, cresce o número de ONGs ambientalistas e surgem novas propostas de preservação do meio ambiente. Algumas se transformam em políticas públicas dando contornos mais definidos a legislação brasileira, obedecendo a uma tendência mundial pós-Estocolmo e a Conferência Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento.

Na segunda Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, a RIO-92, foi colocado em evidência o conceito de Desenvolvimento Sustentável, definido pela Organização das Nações Unidas (ONU) como: “desenvolvimento social, econômico e cultural que atende às buscas do presente sem comprometer as necessidades das gerações futuras, nem tampouco os ecossistemas e os recursos naturais disponíveis”. Portanto, o desenvolvimento sustentável tornou-se um conceito importante para guiar as atividades humanas, mas não é fácil encontrar o equilíbrio exato entre a proteção da diversidade biológica e o uso dos recursos naturais.

Os governos locais e nacionais protegem os Recursos Naturais, dentre eles os Recursos Hídricos, através de leis que regulam, por exemplo, as atividades de extração mineral e hídrica, uso da terra e poluição, e através do estabelecimento de Áreas de Preservação Permanente (APPs).

Em 1988, a constituição torna-se outro marco no avanço da questão ambiental. O país já possuía leis que tratavam desse assunto, como o Código Florestal, de 1934, que já previa preservação de APPs, que se encontra atualmente em revisão. A constituição de 88 consolida o processo legal e institucional. O capítulo que trata do meio ambiente, considerado um dos mais modernos do mundo, enfatiza a necessidade de sua defesa e preservação e procura estabelecer mecanismos para que isso aconteça. Para os especialistas, o grande problema é conseguir tirar do papel a legislação, garantindo sua aplicação prática, já que muitas leis ainda não foram sequer regulamentadas.

Outro destaque na defesa do meio ambiente foi a criação do IBAMA (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Renováveis) em 1989. Entretanto, o avanço da legislação e o aumento da pressão internacional por uma fiscalização mais rígida esbarraram no escasso volume de verbas destinado às questões ambientais.

Sancionada em fevereiro de 1998 e regulamentada em setembro de 1999, a Lei de Crimes Ambientais estabelece as penas para infrações e agressões cometidas contra o meio ambiente no Brasil. A Lei prevê multas, que chegam a 50 milhões de reais, para uma variedade de infrações: pesca em locais proibidos, crimes contra o patrimônio, solturas de balões, pichações, caça ilegal, obras poluidoras, queimadas e desmatamentos, entre outras.

Na tentativa de promover alguma forma de expansão ou ocupação de uma região, as sociedades humanas, sejam em áreas rurais ou urbanas, sempre causam impactos ao ambiente em que vivem, tanto ao meio biótico como ao abiótico. Observa-se, desta maneira, que os problemas ambientais acabam refletindo-se na qualidade das águas, depositário final dos resíduos gerados por praticamente todas as atividades antrópicas.

Esses processos ocorrem no âmbito de uma bacia hidrográfica, como por exemplo, a Bacia do Rio Guandu, objeto deste estudo, que é responsável por grande parte do abastecimento de água da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Sendo assim, conhecer as características do meio físico e as interferências antrópicas que causam impacto ambiental, bem como identificar e propor medidas mitigadoras, é importante para fornecer subsídios às políticas públicas e gerenciamento dos recursos hídricos em bacias hidrográficas.

2. Objetivos e Justificativa

2.1 Objetivo geral

Este estudo tem como objetivo geral, fazer uma compilação dos problemas socioambientais existentes na bacia hidrográfica do rio Guandu (BHRG) e levantar alternativas de recuperação ambiental, a partir de dados secundários, para subsidiar o seu gerenciamento e propiciar uma melhoria na qualidade da água que abastece a população.

2.2 Objetivos específicos

- ⇒ Diagnosticar os principais problemas socioambientais da BHRG a partir de dados secundários;
- ⇒ caracterizar e propor alternativas para recuperação de áreas de extração de areia;
- ⇒ propor alternativas para reduzir os impactos negativos da poluição hídrica;
- ⇒ sugerir modelo de recuperação de mata ciliar; e
- ⇒ sugerir ações para educação ambiental e ecoturismo na região.

2.3 Justificativa

O interesse pelo tema abordado na presente publicação remete à importância da BHRG como manancial de abastecimento (sendo responsável pelo abastecimento de 80% da população da Região Metropolitana do Rio de Janeiro) e pelo atual quadro de degradação que ela se encontra podendo comprometer a sua disponibilidade de água.

3. Metodologia

O método utilizado para a realização do presente trabalho pode ser desdobrado em três etapas. A primeira, constituiu de levantamento bibliográfico e coleta de dados junto aos órgãos públicos, nas esferas municipais, estadual e federal. Também foram consultados documentos como o Plano Estratégico de Recursos Hídricos da BHRG, Guarda e Guandu-Mirim, dentre outros, bem como a legislação ambiental vigente. Cabe ressaltar que na revisão bibliográfica, encontraram-se dados divergentes, principalmente em relação à qualidade da água e de degradação da bacia, mesmo entre documentos oficiais. Neste caso, utilizaram-se os dados disponíveis nos documentos mais recentes. Realizou-se análise de imagens de satélite, com o auxílio do Google Earth em 2006, para fins de melhor localização da área e verificação das mudanças no espaço da bacia de estudo.

Na segunda etapa foi realizado trabalho de campo fazendo-se registro foto-

gráfico, o qual possibilitou a percepção geográfica dos fatores atuantes na área estudada e permitiu a coleta de informações necessárias para a elaboração do trabalho.

Finalmente houve a compilação e interpretação das informações adquiridas possibilitando a elaboração de propostas de recuperação ambiental para a bacia em questão, com base nos conceitos adquiridos no curso de *Diagnóstico e propostas para recuperação ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu (BHRG) – RJ*.

4. Fundamentação teórica

4.1 Diagnóstico ambiental

Discutir as causas e consequências da degradação ambiental é integrar os aspectos físicos, os bióticos e aqueles advindos de ações antrópicas. A abertura de estradas, usinas hidrelétricas/termelétricas, as plantações e outros inúmeros exemplos ilustram as cotidianas intervenções na natureza. A população necessita de luz, alimentação, moradia, abastecimento de água, dependendo portanto da disponibilidade dos recursos naturais para sua sobrevivência e manutenção. Durante séculos o homem utilizou inadequadamente esses recursos, não considerando as consequências futuras. Somente nas últimas décadas do século XX que as instituições públicas, a sociedade, órgãos internacionais e organizações não-governamentais tem atentado a respeito da preservação de mananciais e recuperação de áreas degradadas.

Para se identificar o problema e propor ações mitigadoras é preciso conhecer as características bióticas e abióticas de uma região. Neste sentido, a necessidade do diagnóstico surge para responder às diferentes realidades ambientais. Para isso é preciso unir e integrar diversas áreas de estudo como a biologia, geografia, economia, sociologia e outras, a fim de chegar a um ordenamento territorial.

A expressão diagnóstico ambiental tem sido usada por instituições responsáveis pelo licenciamento ambiental e por outras instituições brasileiras (universidades, associações profissionais e outros) com

conotações as mais variadas. O substantivo diagnóstico do grego “diagnostikós”, significa o conhecimento ou a determinação de uma doença pelos seus sintomas ou conjunto de dados em que se baseia essa determinação. Sendo assim, o diagnóstico ambiental poder se definir como o conhecimento de todos os componentes ambientais de uma determinada área (país, estado, bacia hidrográfica, município) para a caracterização da sua qualidade ambiental. Portanto, elaborar um diagnóstico ambiental é interpretar a situação ambiental problemática dessa área, a partir da interação e da dinâmica de seus componentes, quer relacionados aos elementos físicos e biológicos, quer aos fatores socioculturais. A caracterização da situação ou da qualidade ambiental (diagnóstico ambiental) pode ser realizada com objetivos diferentes. Um deles é, a exemplo do que preconizam as metodologias de planejamento, servir de base para o conhecimento e o exame da situação ambiental, visando a traçar linhas de ação ou tomar decisões para prevenir, controlar e corrigir os problemas ambientais (políticas ambientais e programas de gestão ambiental).

De um modo geral, as diversas legislações nacionais de proteção ambiental e seus procedimentos determinam a realização de estudos sobre as condições ambientais da área a ser afetada por um projeto ou ação, como parte do relatório de impacto ambiental, definindo sua abrangência de acordo com o conceito de meio ambiente estabelecido por lei. No Brasil, para se ter a idéia da importância do diagnóstico ambiental, basta mencionar que a Resolução CONAMA 001 (BRASIL, 1986) prevê como uma das etapas obrigatórias um diagnóstico ambiental da área de influência do empreendimento que está sob processo de licenciamento ambiental e Estudo de Impacto Ambiental (EIA).

No EIA, o diagnóstico ambiental consiste na elaboração de uma descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações. Portanto, este diagnóstico deverá caracterizar: (a) o meio físico - exemplo: solo, subsolo, as águas, ar, clima, recursos minerais, topografia e regime hidrológico; (b) o meio biológico: fauna e flora; (c) o meio socioeconômico - exemplo: uso e ocupação do solo; uso da água; estruturação socio econômica da população; sítios e monumentos arqueológicos, históricos e culturais; organização da comunidade local; e o potencial de uso dos recursos naturais e ambientais da região.

4.2 Degradação e recuperação ambiental

Existem pontos de vista divergentes em relação à degradação ambiental. Cada ramo de pesquisa analisa este problema de acordo com a sua especialização. Muitos defendem que a causa seja ações antrópicas. Porém, tem que se levar em conta processos ambientais que podem ocorrer independente da ação humana (como lixiviação, movimentos de massa, assoreamento, dentre outros). Neste sentido, é necessário que se considere os processos físicos naturais juntamente dos diversos tipos de uso da terra (CUNHA; GUERRA, 2000).

Para Engel e Parrotta (2003), a causa da degradação ambiental é humana e definem como ecossistema degradado aquele que sofreu perturbações antrópicas e com isso incapaz de regenerar-se até a sua condição inicial. Porém, mantém-se capaz de produzir bens e serviços para as necessidades humanas. Em ecossistemas terrestres isso significa, na prática, a destruição da cobertura vegetal e da fauna, perda da camada fértil do solo e alteração na qualidade e vazão do sistema hídrico.

Quando a terra é ocupada e explorada pelo homem a sua produtividade tende a cair, a não ser que haja investimento (em produtos químicos, por exemplo) e vontade de investir na recuperação dessas áreas. Isto muitas vezes leva o homem, depois de esgotar os recursos do solo, a procurar outras áreas, criando um ciclo de devastação.

Confirmando as mudanças naturais que podem ocorrer naturalmente no meio físico, cerca de 130 km² de florestas são erodidas anualmente e substituídas por vegetação sucessional nas várzeas amazônicas (ENGEL; PARROTA, 2003). No entanto, a área de estudo considerada neste trabalho, tem como uma das principais causas da sua degradação ambiental a intervenção humana, uma vez que a floresta nativa foi gradativamente substituída por plantações de café e mais recentemente por pastagens. O desmatamento, a poluição das águas e dos solos, assim como a contaminação dos alimentos culminam num alto custo para as pessoas e o ambiente. Muitas vezes a intervenção do homem se faz necessária para estabilizar ou reverter esses processos de degradação, acelerando ou direcionando a sucessão natural.

Cunha e Guerra (2000), ao fazerem uma relação entre a degradação ambiental e a sociedade, afirmam que existem causas e consequências sociais, ou seja, independente de fatores naturais que tornem as terras degradadas. Porém, acredita-se haver um descaso por parte das autoridades e da iniciativa privada em procurar resolver esses problemas ou evitá-los.

Muitos são os termos utilizados para designar os processos naturais e artificiais de reparação de danos ambientais, mas foi a partir do desenvolvimento da ecologia da restauração como ciência, que o termo restauração ecológica foi definido e teve seus objetivos mais claros. Analisando a evolução do conceito de restauração ecológica, Engel e Parrota (2003) mostraram que durante algum tempo o termo foi usado dentro do seu sentido restrito, significando o retorno ao estado original do ecossistema. Este conceito seria errôneo uma vez que os objetivos da restauração seriam praticamente impossíveis de serem alcançados devido não só ao desconhecimento das características originais do ecossistema, mas também dos rumos da sucessão secundária, que nem sempre podem ser previstos.

A *Society for Ecological Restoration* considera que restaurar um ecossistema não é copiar exatamente um modelo da natureza, mas sim recuperar a estabilidade e a integridade biológica dos mesmos (ENGEL; PARROTA, 2003). A restauração ecológica objetiva criar comunidades ecológica e ecologicamente viáveis, protegendo e fomentando a capacidade natural de mudança dos ecossistemas desejáveis no futuro, muito mais do que tentar imitar a área que foi no passado.

O termo recuperação é mais usado no Brasil e refere-se aos trabalhos realizados em sítios degradados pela atividade mineradora. O Manual de Recuperação de Áreas Degradadas pela Atividade Mineradora (IBAMA, 1990) define recuperação como "o retorno do sítio degradado a uma forma e utilização de acordo com o acordo pré-estabelecido de uso do solo". A recuperação de áreas degradadas é, para muitos, uma questão técnica com baixo custo e com objetivos simples. Por esses motivos e também pelo desconhecimento do ecossistema, a longo prazo, não se pode garantir a estabilidade das áreas recuperadas. Para Engel e Parrota (2003) a recuperação de áreas degrada-

das acontece independentemente da restauração ecológica, o que poderia ser uma etapa da reconstrução de comunidades ecologicamente viáveis. Por outro lado, a reabilitação de áreas degradadas tem como objetivo restaurar a produtividade da terra sem se preocupar com a similaridade em relação ao ecossistema original, mas que o ecossistema recriado seja auto-sustentável a longo prazo (ENGEL; PARROTA, 2003).

Embora muitas vezes a técnica utilizada na restauração, recuperação e reabilitação sejam as mesmas, a diferença entre estas está no objetivo e escala de tempo adotado. Enquanto a restauração ecológica objetiva a recriação, no futuro, de comunidades mais próximas às originais (quanto à estrutura e funcionamento), nas outras abordagens os objetivos são mais específicos, a escala de tempo é menor e a semelhança com ecossistemas naturais não é mais fundamental (ENGEL; PARROTA, 2003).

4.3 Histórico da captação de água no rio Guandu

Diversos foram os sistemas de captação de água para abastecimento da população da região metropolitana do Rio de Janeiro desde a colonização (captação no rio Carioca) até os tempos atuais no rio Guandu.

No início do século XX, devido às grandes estiagens, a administração de serviço público de sistema de abastecimento de água do Rio de Janeiro resolveu abandonar os estudos de reforço de suprimento de pequeno porte, voltando-se para soluções de grande porte e apresentou dois projetos: um com captação no sistema Ribeirão das Lajes e o outro contemplando a captação de águas dos rios Santana e Paraíba do Sul. O primeiro foi executado, mas o segundo teve que ser alterado, uma vez que se chocava com o da concessionária do serviço de energia elétrica, a LIGHT, que produzia energia através da transposição da Serra do Mar, das águas do rio Paraíba do Sul, captando em Santa Cecília.

O rio Guandu foi o caminho utilizado pela LIGHT para o escoamento das águas do rio Paraíba do Sul quando foi edificado o complexo Paraíba-Vigário, para geração de energia do Rio de Janeiro. Isto foi possível com a transposição das águas do rio Paraíba do Sul para a bacia do rio Ribeirão das Lajes,

feita com uma instalação complexa, constituída das usinas elevatórias de Santa Cecília e Vigário, bem como, dos reservatórios de Santa Cecília, Santana e Vigário.

A energia elétrica desses subsistemas é gerada primeiramente nas Usinas de Fontes e Nilo Peçanha. A seguir, as águas, já no talvegue do Ribeirão das Lajes, formam o reservatório de Ponte Coberta, gerando novamente energia na Usina de Pereira Passos. Somente após o ano de 1940, a cidade do Rio de Janeiro deixou de ter o seu sistema de abastecimento de águas sujeito a regimes sazonais de vazão, que se dividem nas chamadas “grandes adutoras” e “pequenas adutoras”. Estes mananciais de pequeno porte dentro dos limites do atual município do Rio de Janeiro, que são hoje cerca de 40 sistemas de captação superficial de água de boa qualidade, necessitam somente de desinfecção e são utilizados para atender áreas urbanas em cotas elevadas, próximas das captações, devido às dificuldades em atendê-los pelos sistemas principais.

Isto só foi possível com a construção, no ano de 1940, da 1ª Adutora de Ribeirão das Lajes e, em 1949, da 2ª Adutora da “Usina de Fontes Velhas” da LIGHT, o que oferecia uma indispensável garantia de abastecimento perene e ininterrupto. Este sistema proporcionou, a partir de 1949, uma vazão de 5.100 litros por segundo a mais para o Rio de Janeiro. No início da década de 50, o contínuo crescimento das demandas de água da cidade do Rio de Janeiro, levou à captação das águas do rio Guandu, já acrescidas de águas dos rios Paraíba, Piraí, Ribeirão das Lajes, Poços e Santana.

Em 1951, iniciou-se um planejamento para suprir as necessidades de água até 1970 e o manancial escolhido foi o rio Guandu, com uma capacidade de 1,2 milhões de litros por dia. O projeto inicial acabou se estendendo e, ao invés de terminar no Reservatório do Engenho Novo, a adutora foi prolongada até a Zona Sul, no Reservatório dos Macacos, onde entrou em operação no ano de 1958. Nesta época, havia o ideal de abastecer 7,5 milhões de pessoas no ano de 2000 e, por este motivo, em 1966 foi inaugurada a segunda adutora do Guandu, a Adutora Veiga Britto, com a entrada em operação da Elevatória do Lameirão, considerada a maior estação subterrânea do mundo.

Em Niterói, no ano de 1954, entrou em carga o sistema de captação do Canal de Imunana com tratamento na Estação de Tratamento de Água - ETA do Laranjal para uma vazão de mais de 500 litros por segundo. O canal de Imunana veicula as vazões de contribuição dos rios Guapiaçu e Macacu, conduzindo-as à calha natural do rio Guapimirim. As características físicas, químicas e bacteriológicas da água desse manancial, com base nos resultados de análises e exames efetuados, demonstraram a necessidade de tratamento completo para a sua potabilização. A Estação de Tratamento de Esgotos - ETE da Penha foi acionada em julho de 1960 com capacidade para processar 1.686 litros de esgotos por segundo e atender aproximadamente 1.000.000 de habitantes.

Em 1957, foi criada a superintendência de Urbanização e Saneamento (SURSAN) e, em 1961, ocorreu um caos no abastecimento da cidade, a partir de uma ocorrência na Elevatória de Alto Recalque da Antiga Adutora do Guandu. Neste mesmo ano, o Departamento de Águas foi incorporado a SURSAN e a administração pública teve de recorrer a um empréstimo externo para realizar obras, através de um contrato de, aproximadamente, 90 milhões de dólares com o Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID. Várias obras de construção de reservatórios foram feitas com este recurso e criou-se a Companhia Estadual de Águas da Guanabara (CEDAG). O Governo do Estado concedeu a CEDAG, a partir de 1966, o direito de cobrar as contas de água. A CEDAG remodelou seus reservatórios, substituiu tubulações, montou seu cadastro próprio de consumidores, equipou-se com computadores da mais alta tecnologia para aquele momento e iniciou a implantação da telemetria em seu controle do sistema adutor.

Até o ano de 1975, a CEDAE conseguiu superar seus problemas, ocupando o lugar da Empresa de Saneamento do Brasil mais avançada. Posteriormente, houve a fusão dos Estados e das três empresas, que faziam saneamento na área do novo Estado do Rio de Janeiro. A partir daí houve uma liberação de 1,9 bilhões de cruzeiros destinados a obras de água e esgotos em todo o Estado. Outro fato importantíssimo na fusão foi a recuperação da rede de esgotos existente. Ao contrário do serviço de água, marcado por grandes obras necessárias ao abastecimento da população que fazia parte do novo

Estado, foram recuperadas as Estações de Tratamento de Esgotos da Penha e de Niterói (em Icaraí). Esta já estava com suas obras concluídas, mas paralisadas. A ESAG tinha acabado de colocar em operação o Emissário de Ipanema.

No ano de 1982 foi efetuado um projeto piloto de saneamento da Baixada Fluminense, Zona Oeste do Rio de Janeiro e São Gonçalo. Já no ano de 1985, foi finalizado o Plano Diretor de Abastecimento de Água da Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro, com alcance até o ano de 2010. A revisão do Plano Diretor de Abastecimento foi feita em 2002 pela CEDAE, visando as atualizações nas estimativas. Contudo, muitos problemas de ordem ambiental vêm sendo enfrentados por este sistema de captação e os mesmos devem ser discutidos buscando-se soluções no âmbito do comitê da BHRG.

5. Diagnóstico socioambiental da BHRG

5.1 População da BHRG

Há tendências de desaceleração do crescimento populacional no Brasil de forma geral. Contudo, o Estado do Rio de Janeiro vem apresentando uma tendência distinta, revelando uma taxa de crescimento populacional médio anual superior ao verificado nos anos 80. Na década de 90 a população estadual cresceu a uma média de 1,3% ao ano (contra uma cifra de 1,15% no decênio, alcançando um quantitativo populacional de cerca de 14,4 milhões em 2000. Embora pequeno, esse aumento da taxa média de crescimento populacional no Estado representa, se não uma inflexão, pelo menos uma interrupção na tendência histórica de queda das taxas demográficas dos últimos quarenta anos (Tabela 1).

Tabela 1 - Evolução Populacional - Brasil, Estado do Rio de Janeiro e regiões de Governo 1970-2000.

Região	1970	1980	1991	2000
Brasil	93 139 037	119 002 706	146 825 475	169 799 170
Estado do Rio de Janeiro	8 994 802	11 291 520	12 807 706	14 391 282
Região Metropolitana	6 891 521	8 772 265	9 814 574	10 894 156
Região Noroeste Fluminense	245 561	242 648	273 062	297 751
Região Norte Fluminense	471 038	514 644	611 576	697 549
Região Serrana	467 159	579 491	686 772	752 032
Região das Baixadas Litorâneas	238 725	301 379	389 522	560 749
Região do Médio Paraíba	446 835	599 791	694 253	785 444
Região Centro-Sul Fluminense	177 753	202 842	228 448	254 780
Região da Baía da Ilha Grande	56 210	78 460	109 499	148 821

Fonte: Censos Demográficos IBGE, Anuário Estatístico do Estado RJ – Fundação CIDE.

As áreas mais dinâmicas em termos de crescimento populacional nos anos 90 no Estado foram as localizadas no litoral - Região das Baixadas Litorâneas e da Baía da Ilha Grande. Essas Regiões de Governo já cresciam em um ritmo mais elevado que o conjunto do Estado desde os anos 70, mas foi na década passada que passaram a ter suas populações expandindo-se a cifras acima de 3,4% ao ano. Tal ritmo de crescimento está certamente ligado aos efeitos multiplicadores sobre a demanda de mão-de-obra nos serviços pessoais, domésticos e construção civil, induzidos pela especulação imobiliária e diversificação das atividades de lazer e turismo nestas regiões.

Os municípios que abrangem a BHRG, a serem analisados neste trabalho são: Japeri, Nova Iguaçu, Paracambi, Queimados e Seropédica. Desta forma, a Tabela 2 apresenta o número de habitantes, área total e densidade demográfica dos mesmos, assim como os do Estado do Rio de Janeiro e Região Metropolitana.

Tabela 2 - Número de habitantes, área e habitantes por km².

Regiões	Habitantes	Área (km ²)	hab/km ²
Estado RJ	15.354.166	43.864,3	350,0
RMRJ	11.331.389	4.686,5	2.417,9
Japeri	93.952	81,4	1.154,2
Nova Iguaçu	829.999	520,5	1.594,6
Paracambi	42.936	186,8	229,8
Queimados	136.080	76,7	1.774,1
Seropédica	73.009	286,2	255,0

Fonte: CIDE (2005).

5.2 Saneamento e saúde na BHRG

A água tem influência direta sobre a saúde, a qualidade de vida e o desenvolvimento do ser humano. Para a Organização Mundial da Saúde (OMS) *“todas as pessoas, em quaisquer estágios de desenvolvimento e condições socioeconômicas têm o direito de ter acesso a um suprimento adequado de água potável e segura”*. Sendo assim, espera-se uma oferta de água que não apresente risco significativo a saúde e que seja de quantidade suficiente para atender a todas as atividades domésticas e prioritárias como a dessedentação, estando disponível continuamente a um preço acessível. Essas condições podem ser sintetizadas em: qualidade, quantidade, continuidade, cobertura e custo.

Praticamente, todos os municípios brasileiros são carentes em termos de saneamento básico, principalmente no tocante ao esgotamento sanitário, não apresentando, por parte das administrações municipais, sistemas adequados de regulação e controle da prestação do serviço. As cobranças para um maior envolvimento da administração municipal nas questões relativas ao setor de saneamento básico são cada vez maiores.

Muitos estudos dizem que há uma correlação direta entre saneamento e saúde, existindo uma série de doenças resultantes da ausência de esgotamento sanitário adequado e água tratada. Da população diretamente afeta-

da, as crianças são as que mais sofrem. Assim, segundo a OMS 15 crianças de 0 a 4 anos morrem por dia no Brasil em decorrência da falta de saneamento básico, principalmente de esgoto sanitário. mesmo assim no Brasil, existem aproximadamente 86,9 milhões de pessoas que vivem em domicílio desprovido de coleta de esgoto sanitário. E este quadro não é diferente nos municípios da BHRG, principalmente, no município de Seropédica, onde apenas 11,3% dos moradores têm esgoto encanado, apresentando o pior índice da Baixada Fluminense. Além desse município, também a situação é crítica em Japeri e Guapimirim (IBGE, 2009).

Para fins de avaliação epidemiológica, os municípios da bacia podem ser divididos com base no perfil de suas características urbanas e demográficas. De um lado temos municípios de grande e médio porte, com significativa concentração populacional em áreas com sérios problemas de infraestrutura urbana, e, de outro lado, municípios de pequeno porte, com baixa densidade demográfica e menor contingente populacional situado em áreas precárias de infraestrutura urbana.

As características apontadas acima contribuem para a conformação do perfil epidemiológico, sobretudo em relação ao quadro de mortalidade referente às doenças infecciosas e parasitárias. Os dados apresentados na Tabela 3 parecem confirmar que os municípios com altas densidades populacionais em áreas carentes de infraestrutura de saneamento apresentam maior percentual de internações relacionadas às doenças transmissíveis e parasitárias, como é o caso de Queimados e Nova Iguaçu que apresentam densidades populacionais elevadas.

Tabela 3 - Indicador de internações de doenças infecciosas e parasitárias, por local de residência, em relação ao total de internações.

Municípios	2000 (%)	2005 (%)
Japeri	3,1	2,2
Nova Iguaçu	7,4	12,8
Paracambi	3,9	0,8
Queimados	19,0	23,0
Seropédica	8,9	2,9

Fonte: SES/RJ/SPD/CISA/DDI (Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIHSUS)).

Nesses dois municípios, as doenças infecciosas e parasitárias têm importância significativa em relação ao total de internações, como pode ser observado. O fato desses municípios apresentarem condições precárias de saneamento básico é, sem dúvida, um dos principais fatores para a existência de um quadro com tal gravidade. Entretanto, outros municípios da bacia, apesar de apresentarem condições semelhantes de saneamento mantiveram percentuais de internação de doenças infecciosas e parasitárias inferiores a 10%. O que pode explicar o quadro mais adverso nesses dois casos são exatamente as elevadas taxas de densidade populacional urbana associadas às precárias condições habitacionais e ausência total de saneamento básico. Essa combinação de fatores favorece a proliferação e a disseminação de organismos patogênicos e de vetores de enfermidades, aumentando as possibilidades da transmissão de doenças infecciosas e parasitárias em geral.

5.3 Características fisiográficas da BHRG

A BHRG que corresponde a uma área de 1.385 km², juntamente com as bacias do rio da Guarda e Guandu Mirim, representam cerca de 70% do total da área da bacia hidrográfica contribuinte à bacia de Sepetiba, sendo que esta área engloba parcial e integralmente o território de 12 municípios fluminenses (Itaguaí, Seropédica, Queimados, Japeri, Paracambi, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro, Engenheiro Paulo de Frontin, Miguel Pereira, Vassouras, Piraí e Rio Claro).

Ao longo da história, a BHRG tem sido palco de diversas intervenções antrópicas. Face às constantes inundações a que estava sujeita a grande baixada sedimentar (devido a sua topografia plana), desde o século XVII é comum a prática da retificação dos baixos cursos do rio, sendo também dragados, canalizados e comunicados através de valões. Nota-se também, historicamente, que as obras de saneamento na bacia iniciaram-se com os jesuítas (que detinham na época a Fazenda Santa Cruz) em 1729, ocasião em que foram abertas as valas do Itá e de São Francisco, para extravasar as águas do rio Guandu e, construída uma ponte com quatro comportas.

O Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS) até meados do século XX realizou inúmeras intervenções na BHRG, sendo que nesta mesma

época o rio Guandu foi dragado e retificado até a foz. O trecho final do curso do rio Guandu ganhou a denominação de Canal de São Francisco. Mas, a configuração hidrográfica e hidrológica do rio Guandu se alterou radicalmente com a conclusão da Usina Elevatória de Santa Cecília.

As características fisiográficas da BHRG são semelhantes às da totalidade da bacia que drena para a baía de Sepetiba. A BHRG possui dois conjuntos fisiográficos distintos: o primeiro trata-se do Domínio Serrano representado por montanhas e escarpas da vertente oceânica da Serra do Mar, na parte sudoeste e nordeste da bacia, e pelos maciços, ao longo da faixa costeira na direção N-NE (Pedra Branca, Mendanha, Ilha da Marambaia), cujas partes mais elevadas variam entre 200 m e 800 m. O segundo trata-se do Domínio da Baixada, que corresponde a uma extensa planície flúvio-marinha, que forma a Baixada de Sepetiba. Portanto, o relevo da Baixada é predominantemente plano, embora nele existam os maciços de Tinguá, Gericinó, Mendanha e as encostas do Planalto Brasileiro. A diversidade paisagística é enorme: há um vulcão extinto, na Serra do Mendanha; as baías de Sepetiba e da Guanabara banham os extremos. Os solos, ricos em matéria orgânica e água, favoreceram a fertilidade e, conseqüentemente, a grande diversidade vegetal.

O clima característico é tropical úmido com temperatura média anual entre 20°C e 27°C e elevados índices pluviométricos, cuja média anual varia de 1.000 mm a 2.300 mm. O período de precipitação pluviométrica máxima vai de dezembro a março e o de mínima, de junho a agosto. Julho é o mês mais seco, com precipitação média mensal de 50 mm, e janeiro é o mais chuvoso, com média mensal de 300 mm.

5.4 Uso e cobertura da BHRG

A área em estudo tem grande valor histórico, pois sua história se relaciona à da cidade do Rio de Janeiro e esta cresceu e se tornou capital política, econômica, social, cultural e turística, graças à existência de uma grande baía e, no seu entorno, de uma grande malha hidroviária importante no seu passado.

A seguir foi construída a primeira estrada de ferro do Brasil, que ligava o porto de Mauá (Estação da Guia de Pacopaíba) à região de Fragoso. A estrada de ferro tornou-se um marco histórico da ocupação urbana, pois foi responsável pelo fim dos portos fluviais, da navegação pelos rios e dos caminhos de tropeiros, que hoje é cortada por duas grandes rodovias nacionais: a Presidente Dutra e a Washington Luiz. Mais recentemente foram completadas nos seus acessos pela Linha Vermelha e pela Via Light. Está em curso o projeto da rodovia que ligará pela BR 109 o Porto de Sepetiba, em Itaguaí, a Petrópolis, a Magé, a Teresópolis e ao restante do país (SONDOTÉCNICA, 2006).

A ocupação agrícola relacionada aos ciclos de pujança econômica do país (cana-de-açúcar, ouro, café e laranja) afetou sensivelmente a região em termos de degradação ambiental. Na década de 1930, Nova Iguaçu era a maior exportadora de laranjas da América Latina. Com a crescente ocupação urbana, boa parte da vegetação original de Mata Atlântica foi descaracterizada, no entanto 1/3 da Baixada Fluminense possui florestas nativas ou secundárias em avançado estágio de regeneração, principalmente nas áreas mais íngremes dos maciços de Tinguá e de Gericinó, onde existem as Unidades de Conservação - UC (Reserva Biológica do Tinguá, com cerca de 26.000 ha e o Parque Municipal de Nova Iguaçu, 1.000 ha). Nas demais áreas existem campos de capim colônia, capoeiras e capoeirões onde o capim e algumas árvores se intercalam (SONDOTÉCNICA, 2006).

A proliferação de cidades começou em 1943, com a emancipação de Duque de Caxias. A região recebeu muitos imigrantes do Brasil e do mundo, pois suas terras eram mais baratas que as da capital. A agricultura da cana-de-açúcar e do café atingiram profundamente a vegetação e a fauna locais. Atualmente a Baixada Fluminense tem cerca de 4 milhões de habitantes, um enorme mercado de bens e serviços, sendo o quarto mercado consumidor e o 12º PIB do país. O padrão do uso atual do solo e a cobertura vegetal da macrorregião da bacia de Sepetiba, a qual a BHRG faz parte, é mostrado a seguir na Figura 1.

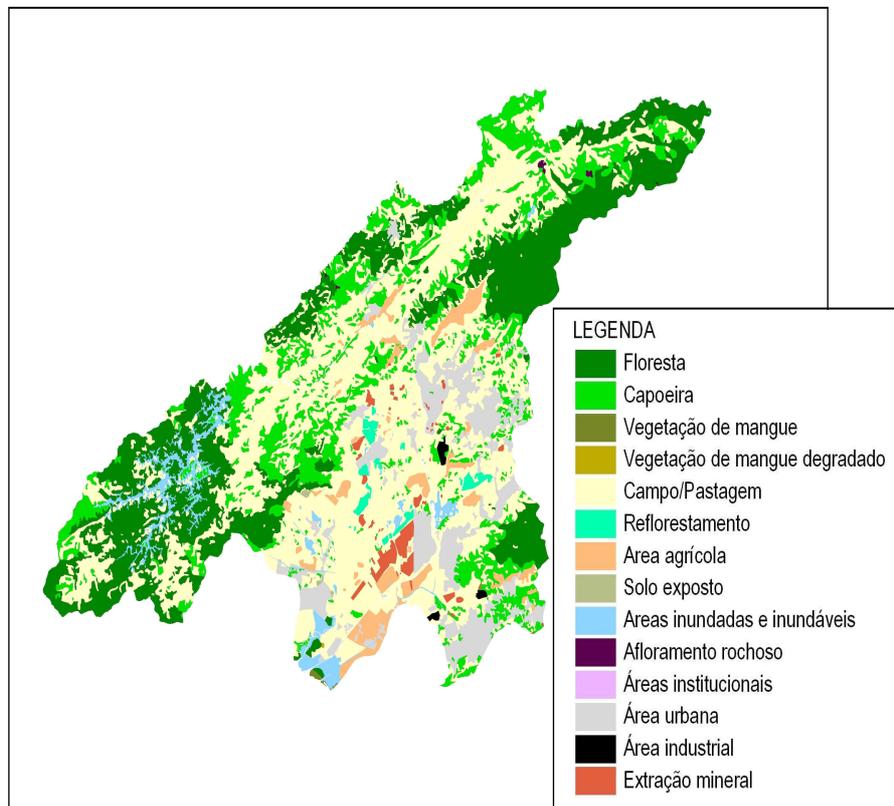


Figura1 - Padrão de uso e cobertura do solo na bacia de Sepetiba onde se insere a BHRG.

Fonte: Sondotécnica (2006).

5.5 Disponibilidade hídrica na BHRG

A disponibilidade hídrica do rio Guandu está diretamente relacionada ao armazenamento e operação dos reservatórios da região mais a montante, procedente do Estado de São Paulo. E, principalmente, da operação dos reservatórios do Complexo Hidrelétrico de Lajes (Figuras 2 e 3), responsável pelo aporte da maior parte da vazão no rio Guandu (transposição). Esta disponibilidade é influenciada pela grande utilização da água que ocorre no trecho do rio Guandu e de seus afluentes entre a Usina Hidrelétrica Pereira Passos e a foz do Canal de São Francisco, bem como a pequena demanda no trecho Pirai e Riberão das Lajes, a montante da Usina Hidrelétrica Pereira Passos.

Esta denominação de Complexo Hidrelétrico de Lajes é empregada quando considera-se o conjunto da Usina Hidrelétrica de Ribeirão das Lajes e as estruturas hidráulicas destinadas a transposição do rio Paraíba do Sul, onde a principal finalidade é o aproveitamentos hidrelétrico de uma de queda de água de 295,5m. Todas estas alterações na BHRG propiciaram o abastecimento energético e de água, sobretudo para a Região Metropolitana do Rio de Janeiro. A disponibilidade hídrica do rio Guandu, no trecho entre a Usina Hidrelétrica Pereira Passos e a foz, são apresentados na Figura 4.

5.6 Demandas hídricas superficiais na BHRG

No período de estiagem, a vazão mínima a jusante do Complexo Hidrelétrico de Lajes no rio Guandu é de 130 m³/s (LIGHT, 2001). Usualmente o Instituto Estadual do Ambiente do Estado do Rio de Janeiro (INEA) considera como vazão outorgável o valor correspondente a metade da vazão natural de $Q_{7,10}$ (vazão natural mínima média de 7 dias consecutivos, com probabilidade de ocorrer uma vez a cada dez anos). Portanto a vazão mínima garantida no rio Guandu é de 120 m³/s, enquanto que nos demais afluentes e também nos rio Guandu Mirim e Guarda é de 1,02 m³/s. Isto mostra a grande importância do Complexo para o Estado do Rio de Janeiro. A Tabela 4 apresenta a demanda de água na BHRG e no Canal de São Francisco.

Na Figura 5 são apresentados os perfis longitudinais de disponibilidade hídrica e de vazões médias ao longo do rio Guandu. Porém, não foram incluídas vazões destinadas aos usos de agropecuária e aquicultura, por terem sido totalizadas por municípios, além disso, foi considerado o uso consuntivo captado pela Usina Termelétrica de Santa Cruz.

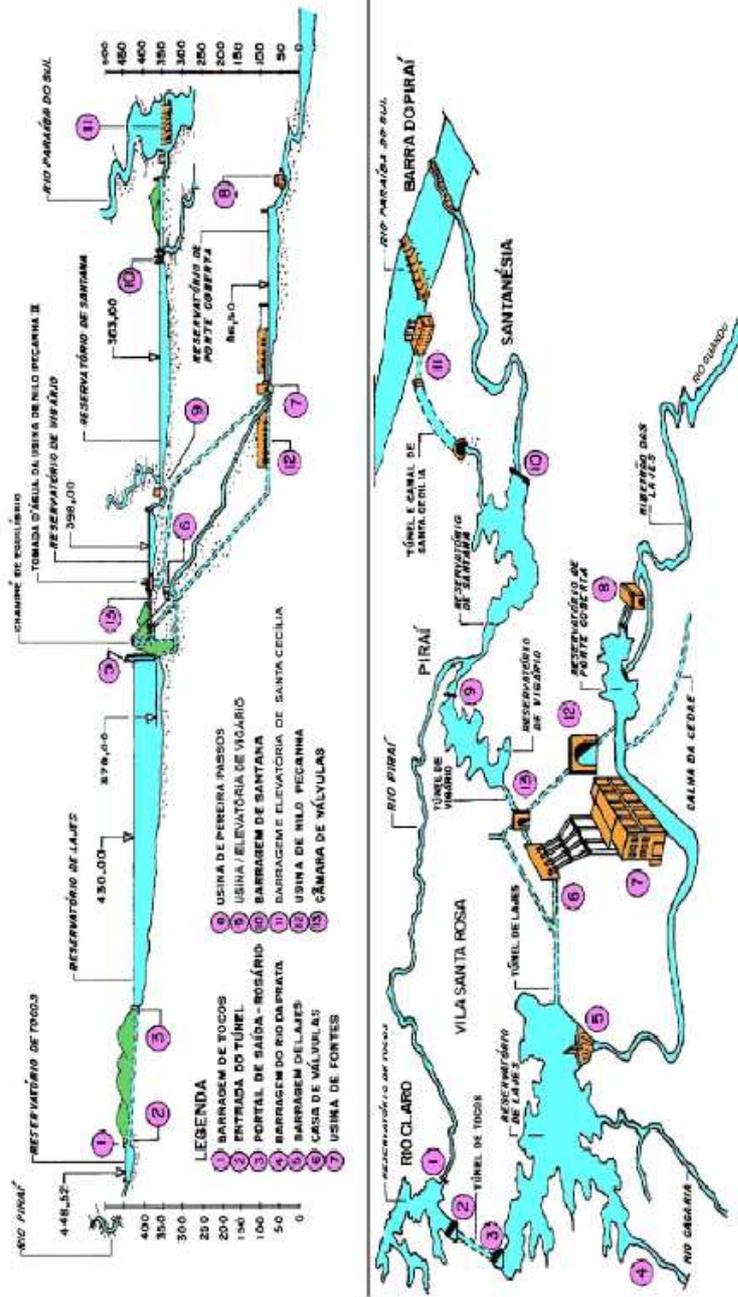


Figura 2. Esquema do Complexo Hidrelétrico de Lajes.

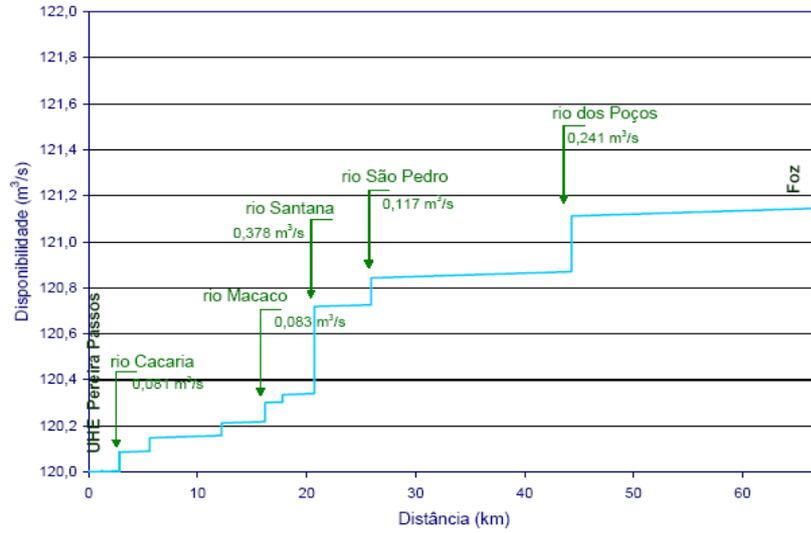


Figura 4. Disponibilidade hídrica ao longo do rio Guandu.
Fonte: Sondotécnica (2006).

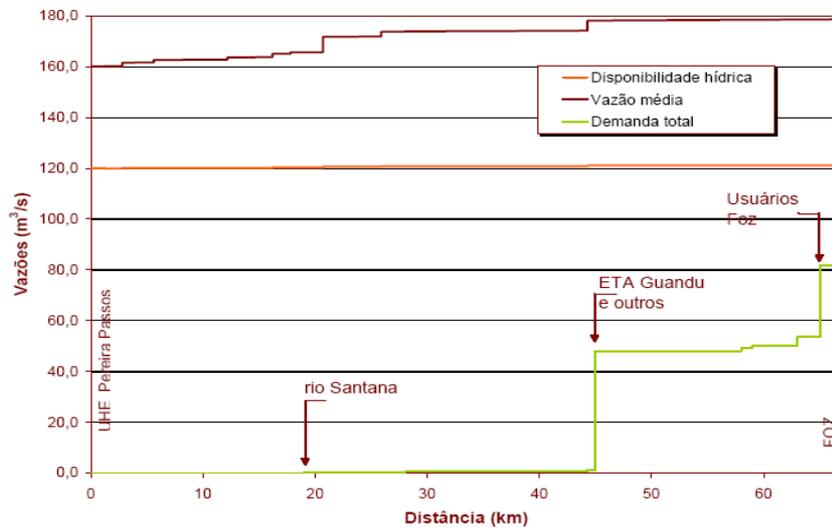


Figura 5. Demanda hídrica da BHRG.
Fonte: Sondotécnica (2006).

Tabela 4 - Demanda de Água na BHRG e no Canal de São Francisco.

Usuário	Manancial	Demanda (m ³ /s)
Prefeitura de Pirai	reservatório do ribeirão das Lajes	0,350
CEDAE-Miguel Pereira	rio Santana	0,100
CEDAE – Calha da CEDAE	ribeirão das Lajes	5,500
Eletrobolt	rio Guandu	0,083
El Paso	rio Guandu	0,122
Duke Energy 3 Brasil	rio Guandu	0,227
AMBEV	rio Guandu	0,725
CEDAE – ETA Guandu	rio Guandu	45,000
UTE de Paracambi (Ligth)	ribeirão das Lajes	0,400
UHE de Paracambi (Ligth)	ribeirão das Lajes	210,000
Ideal Standard Wabco Trane	rio Guandu	0,001
Indústria Frontinense de Látex	Afluente do rio Macaco	0,002
Rio de Janeiro Generation (Riogen)	rio Guandu	0,333
Fábrica de Tecido Maria Cândida	rio Ipê	0,015
Petrobrás – REDUC	rio Guandu	0,739
Petroflex	rio Guandu	0,260
Rio Polímeros	rio Guandu	0,206
Termorio	rio Guandu	0,447
Prefeitura Municipal de Japeri	rio dos Poços	0,112
Jolimoide de Roupas	rio Queimados	0,003
Companhia Siderúrgica Nacional (CSN)	canal de São Francisco	0,500
Inepar Energia	canal de São Francisco	1,400
Fábrica Carioca de Catalisadores (FCC)	canal de São Francisco	0,060
Gerdau/COSIGUA	canal de São Francisco	3,472
UTE de Santa Cruz*	canal de São Francisco	26,000
Companhia Siderúrgica do Atlântico (CSA)**	canal de São Francisco	21,000
Valesul Alumínio	Tributário do rio Caçã	0,006

* A vazão realmente outorgada é de 0,015 m³/s que corresponde à demanda de água doce, o restante usado no sistema de refrigeração é de água salobra, incluída na demanda, mas não na outorga.

** A vazão demandada corresponde à 3 m³/s para a Siderúrgica e 18 m³/s para a Usina Termelétrica, em estudo.

Fonte: Sondotécnica (2006).

A demanda futura da CEDAE para 2010 que era de 80 m³/s, está sendo reavaliada e ainda não foi divulgada pelo órgão. Mas a redução das perdas, bem como programas educativos de não desperdício da água, que atualmente orientam a gestão dos recursos hídricos do Estado, podem reduzir a demanda estipulada pela CEDAE para 25 m³/s.

5.7 Demandas hídricas subterrâneas na BHRG

A importância do conhecimento das águas subterrâneas para esta região é estratégica porque pode auxiliar no gerenciamento de crises hídricas, através de uma simples captação ou exploração em locais previamente selecionados.

Ao longo das últimas décadas a exploração das águas subterrâneas na BHRG, em termos de vazão ainda é pequena, ao considerar a grande vazão de água superficial que é transposta do rio Paraíba do Sul. Em certas regiões esta captação subterrânea é parcial ou integral por nascentes, quer devido à deficiência ou ausência de água encanada ou por motivos culturais (dada a crença popular que as águas das nascentes são as mais potáveis possíveis), de modo que a quantidade da água das nascentes dos principais afluentes do rio Guandu vem sendo comprometida, ainda mais considerando-se a não preservação da cobertura vegetal nas mesmas, processos erosivos e outros. A exploração de poços, por município da BHRG, pode ser observada na Tabela 5.

É possível observar por meio da Figura 6 que as captações de uso coletivo são superiores ao uso industrial. Este fato demonstra o uso múltiplo das águas e que a predominância de extração é realizada para fins de abastecimento público.

Tabela 5 – Exploração de poços por município.

Município	Poços profundos	Poços rasos	Cacimbas	Nascentes	Total
Miguel Pereira	3	2	3	5	12
Japeri	10	3	-	2	15
Queimados	7	2	7	8	26
Seropédica	31	5	1	1	38
Paracambi	10	-	-	3	13
Itaguaí	3	15	-	-	18
Paulo de Frontin	1	-	-	-	1
Nova Iguaçu	6	-	7	1	14
Rio de Janeiro	14	5	-	-	19
Total	85	33	18	20	156

Fonte: Sondotécnica (2006).

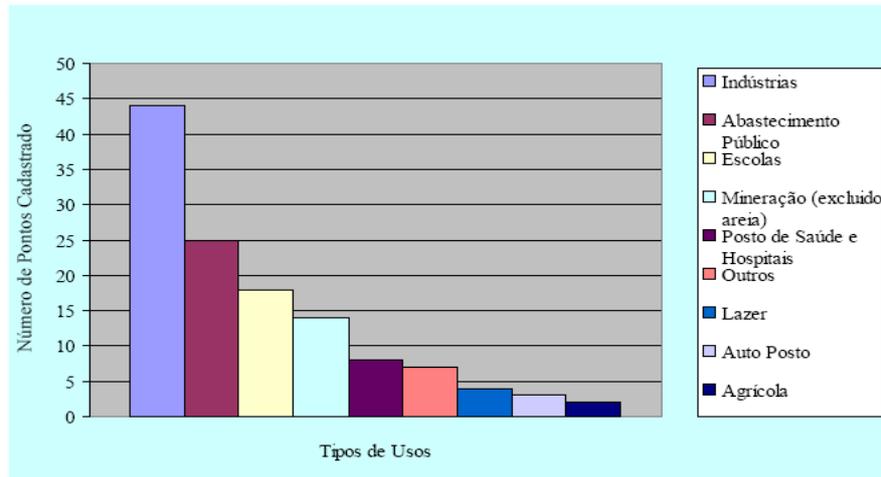


Figura 6 . Cadastro de pontos de captação de água para os diferentes tipos de uso.
Fonte: Sondotécnica (2006).

As captações são feitas por meio de poços profundos (profundidade média de 84 m). Estes são normalmente executados por firmas especializadas. Mas há também poços tubulares e cacimbas, com profundidades que variam de 10 a 15 m, podendo atingir até 30 m.

Muitos destes poços se encontram em condições suscetíveis à contaminação (Figura 9) devido à construção inadequada, além da desinformação dos proprietários ou descaso dos órgãos municipais

5.8 Qualidade das águas na BHRG

Segundo a Sondotécnica (2006), atualmente o rio Guandu tem como principais usos o abastecimento de água da população metropolitana e a diluição de esgotos domésticos e efluentes industriais, visando atender os limites dos parâmetros de qualidade de água estabelecidos pela legislação em relação ao enquadramento do corpo d'água. Devido ao crescente desenvolvimento das atividades urbanas, industriais e agrícolas sem planejamento adequado, a BHRG possui uma situação preocupante quanto a qualidade de suas águas. Isto ocorre devido aos sistemas de saneamento insuficientes, dispendendo de forma imprópria os resíduos industriais, domésticos e agrícolas. Cabe ainda ressaltar a utilização inadequada de defensivos agrícolas que comprometem

também a qualidade da água. Além destas fontes de poluição que contribuem para a degradação dos recursos hídricos, existe a erosão provocada por uso inadequado do solo, que é responsável pelo aumento significativo do aporte de sedimentos ao curso do rio Guandu, contribuindo para a diminuição a disponibilidade hídrica.

No ano de 2005, A Sondotécnica estimou que a carga orgânica potencial ($DBO_{5,20}$) de lançamento diário foi de 56 toneladas. Sendo que os níveis de tratamento proporcionam uma redução de 0,6% (carga potencial avaliada) do que é lançado no rio Guandu, portanto, uma eficiência de 80% de tratamento. Na Tabela 6, podem-se verificar as cargas potenciais geradas pelos municípios das bacias do rio Guandu, da Guarda e do Guandu Mirim.

Os municípios de Rio Claro e Pirai apresentam apenas os distritos de São João Marcos e Monumento no interior da bacia. No entanto, as contribuições de esgotos dos distritos de Santanésia, sede de Pirai, Lídice, Passa Três e sede de Rio Claro foram considerados na presente análise, tendo em vista que essas localidades drenam para o reservatório de Tocos ou para o rio Pirai, a montante da elevatória de Vigário. Dessa forma, suas águas são transpostas para a BHRG por meio do túnel Tocos-Lajes ou por meio do reservatório de Vigário.

Tabela 6 - Carga potencial de $DBO_{5,20}$ e vazão média de esgotos dos municípios das bacias dos rios Guandu, Guarda e Guandu Mirim.

Trecho	Município	DBO _{5,20} Potencial 2005 (kg/dia)	Vazão Média Esgoto (L/s)	Vazão Média esgoto por Bacia (L/s)		
				Guandu	Guarda	Guandu Mirim
Montante	Pirai	770,0	33,01	33,01		
Pereira Passos	Rio Claro	665,3	28,52	28,52		
Jusantede	Eng. Paulo de	346,4	14,85	14,85		
Pereira Passos	Frontin					
	Itaguaí	3427,8	146,94		146,94	
	Japeri	4919,9	210,90	210,90		
	Miguel Pereira	142,2	6,09	6,09		
	Nova Iguaçu	10054,8	431,02	215,51		215,51
	Paracambi	2129,7	91,29	91,29		
	Queimados	7149,4	306,47	306,47		
	Rio de Janeiro	22951,2	983,85			983,85
	Seropédica	3311,0	141,93		141,93	
	Vassouras	0,0	0,00			
	Total	54.432,3	2.333,34	845,12	288,87	1.199,36

Fonte: Adaptado de SONDOTÉCNICA (2006).

6. Alternativas para recuperação ambiental da BHRG

6.1 Medidas para prevenir e minimizar os impactos negativos da poluição hídrica na BHRG

As medidas mais importantes para mitigar os efeitos da poluição nas águas da bacia seriam: implantar as redes coletoras de esgoto ligadas as ETE's já existentes (ETE Guaratuba, Nova Era e Nova Belém) e colocar em funcionamento as ETE's ociosas da região, de modo a atender os limites estabelecidos dos parâmetros de qualidade da água estabelecidos pela Resolução CONAMA 357 (BRASIL, 2005), para a classe 2. Também é necessária a ampliação de novas redes de esgoto e novas estações de tratamento de esgoto doméstico.

Nos locais onde predominam as fossas sépticas é preciso uma manutenção rígida a cada três meses, para retirada do lodo. Este lodo poderia ter fins mais nobres sendo revertidos para recuperação destas sub-bacias do rio Guandu. Além disso, deveria ser feito um estudo desse lodo, de modo a determinar sua viabilidade na utilização como adubo orgânico na recomposição da mata ciliar e até mesmo na agricultura familiar da própria região. A técnica de transformar esse lodo em adubo orgânico já é dominada pela Embrapa Informática Agropecuária por meio de um processo misto para desinfecção e aproveitamento de lodo de esgoto e resíduos vegetais na agricultura. A pesquisa já concluída mostrou que é possível transformar lodo de esgoto doméstico em adubo orgânico empregando métodos de biodigestão (NOVAES et al., 2008).

Outra alternativa possível é instalar fossas biodigestoras (Figura 7), que é um sistema simples e barato de tratar o esgoto na zona rural ou onde falta saneamento básico. Nesse sistema, a tubulação do vaso sanitário é desviada para caixas de plástico, nos quais os coliformes fecais são transformados em adubo orgânico, pelo processo de biodigestão. Este processo é rico em macro e micronutrientes e pode ser utilizado para complementar a adubação de NPK (NOVAES et al., 2008).

A implantação do sistema apresentado na Figura 7 propiciaria a coleta de grande quantidade de adubo de alta qualidade para utilização na recuperação das matas ciliares e na agricultura familiar da região.

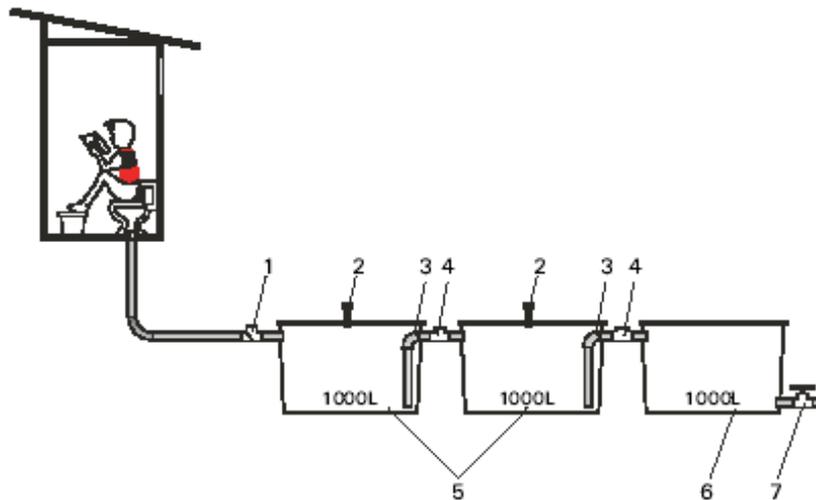


Figura 7. Esquema da fossa séptica biodigestora.
Fonte: Novaes et al. (2008).

Sabe-se que na prática não é tão simples a implantação de sistemas alternativos em regiões de baixo poder aquisitivo. Portanto, é necessário o investimento na educação ambiental nessas regiões, evidenciando a melhoria da qualidade de vida para a população local. Pois, tais sistemas (fossas sépticas biodigestoras) necessitam de uma manutenção periódica por parte do proprietário de cada residência, para que seus rejeitos líquidos sejam despejados nos corpos hídricos atendendo os limites estabelecidos pela legislação, levando-se em conta a classe em que o rio está enquadrado.

Cabe ressaltar ainda que quanto maior o nível de poluição dos rios, maior o custo que as companhias de abastecimento de água terão para tratar a água e, invariavelmente, este custo será repassado aos consumidores em geral.

Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), no que tange ao aspecto quantitativo, o Estado do Rio de Janeiro está na 21ª colocação no ranking de disponibilidade hídrica do país, ficando na frente apenas de Estados do nordeste como Pernambuco, Paraíba, Sergipe, Rio Grande do Norte e Alagoas. Por outro lado, a média de consumo de água no Brasil por habitante é de 140 l/dia e no Rio de Janeiro é de 231,9 l/dia (65% acima da média nacional). Além disso, ocorre um desperdício de

54,4% no sistema de distribuição (ligações clandestinas, vazamentos, falta de recursos para instalação de hidrômetros, extensão da rede de abastecimento e substituição de tubulações velhas, além de outros problemas), o que equivale a maior perda dos Estados do Sudeste. Nesse contexto, torna-se ainda mais urgente a multiplicação de campanhas contra o desperdício de água dentro de casa, nas indústrias, nas lavouras, e principalmente na companhia de abastecimento.

Uma gestão eficiente seria instalar hidrômetros para medir o consumo individual de água, substituir as tubulações velhas e impedir a multiplicação desenfreada de “gatos”, especialmente entre consumidores que poderiam pagar a conta. Isto serviria para reduzir o imenso desperdício que se observa no Rio de Janeiro, aumentar a arrecadação para custear os serviços de água e esgoto para as pessoas de menor poder aquisitivo. O desperdício nas residências poderia ser minimizado com a exigência de uso de equipamentos mais econômicos, sistemas de captação da água da chuva e de reuso da água de serviço nas regiões metropolitanas do Rio de Janeiro (Figuras 8 e 9).



Figura 8. Esquema de técnica para reúso de água do banho.
Fonte: Sociedade do Sol (2006a).

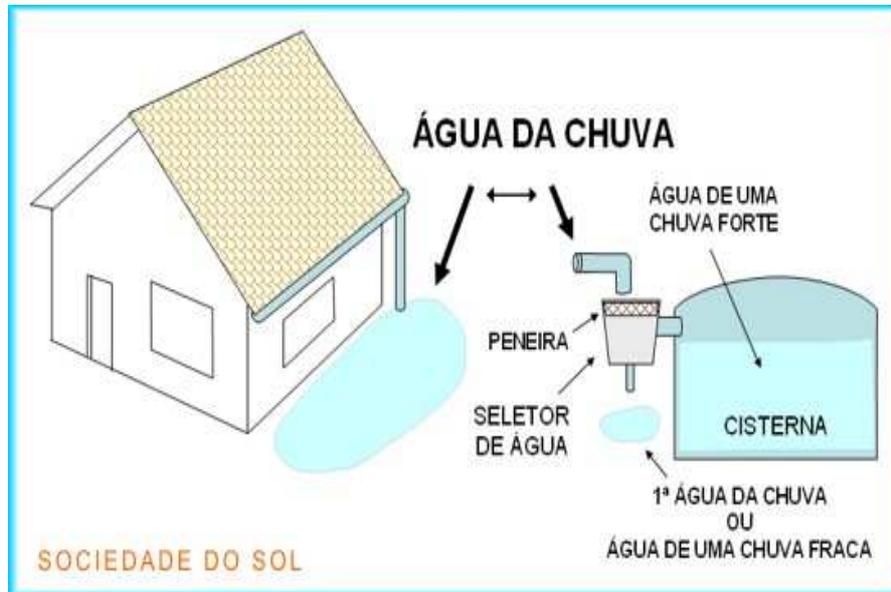


Figura 9. Esquema da utilização da água da chuva através de cisternas.
Fonte: Sociedade do Sol (2006b).

6.2 Extração mineral e recuperação na BHRG

O conhecimento dos areais inseridos na BHRG, bem como dos impactos ocasionados pela lavra e as medidas para minimizar estes impactos e recuperar as áreas degradadas por este tipo de atividade é importante para a elaboração do plano de recuperação ambiental da BHRG. A mineração é uma atividade que causa muitos impactos negativos ao meio ambiente, com reflexo direto na poluição dos rios, comprometendo assim a sua qualidade. Podem se listados os seguintes impactos negativos em mineração, ocasionados principalmente por extração de cava:

⇒ aumento da concentração de partículas em suspensão no curso d'água, em virtude do surgimento de fenômenos erosivos, decorrentes da exposição do solo às intempéries e pelo atrito do material mineral com o corpo líquido, durante o processo de extração de areia;

⇒ possibilidade de contaminação do curso d'água causada pelos resíduos provenientes de maquinários utilizados nos diferentes tipos de operações;

- ⇒ diminuição da infiltração de água no solo, devido à compactação ocasionada pelo uso de máquinas pesadas e à impermeabilização promovida pela instalação da infraestrutura do empreendimento;
- ⇒ incidência de processos erosivos no solo em virtude da interferência advinda da compactação e conseqüente depreciação da sua qualidade;
- ⇒ indução da instabilidade do solo no ambiente, tendo em vista a concentração de operações nestes locais para extração de areia;
- ⇒ diminuição da possibilidade de usos múltiplos da água, tendo em vista o aumento da sua turbidez e a possibilidade de sua contaminação durante a exploração da jazida;
- ⇒ supressão da vegetação local e do entorno;
- ⇒ estresse da fauna, ocasionado pela geração de ruídos advindos do trânsito de maquinários e pelo aumento de presença humana no local;
- ⇒ risco de acidentes de trabalho, já que há grande utilização de mão-de-obra braçal durante toda a vida útil do empreendimento;
- ⇒ aumento da possibilidade de ocorrer acidentes nos ambientes onde houver instabilidade do solo, por ocasião da concentração de operações para a extração de areia;
- ⇒ descaracterização do relevo, pondo em risco sítios de beleza, inibindo o fluxo turístico.

Ao longo das margens do rio Guandu, na região de Seropédica, dezenas de lagoas se formaram pela extração de areia e vários dos impactos negativos citados anteriormente podem ser observados. Contudo, a exploração de areia próximo ao rio Guandu alterou ao longo dos anos o seu perfil longitudinal, sendo que em alguns trechos as profundidades chegaram a superar 15 metros. As alterações da geometria do rio Guandu, podem ser vistas na Figura 10.

Os cursos d'água, responsáveis pelo abastecimento da bacia, receberam durante muitos anos de exploração de areia, lançamento direto dos rejeitos da mineração, composto de resíduos finos de areia e argila (na forma de lama e torrões). Além de incidentes que proporcionaram um expressivo aporte de sedimentos, como rompimento de diques marginais mal consolidados. Desta forma, a extração predatória na BHRG ocasionou um comprometimento ambiental significativo e de reparação difícil e dispendiosa.

Objetivando desacelerar o processo de degradação na BHRG, foi promulgada a Lei nº 3.760, de 2002, elaborada pelo Poder Legislativo do Rio de Janeiro, que criou a Área de Proteção Ambiental da BHRG (APA Guandu), a qual proibia a extração no leito do rio Guandu e nos terrenos situados em uma faixa de 500 m de ambas as margens, no percurso desde a Usina de Pereira Passos até a sua foz. No caso de seus afluentes, essa distância se reduzia para 100 m. Mas esta lei foi embargada na justiça sob alegação de inconstitucionalidade, surpreendendo a todos que aguardavam há anos medidas eficazes para a proteção ambiental da BHRG.



Figura 10. Alterações na geometria da seção do rio Guandu, a montante da tomada d'água da CEDAE, decorrentes da exploração inadequada de areia em cava e em leito.

Fonte: Sondotécnica (2006).

Medidas de recuperação a serem adotadas para a BHRG são o retaludamento de taludes instáveis, a recomposição da calha, a eliminação das conexões entre as lagoas e o rio, a recuperação da vegetação ciliar, dentre outras. Da mesma forma, a modalidade de extração em cava, ainda largamente desenvolvida na BHRG necessita de regras rígidas definidas no licenciamento ambiental. É essencial, que sejam estabelecidos os locais onde ainda é possível minerar, sem grandes comprometimentos futuros, com respaldo em um zoneamento ambiental mineralógico da planície sedimentar. Este zoneamento deverá levar em conta as potencialidades e fragilidades da BHRG, em relação as áreas para mineração, identificando as áreas mineradas em cava e em leito, que precisam ser devidamente licenciadas, exigindo que os atuais mineradores minimizem os erros do passado, contribuindo de forma positiva para a recuperação ambiental da BHRG.

A exploração realizada de modo a reduzir ao mínimo a geração de impactos é também mais econômica. Ações planejadas como concentrar as instalações de tratamento próximo à lavra, reduzindo as vias de acesso; conhecer as características geológicas da área para definição exata da vegetação a ser suprimida, evitando o desmatamento desnecessário; adquirir equipamentos novos ou bem regulados a fim de minimizar a emissão de poluentes; dentre outras; minimizam os impactos negativos. Estas medidas são conhecidas como medidas de controle ambiental e podem ser agrupadas em quatro modalidades (CAMPOS; FERNANDES, 2009):

⇒ controle político – fiscalização;

⇒ medidas mitigadoras – diz respeito a ações que visam atenuar os impactos;

⇒ recuperação – são ações visando o retorno do sítio degradado a uma forma de utilização de acordo com o plano pré-estabelecido do uso do solo; e,

⇒ monitoramento – serve para verificar se as demais medidas expostas acima estão cumprindo sua função. O monitoramento nada mais é que a quantificação da eficiência do sistema de controle proposto, servindo de ferramenta para as adequações e melhorias deste controle. Portanto, todas

as medidas implantadas deverão ser acompanhadas por monitoramentos, que podem variar desde verificações rotineiras e anotações em planilhas como é o caso do controle da flora.

É importante ressaltar que, para se ter um bom controle dos impactos, estes deverão ser a priori detectados. Para tanto, é necessário que o empreendimento minerário seja planejado desde a fase de sua concepção, durante o estudo de viabilidade econômica.

A degradação ocasionada pela extração de areia na BHRG é inerente ao processo minerário, sendo que a intensidade depende do volume explorado e a recuperação estará diretamente relacionada ao grau desta interferência. A recuperação destes sítios resultará numa paisagem estável, a qual tanto a degradação do solo quanto da água serão minimizadas. Deverão ser dadas condições para que o solo recupere as suas características naturais, proporcionando o restabelecimento da fauna e flora locais, além de proporcionar uma paisagem esteticamente agradável para a população.

O processo de recuperação de área degradada por extração de areia, que é dependente do grau de interferência ocorrido, pode ser realizado por meio de modos edáficos e vegetativos. O primeiro corresponde a medidas de sistematização de terreno, quanto ao segundo se refere ao restabelecimento da cobertura vegetal.

Os possíveis níveis de recuperação da área minerada podem ser: nível básico e parcial, recuperação completa e a que supera o estado original da paisagem antes da mineração. A recuperação das áreas mineradas da BHRG se enquadra na categoria de nível parcial, a qual se refere à recuperação da área a ponto de habilitá-la para algum uso, mas deixando-a ainda bastante modificada em relação a seu estado original.

As etapas de recuperação dos sítios degradados por mineração, de acordo com o Estudo de Impacto Ambiental (EIA)/Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) e Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), deverão envolver, segundo Ambiente Brasil, 2009, as seguintes etapas:

Pré- Planejamento - Estudos para descrever as condições ambientais antes de se iniciarem as intervenções, sendo a base para determinação de impactos e da recuperação. Deverão ser identificadas durante estes estudos as áreas de referência ou as que não serão alteradas durante a mineração e que poderão ser usadas para orientar o recobrimento vegetal das áreas degradadas. O RIMA identifica e, dentro do possível, quantifica todos os impactos associados com a mineração e atividades relacionadas, tais como a efetivação de medidas mitigatórias. O PRAD, utiliza-se dos documentos acima para preparar o plano de recuperação, sendo que este deve conter uma orientação passo a passo, para os procedimentos que serão empregados para a recuperação de todas as áreas degradadas pela mineração e atividades correlatas, como é o caso da recuperação da mata ciliar, de taludes, entre outras.

Estabelecimento de objetivos a curto e a longo prazo – definirá os produtos que devem ser obtidos com a recuperação, sendo que ao longo do tempo estes objetivos poderão ser reformulados em função dos resultados obtidos.

Remoção da cobertura vegetal e lavra - que possibilitará a diminuição dos impactos sobre os recursos hídricos, edáficos e visuais das áreas que ainda possuem extração e as que possivelmente poderão ser liberadas pelos órgão competentes. Existem procedimentos específicos para a retirada da vegetação e lavra, como por exemplo, a retirada de material com valor econômico (madeira), seguida da remoção completa da cobertura vegetal, do solo orgânico, do solo estéril e depois do minério, sendo que a deposição do solo deve ser feita concomitantemente com a escavação, respeitando a mesma sequência com qual foi retirado, possibilitando assim com que o solo mais fértil seja depositado na superfície.

Recuperação com obras de engenharia – esta fase se refere ao controle da água e dos taludes, visando assim uma estabilização das áreas mineradas. As técnicas que poderão ser utilizadas para controle hidrossedimentológico, controle de talude e de água na BHRG, são: desentulhamento do leito natural dos rios em áreas onde ocorrem grande problema de assoreamento, com retirada de entulhos com expressivo volume, fazendo uso de

retroescavadeira de material granulado; implantação de trabalhos de gradagem e revestimento, colocando vegetação temporária ou cobertura morta, quando ocorrer demora no estabelecimento da vegetação permanente; evitar o depósito dos restos das escavações nos cursos de água; evitar a modificação do leito original dos cursos de água; zelar pela qualidade da água, evitando a poluição da mesma durante a construção de pontes ou a instalação de canalização; construções de terraços (aumenta a estabilidade e favorece a recuperação) com solo compactado e coberto com vegetação adequada na base das escavações da mineração, diminuindo de forma acentuada a velocidade da enxurrada o que possibilitará o recebimento de seus sedimentos antes que atinjam o curso d'água.

Manejo do solo orgânico – terá que se fazer a retirada da vegetação e do horizonte superficial que cobre o minério, mas esta deverá ser de forma correta evitando perdas. O ideal para o armazenamento do solo orgânico é removê-lo e armazená-lo misturado com a vegetação do mesmo local, convertida mecanicamente em cobertura morta. O solo pode ser amontoado em camadas de terra de até 1,5 metros de altura e de 3 a 4m de largura, com qualquer comprimento. O solo armazenado deve ser protegido dos raios solares por cobertura de palha. Antes da devolução do solo orgânico ao local de origem, a superfície do depósito de estéril a ser recuperado deverá ser escarificada em curvas de nível a uma profundidade de pelo menos 1 metro, para atenuar a compactação. Após a aplicação do solo orgânico, a escavação deverá ser repetida. Para o cultivo de gramíneas, recomenda-se que esses solos sejam espalhados numa espessura de 5 a 8 cm. Para plantio de árvores ou arbustos, a profundidade deve ser superior a 30 cm.

Preparação do local para plantio - é essencial que se conheçam as características nutricionais do solo onde será realizado o plantio. O fertilizante mais usado pelas mineradoras é o composto de nitrogênio-fósforo-potássio (NPK). Utiliza-se também uma rocha fosfatada, especialmente no plantio de espécies arbóreas. Este fertilizante tem uma solubilidade lenta sendo utilizado para garantir um suplemento de fósforo a longo prazo para as plantas. Também utiliza-se o corretivo calcário quando o solo apresenta alta acidez. O tratamento dos solos com cinzas industriais pode atenuar também este problema,

pelo menos parcialmente. O uso de resíduos de esgoto sanitário, aplicação de cavacos de madeira dura, esterco, bagaço de cana, serragem e outros materiais também são medidas potenciais para a redução da acidez do solo. Deve-se dar maior ênfase ao uso de corretivos orgânicos, especialmente ao uso de produtos residuais orgânicos da vizinhança. Com a escarificação profunda, os corretivos deverão ser incorporados com o uso de máquinas que se movimentem ao longo das curvas de nível. A superfície final deverá ser áspera, tanto para interromper o escoamento das águas pluviais como para criar microhabitats para germinação de sementes.

Seleção de espécies de plantas - torna-se necessário, antes do processo de revegetação com espécie da Mata Atlântica no caso da BHRG, o plantio na primeira fase de espécies de substrato pobre (leguminosas), visando a recuperar o solo. Nota-se que nas áreas da BHRG, onde aconteceu este processo, essas espécies de caráter provisório, que deveriam ser substituídas, permanecem até hoje, impossibilitando o andamento do processo de recuperação. A escolha de espécies para utilização em recuperação de áreas degradadas deve ter como ponto de partida estudos da composição florística da vegetação remanescente da região. As espécies pioneiras e secundárias iniciais deverão ter prioridade na primeira fase da seleção. Pode-se buscar três opções que poderão ser utilizadas isoladamente ou em conjunto (AMBIENTE BRASIL, 2009):

- a) utilização de espécies florestais para aplicação no modelo de sucessão secundária;
- b) espécies florestais para formação de povoamentos puros;
- c) utilização de espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas.

O ponto de maior importância a ser considerado com relação ao revestimento vegetal de áreas mineradas é a sobrevivência das plantas nas condições extremamente adversas do local. A escolha da espécie deve considerar o seu valor econômico potencial, a influência da planta sobre a fertilidade do solo, a utilidade da planta como abrigo e alimento para fauna e o efeito estético.

Espécies nativas devem ter preferência sobre as introduzidas. As últimas em geral podem apresentar problemas futuros, como, por exemplo, a susceptibilidade a doenças ou a insetos, a exclusão de outra vegetação desejável, a inibição do ciclo de nutrientes, a susceptibilidade ao fogo, a exclusão da fauna, a exigência de muita água, dentre outros. Desta forma, as espécies introduzidas podem atender a objetivos de curto prazo. Algumas espécies de gramíneas introduzidas são bem adaptadas para produzir uma rápida cobertura protetora para o solo. Se a produção de lenha é outro objetivo a curto tempo, o eucalipto parece insuperável em termos de produção de biomassa.

As espécies lenhosas usadas em recuperação são predominantemente árvores nativas. As mais utilizadas são: Bracatinga-*Mimosa scabrella*, Eucalipto-*Eucalyptus* spp, Ipê Amarelo-*Tabebuia* spp, Ingá-*Inga* spp, Pinheiro-*Pinus* spp, Acácia-*Acacia* spp, Angico-*Parapiptadenia rigida*, Canjica-*Peltophorum dubium*, Leucena-*Leucaena leucocephala*, Guatambu-*Balfourodendron riedelianum*.

Outras espécies também utilizadas são: Aroeira-vermelha-*Schinus terebinthifolius*, Pitanga do Campo-*Eugenia uniflora*, Araçá-Amarelo-*Psidium catleianum*, Tarumã-*Vitex megapotamica*, Açoita-cavalo-*Luehea divaricata* e Camboatá-vermelho-*Cupania vernalis*.

Quase a totalidade das mineradoras utiliza espécies de gramíneas introduzidas, pois a falta de sementes, a ausência de conhecimento sobre adequação das espécies e os problemas de germinação têm desencorajado o uso das gramíneas e outras espécies nativas. Algumas espécies de gramíneas úteis para revestimento vegetal de taludes são (AMBIENTE BRASIL, 2009):

Gramma Bermuda (*Cynodon dactylon* [L.] Pers);

Gramma Forquilha (*Paspalum notatum* Fluegg, var. *latiflorum*);

Gramma Pensacola (*Paspalum notatum* Fluegg, var. *saurae* Parodi, cv Pensacola);

Gramma Missioneira (*Axonopus compressus* [Swartz] Beauv. var. *jesuiticus* Araújo);

Grama de Jardim (*Stenotaphrum secundatum* [Walther] Kuntz);

Capim Chorão (*Eragrostis curvula* [Schrad] Nees);

Capim Quiquio (*Pennisetum clandestinum* Hochst);

Capim Pangola (*Digitaria decumbens* Stent.);

Capim barba-de-bode (*Aristida jubata* [Arech] Herter);

Capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth);

Grama Cinzenta (*Paspalum nicorae* Parodi).

É preciso considerar também a importância das leguminosas lenhosas e herbáceas na seleção de espécies, em virtude da possibilidade de fixar o nitrogênio da atmosfera. Um bom exemplo de herbácea nativa que deve ser utilizada é a *Schrankia* spp. Exemplos de leguminosas de verão: milho e mucuna-preta; leguminosas de inverno: aveia preta e ervilhaca. Grande parte dessas espécies apresenta elevada produção de biomassa com significativo aporte de folhas ao solo, proporcionando assim rápida formação de *litter*, e conseqüentemente, intensa ciclagem de nutrientes.

A fauna deve ser considerada quando se selecionam espécies de plantas para recuperação. A recuperação não deve somente empenhar-se em estabelecer o habitat faunístico, mas atrair a fauna para os locais recuperados, com o propósito de incrementar a diversidade de espécies de plantas.

Propagação de espécie - a propagação de espécies refere-se ao crescimento de espécies lenhosas em um viveiro para plantio posterior em áreas a serem recuperadas. A altura média das mudas deve ser de 50 cm. Plantam-se mudas maiores quando há muita competição com gramíneas no local ou quando pode haver danos por animais ou pelo próprio homem. A mistura mais usada nos viveiros para preencher os saquinhos é a seguinte: solo vegetal enriquecido com material como esterco, húmus de minhoca, serragem, vegetação, vegetação morta e uma camada de terriço da floresta. Todos os viveiros aplicam nitrogênio, fósforo e potássio à mistura de solo e alguns adicionam uma mistura de micronutrientes.

Plantio – utiliza-se em recuperação de áreas mineradas duas técnicas básicas de cultivo: sementeira ou plantio de mudas. A escolha do método depende de fatores como a natureza da área a ser semeada, o tamanho e a capacidade germinativa das sementes e as características de propagação de espécies individuais. A sementeira pode ser feita a lanço ou por hidrossemeadura. Ao invés de enterrar sementes em sulcos, a sementeira a lanço as deixa exposta na superfície do local, exigindo o recobrimento por uma camada de solo. A hidrossemeadura é uma técnica mecanizada, semelhante à sementeira a lanço. O aparelho utilizado consta de tanque, bomba, agulheta e motor. A mistura de sementes, água e fertilizantes pode ser lançada a uma distância de 60 metros. As vantagens da hidrossemeadura são: capacidade de atingir áreas inacessíveis (declives íngremes, por exemplo), rapidez e economia.

Em geral, é mais recomendado plantar as gramíneas um pouco antes da época chuvosa, quando se pode contar com a precipitação. Uma cobertura de gramíneas pode também ser obtida por meios vegetativos, utilizando placas de grama ou estolões, porém, são medidas extremamente onerosas.

O plantio de mudas envolve em primeiro lugar a escavação de uma cova, o espaçamento médio deve ser de aproximadamente 4 x 4 metros. O espaçamento depende das espécies selecionadas e do uso futuro a que será destinado o solo. As plantações de eucalipto têm espaçamento menor, enquanto as árvores nativas têm espaçamento mais amplo. A prática do plantio de árvores juntamente com gramíneas é recomendada, uma vez que as gramíneas asseguram uma boa proteção do solo, enquanto as árvores vão crescendo.

Manejo da área após plantação - as seguintes medidas devem ser implantadas para assegurar a sobrevivência e o crescimento da vegetação e melhorar a estética do local a ser recuperado (AMBIENTE BRASIL, 2009):

⇒ plantar para enriquecer a diversidade de espécies;

⇒ desbastar a vegetação;

⇒ controlar a invasão por ervas;

- ⇒ controlar processos erosivos;
- ⇒ repelir roedores ou outros consumidores de sementes e plantas na fase de implantação das áreas de recuperação;
- ⇒ irrigar o local quando necessário;
- ⇒ corrigir a acidez do local e suplementar suas necessidades com fertilizantes ao longo do tempo;
- ⇒ cercar a área ameaçada por animais de grande porte;
- ⇒ inspecionar as plantações para evitar o ataque de pragas e tomar as medidas necessárias a cada caso;
- ⇒ proteger a área contra o fogo descontrolado.

Após a revegetação com gramíneas e/ou árvores, um segundo plantio é planejado, em que a mistura e a diversidade de espécies deverão ser aumentadas, criando-se uma comunidade vegetativa mais permanente. Em áreas recentes de recuperação, deve-se evitar o pastoreio, até que a vegetação possa suportar tal uso. As técnicas de controle de incêndios incluem aceiros, remoção de vegetação de alto risco (particularmente o capim-gordura) e educação ambiental em relação aos efeitos danosos do fogo. A erosão pode ser controlada fazendo-se uma escavação manual para restabelecer drenagem adequada, seguida pelo preenchimento do sulco da erosão e seu plantio. As formigas cortadeiras podem ser controladas com inseticidas. O controle de ervas daninhas deve ser feito enquanto as mudas das árvores são bem pequenas, não necessitando mais fazê-lo após o crescimento.

Em relação à produção de mudas de espécies nativas e à revegetação de áreas degradadas, mais recentemente foram lançadas algumas publicações da Embrapa que merecem ser consultadas, sendo elas: Tavares et al. (2008), Resende et. al. (2009) e Bonnet et al. (2009).

6.3 Recuperação de matas ciliares na BHRG

O termo mata ciliar ou ripária é empregado para designar as florestas ou matas que ocorrem nas margens de cursos de água. Segundo Lima e Zakia (2000), os limites da zona ripária não são facilmente demarcados. Os limites laterais se estenderiam até o alcance da planície de inundação, porém, deve-se considerar os fenômenos de cheias. O limite a montante seria a cabeceira, mas durante parte do ano a zona saturada da microbacia se expande, implicando na necessidade de considerar, também, as áreas côncavas das cabeceiras.

A expressão floresta ciliar envolve todos os tipos de vegetação arbórea vinculados às margens dos rios. Fitoecologicamente, trata-se da vegetação florestal às margens do curso d'água, portanto, o conceito de mata ou floresta ciliar pode ser aplicado para todo o território brasileiro, uma vez que ocorrem em todos os domínios morfoclimáticos e fitogeográficos do país. Quanto às florestas de galeria, sua ocorrência está associada explicitamente aos domínios do Cerrado (AB'SABER, 2004).

Rodrigues e Naves (2004) abre uma discussão nomenclatural de formações ciliares uma vez que a heterogeneidade ambiental define padrões fisionômicos distintos. Ele menciona que na atual classificação do IBGE, acrescentou-se o termo "aluvial" no final da designação usada para cada região fitoecológica brasileira, como por exemplo: Floresta Ombrófila Densa Aluvial (RODRIGUES; NAVES, 2004).

Em classificações anteriores (VELOSO, 1966; VELOSO et al., 1974; VELOSO; GÓES FILHO, 1982 *apud* Rodrigues e Naves, 2004), o termo "floresta de galeria" é designado para descrever as florestas ribeirinhas localizadas em regiões onde a vegetação do interflúvio não era florestal (savana e estepe) e o termo "floresta ciliar" era usado nas descrições de formações ribeirinhas onde a vegetação do interflúvio também era florestal. Atualmente, esses termos aparecem sempre entre aspas, sendo que o termo floresta de galeria foi praticamente retirado de todas as descrições, enquanto que o termo floresta ciliar aparece apenas na descrição de floresta ombrófila densa aluvial. Durante a elaboração deste trabalho, em todas as pesquisas voltadas a zona ripária no domínio do Cerrado, usou-se o termo mata/floresta de galeria.

Na legislação brasileira o termo floresta/mata ciliar é usado de forma muito genérica designando qualquer formação florestal que ocorra ao longo do curso d'água. Como os fatores que definem a formação ribeirinha são complexos, a construção nomenclatural para designação dessas formações tem que ser informativa e esclarecedora para o entendimento da nomenclatura usada. Martins (2001) conclui que para efeitos práticos, em termos de recuperação e legislação, o termo mata/floresta ciliar tem sido usado de forma genérica para todos os tipos de formações vegetais ocorrentes ao longo dos cursos d'água independente do tipo de vegetação de interflúvio.

A importância das florestas ao longo dos rios e ao redor de lagos e reservatórios fundamenta-se no amplo espectro de benefícios que este tipo de vegetação traz ao ecossistema, exercendo função protetora sobre os recursos naturais bióticos e abióticos.

Do ponto de vista dos recursos bióticos, estas matas, estendendo-se às vezes por longas distâncias como uma faixa de vegetação contínua, ora mais estreita, ora mais larga, criam condições favoráveis para a sobrevivência e manutenção do fluxo gênico entre populações de espécies animais que habitam as faixas ciliares ou mesmo fragmentos florestais maiores por elas conectados.

O equilíbrio dos ecossistemas aquáticos depende diretamente da proteção da vegetação ciliar que atenua a radiação solar, abastece o rio com material orgânico e age como reguladora das características químicas e físicas da água dos rios, mantendo-as em condições adequadas para a sobrevivência e reprodução da ictiofauna (LIMA; ZAKIA, 2000).

Apesar do seu papel relevante na manutenção da biodiversidade, a sua importância vem sendo ressaltada, sobretudo, por desempenhar proteção dos recursos hídricos, como:

- ⇒ escoamento das águas da chuva;
- ⇒ diminuição do pico dos períodos de cheia;
- ⇒ estabilidade das margens e barrancos de cursos d'água;

⇒ ciclo de nutrientes existentes na água, entre outros.

Para Lima e Zakia (2000), a mata ciliar atua na diminuição e filtragem do escoamento superficial impedindo ou dificultando o carreamento de sedimentos para o sistema aquático, contribuindo, dessa forma, para a manutenção da qualidade da água nas bacias hidrográficas.

Funciona como uma espécie de barreira, onde as raízes das árvores ajudam a fixar o solo junto às margens, dificultando o desmoronamento dessas margens e o assoreamento do curso d'água. Também a mata ciliar pode barrar toda espécie de poluentes que possam afetar a qualidade das águas dos rios, como excessos de adubos e agrotóxicos utilizados na lavoura, dentre outros.

A mata ciliar também participa do controle do ciclo de nutrientes na bacia hidrográfica, através de ação tanto do escoamento superficial quanto da absorção de nutrientes do escoamento subsuperficial pela vegetação ciliar. As copas das árvores interceptam e absorvem a radiação solar, contribuindo para a estabilidade térmica dos pequenos cursos d'água (LIMA; ZAKIA, 2000).

Os solos sem cobertura florestal reduzem drasticamente sua capacidade de retenção de água de chuva, causando processos erosivos que favorecem também o assoreamento dos rios (LANCELOTTI; SOUZA, 2006). Além do processo de urbanização, as matas ciliares sofrem pressão antrópica também por uma série de fatores. São áreas diretamente afetadas por construção de hidrelétricas, abertura de estradas em regiões com topografia acidentada e implantação de culturas agrícolas e de pastagem. Sendo assim, o desmatamento foi e ainda é a principal causa antrópica de degradação das matas ciliares para expansão de áreas cultivadas nas propriedades rurais, para expansão da área urbana, obtenção de madeira, extração de areia dos rios, empreendimentos e outros (MARTINS, 2001).

Esse processo de eliminação das matas ciliares resultou num conjunto de problemas ambientais, como a extinção de várias espécies da fauna e flora, mudanças climáticas locais, erosão dos solos, eutrofização e assoreamento

dos cursos d'água, constantes inundações, doenças de veiculação hídrica e modificação da paisagem.

Durante anos, a sociedade como um todo suportou (inclusive com perdas econômicas) as consequências da degradação ambiental, porque se acreditava que esses prejuízos eram necessários à produção. Quando se tornou possível estimar os prejuízos econômicos causados por essa degradação é que se percebeu que havia um saldo negativo entre a produção e a degradação gerada. Mas apesar de existirem leis que proíbem a ocupação e desflorestamento de área de mata ciliar, consideradas como APPs, a fiscalização por parte dos órgãos ambientais é insuficiente e ainda tem-se um grande déficit em termos de área de mata ciliar.

Segundo o roteiro de Restauração de Mata Ciliar (SEMADS, 2002), para que haja a restauração é necessário que se tenha conhecimento do ecossistema, estrutura e dinâmica do ambiente onde a mata ciliar será recuperada para que sirva de referência para o novo ecossistema restaurado. A riqueza de espécies e a diversidade genética em suas populações; dinâmica da sucessão ecológica nesses ecossistemas e interação ecológica entre plantas e animais, devem ser bastante enfatizados nos programas de recuperação de matas ciliares.

Desta forma, a reabilitação de um ambiente degradado ou perturbado consiste na recuperação das características estruturais e funcionais do mesmo. Para tanto, é necessário efetuar o plantio misto de espécies nativas já adaptadas às condições naturais do ambiente, que possam vir a oferecer uma série de atributos ambientais e propriedades emergentes permitindo o estabelecimento natural de novas espécies. Também é de fundamental importância o número de espécies e a maneira como elas serão implantadas. Os animais também têm papel importante, pois eles atuam na reprodução das espécies arbóreas (seja como polinizadores ou dispersores das sementes). É importante ressaltar que o enfoque deve ser sistêmico, ou seja, deve-se considerar que as demais atividades praticadas no entorno da área a ser recuperada influenciam diretamente no sucesso do processo de recuperação (UNESCO, 2002).

Para se obter um bom resultado no processo de recuperação, todos os passos deverão ser bem consolidados, desde a produção das mudas – não só as diferentes técnicas devem ser abordadas, mas também a produção de sementes de boa qualidade fisiológica e genética para essas mudas a serem produzidas. A questão do custo da aplicação é, sem dúvida, um dos maiores limitadores à adoção de propostas de restauração por pequenos produtores descapitalizados, por isso há a necessidade de se criar novos modelos de replantio que possam reduzir os custos.

Para escolha ou criação de um modelo de associação de espécies, precisa-se conjugar conhecimentos básicos sobre ecologia, demografia, genética, biogeografia com informações sobre o ambiente físico e biológico da região onde irá ser implantado. “A interação dos conhecimentos teóricos básicos e as informações sobre a área e a tecnologia disponível é que vão determinar qual o modelo mais adequado para cada situação” (SEMADS, 2002).

A implantação da vegetação vai depender das características como declividade, topografia, condições edáficas (físico-químicas) e a cobertura vegetal presente, assim como a área e o modo como será implantado (mecanizado, semimecanizado ou manual) são fatores que vão determinar a escala do reflorestamento. Para a revegetação são sugeridas as seguintes etapas (SEMADS, 2002):

- ⇒ pré-plantio – preparação do solo;
- ⇒ plantio – alocação das mudas no campo e
- ⇒ pós-plantio – manutenção e replantio.

Se a área a ser restaurada estiver sujeita a pisoteio de animais ou pessoas é necessário que se isole a mesma. Os tipos de preparação são distintos e vão depender da condição da área e do objetivo do plantio. As etapas mais importantes são (FEHIDRO, 2009):

- ⇒ limpeza da área – erradicação ou controle das espécies invasoras que possam competir com as mudas;

⇒ combate às formigas – estes insetos têm alta capacidade de danificar o plantio, podendo levar as mudas à morte;

⇒ alinhamento e marcação das covas;

⇒ coveamento – deve-se avaliar as dimensões das covas a serem feitas em função do recipiente que contém as mudas;

⇒ adubação – se necessário, devido à baixa fertilidade do solo em que, geralmente, a floresta é implantada.

O transporte das mudas também é importante e deve acontecer de modo que ocorra menor dano possível. Se acaso a muda ficar estocada por mais de um dia, ela deverá estar sombreada e receber suplementação de água. Ressalta-se ainda que é preciso fazer o replantio (substituição das mudas mortas ou com problemas irreparáveis) em uma etapa futura.

Existem muitos modelos de recuperação de áreas ciliares degradadas disponíveis, mas a escolha de um deles vai depender de uma série de fatores como informação sobre condições ecológicas da área, aspectos da paisagem regional, estado de degradação, disponibilidade de mudas e sementes, dentre outros.

As florestas, dependendo do seu nível de degradação, são capazes de se regenerar naturalmente. A sucessão secundária se encarrega de promover e conduzir a vegetação através de uma série de estágios sucessionais, caracterizados por uma série de grupos de plantas que vão se substituindo por um tempo até alcançar uma comunidade bem estruturada e mais estável (MARTINS, 2001).

Os modelos de recuperação podem ser agrupados em simples e complexos (MARTINS, 2001). No modelo simples poucas espécies e arranjos de espécies são utilizados (normalmente para conter a erosão inicial do solo). Os modelos complexos buscam recuperar as funções ecológicas da mata ciliar através da utilização de um elevado número de espécies e combinando espécies de diferentes grupos sucessionais. Este modelo tem custo mais elevado na implantação, porém, a longo prazo, como resultado as funções da floresta são restabelecidas.

É importante considerar que o processo de criação e seleção de modelos de recuperação está em constante aprimoramento. Abaixo segue alguns modelos que Martins (2001) apresenta:

⇒ Modelo de reflorestamento homogêneo;

⇒ Modelo de ilhas vegetativas;

⇒ Modelo de plantio ao acaso;

⇒ Modelos sucessionais: plantio em linha com duas espécies, plantio em linha com várias espécies, plantio em quincôncio, plantio em módulos e plantio adensado; e

⇒ Modelo de restauração de matas ciliares remanescentes.

A Lei nº 4.771 de 1965 (Código Florestal) considera como Áreas de Preservação Permanente (APP) as florestas e demais formas de vegetação situadas ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água; ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais; nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água"; nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45° e no topo de morros, montes, montanhas e serras. De acordo com a Lei nº 3.760 de 2002 Art. 2º, a Área de Proteção Ambiental do Rio Guandu deveria compreender todos os terrenos situados numa faixa de largura de 500 metros, de ambas as margens em toda a extensão do curso de água, desde a Usina Pereira Passos até a sua desembocadura na baía de Sepetiba, incluindo os trechos denominados Ribeirão das Lajes (trecho de montante), rio Guandu (trecho intermediário) e Canal de São Francisco (trecho de jusante), assim como as cabeceiras e a faixa de 100 metros de ambas as margens de seus afluentes rios Macacos, Cacaraia, Santana, São Pedro, Poços, Queimados e Ipiranga. Também os rios que estão com altos índices de poluição, como os rios Queimados, Ipiranga, Poços, Abel e Cabuçu, de acordo com a legislação, teriam que ter 100 metros de mata ciliar preservados em ambas as margens do rio. Porém, deve ser levado em consideração a população ribeirinha e as dificuldades em se cumprir tais leis.

A BHRG encontra-se sob domínio da Mata Atlântica (floresta Ombrófila Densa). De acordo com o diagnóstico preliminar da região feito pela Sondotécnica (2006), toda a cobertura florestal remanescente da floresta ombrófila encontra-se em diferentes estágios de sucessão secundária, não havendo mais vegetação florestal primária. Desses remanescentes secundários, foram diferenciadas duas classes: 1) floresta em estágio avançado de regeneração e 2) floresta em estágio inicial e médio de regeneração.

1) Floresta em estágio avançado de regeneração: fisionomia arbórea, cobertura fechada formando um dossel relativamente uniforme no porte, podendo apresentar árvores emergentes com sub-bosque já diferenciado em um ou mais estratos formados por espécies esciófilas (que preferem sombra); grande variedade de espécies lenhosas com DAP (diâmetro à altura do peito) médio de 20 cm e altura superior a 20 m; comunidade com idade acima de 25 anos; há cipós, trepadeiras e abundância de epífitas; a área basal média é superior a 28 m²/ha, serrapilheira sempre presente com intensa decomposição; as espécies arbóreas podem ser remanescentes do estágio médio acrescidas de outras que caracterizam este estágio.

2) Floresta em estágio inicial ou médio de regeneração: *Estágio inicial* - fisionomia herbáceo-arbustiva, cobertura aberta ou fechada, com a presença de espécies predominantemente heliófitas; plantas lenhosas, quando ocorrem apresentam DAP médio de 5 cm e altura média de até 5 m; os indivíduos lenhosos pertencem a, no máximo, 20 espécies botânicas por hectare; as espécies são de crescimento rápido e ciclo biológico curto; a idade da comunidade varia de 0 a 10 anos; a área basal média é de 0 a 10 m²/ha; as epífitas são raras, podendo ocorrer trepadeiras; ausência de sub-bosque; serrapilheira, quando existente, forma uma camada fina pouco decomposta, contínua ou não. *Estágio médio* - fisionomia arbustivo-arbórea, cobertura fechada com início de diferenciação em estratos e surgimento de espécies de sombra; as espécies lenhosas, por sombreamento, eliminam as componentes herbáceas ou de pequeno porte do estágio inicial; as árvores têm DAP médio variando de 10 a 20 cm, a altura média varia de 5 a 12 m e a idade entre 11 e 25 anos; sempre existente uma serrapilheira, na qual há sempre muitas plântulas; a área basal média varia de 10 a 28 m²/ha; muitas árvores do

estágio inicial podem permanecer, porém mais espessas e mais altas; sub-bosque presente; trepadeiras, quando presentes são predominantemente lenhosas; outras espécies arbóreas surgem nesse estágio sendo dele indicadoras.

O modelo de recuperação da mata ciliar, que se encontra em estágio inicial ou médio de regeneração, a ser adotado poderá ser o sucessional, baseado na combinação de espécies de diferentes grupos ecológicos ou categorias sucessionais. Este modelo parte do princípio de que espécies de início de sucessão, intolerantes à sombra e de crescimento rápido, devem fornecer condições ecológicas, principalmente sombreamento, favoráveis ao desenvolvimento de espécies finais da sucessão. A introdução das mudas deve ser feita antes do período de chuvas.

A área onde a floresta se encontra em estágio avançado de regeneração deve ser isolada e retiradas as espécies invasoras, assim a regeneração ocorrerá naturalmente. As matas ciliares apresentam uma heterogeneidade florística elevada por ocuparem diferentes ambientes, ao longo das margens dos rios. A grande variação de fatores ecológicos nas margens dos cursos d'água resultam em uma vegetação arbustivo-arbórea adaptada a tais variações.

Como foi mencionado anteriormente, serão utilizadas combinações de espécies pioneiras de rápido crescimento, junto com espécies não pioneiras. Deve-se selecionar espécies atrativas à fauna, respeitando a tolerância das mesmas à umidade do solo. As espécies a serem introduzidas foram escolhidas com base em avaliações florísticas e ecológicas da vegetação remanescente nas proximidades e de estudos realizados nessa e em outras áreas próximas à BHRG.

Devido à dificuldade na obtenção de sementes de muitas espécies, são sugeridas neste estudo apenas 10 espécies arbóreas para o plantio, sendo sete espécies classificadas como pioneiras (pioneiras e secundárias iniciais) e três espécies como não pioneiras (secundárias tardias e clímax) como pode ser observado na Tabela 7, permitindo o enriquecimento natural da área degradada pela entrada de sementes provindas de fragmentos próximos. Selecionaram-se espécies que ocorrem naturalmente em matas ciliares, com

certo grau de rusticidade e algumas espécies fixadoras de nitrogênio (Leguminosas). Maiores informações sobre as espécies selecionadas para a recuperação da mata ciliar na BHRG encontra-se em anexo.

Tabela 7 - Espécies nativas selecionadas para a recuperação de mata ciliar na BHRG, com os respectivos nomes científicos, nomes populares, grupo ecológico (G. E).

Nome científico	Nome popular	G.E.
<i>Centrolobium microchaete</i>	Araribá-amarelo	Secundária inicial
<i>Cecropia glaziovi</i>	Embaúba-vermelha	Pioneira
<i>Schizolobium parahyba</i>	Guapuruvu	Secundária inicial
<i>Inga sessilis</i>	Ingá-macaco	Secundária inicial
<i>Alchornea triplinervea</i>	Tapiá	Secundária inicial
<i>Mimosa bimucronata</i>	Maricá	Pioneira
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	Pau-Jacaré	Secundária inicial
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Guanandi	Clímax
<i>Tabebuia umbellata</i>	Ipê da várzea	Secundária tardia
<i>Euterpe edulis</i>	Palmitreiro	Clímax

Através de indicadores de recuperação será possível definir se o projeto necessita sofrer novas interferências ou até mesmo ser redirecionado. Os insetos (indicadores biológicos) são bons indicadores, assim como indicadores vegetativos (regeneração natural, o desenvolvimento de mudas, a fisionomia, a diversidade, a chuva de sementes, a produção de serrapilheira e outros).

É interessante ainda incentivar a criação de Reserva Particular do Patrimônio Natural –(RPPN), implantação de corredores ecológicos em pequenas propriedades para prevenir e reduzir a fragmentação da Mata Atlântica e permitir a conectividade de áreas protegidas, como uma das formas socioeconômicas de interagir com o meio.

Além disso, é viável a criação ou adaptação de viveiros para produção de mudas, atendendo às necessidades do projeto e ampliando futuramente para

o mercado externo. Quanto aos viveiros de mudas a questão da inclusão social não deve ser esquecida. O processo de implantação e operação de um viveiro pode ser feito por pessoas de diferentes idades, sexo, portadoras de necessidades especiais e, principalmente, que vivem no local, conhecendo as espécies vegetais, dispersores e outros aspectos relacionados ao desenvolvimento da vegetação a ser replantada. Desta forma, associar novas tecnologias de produção de mudas ao conhecimento local deve ser meta deste projeto.

6.4 Educação ambiental e ecoturismo na BHRG

Propõe-se um projeto denominado “Caminho Guandu” que objetiva despertar o olhar crítico da população, buscando a conscientização quanto aos problemas e consequências da ocupação desordenada na BHRG, visando ações preventivas e mitigadoras com a participação direta da comunidade e parcerias público-privadas.

O projeto consiste na estruturação de um passeio com percurso de barco ao longo do rio Guandu, que percorrerá cerca de 2 km parando em 6 pontos estratégicos para abordagens sobre o meio ambiente. Em cada ponto a abordagem seria específica para um aspecto do ambiente, como por exemplo:

1. **A cidade e o rio** - relações do planejamento urbanístico – saneamento básico, moradia e, consumo consciente dos recursos naturais;
2. **Movimento da água** - o ciclo hidrológico, a influência do clima, dos rios afluentes, preservação de nascentes e do solo e outros;
3. **Lazer** - atividades de mínimo impacto ambiental;
4. **Ecosistema** - como os elementos da natureza se integram e se complementam;
5. **Produção de alimentos** - preservação da água, do solo e da vegetação para termos melhores condições de produzir alimentos de forma sustentável;
6. **Biodiversidade** – a importância em preservar a fauna e flora, suas relações, aspectos relacionados aos ecossistemas terrestres e aquáticos.

O passeio poderá ser guiado por monitores da região, devidamente capacitados, que poderiam promover também eventos ecológicos com a comunidade como, por exemplo, multirões de limpeza das margens do rio e replantio de mudas, com o apoio dos órgãos públicos e privados. Também seria interessante produzir material didático e de divulgação do projeto, como cartilhas, folderes, cartazes e outros.

A implantação de um projeto ecoturístico, além de valorizar os aspectos ambientais do local, resgata o valor histórico e cultural elevando a auto-estima da população quando percebe a possibilidade de reverter o quadro de condições de degradação ambiental para um outro de sustentabilidade, como podemos ver nos princípios de ecoturismo a seguir (AMBIENTE BRASIL, 2009):

⇒ promover e desenvolver o turismo, em bases cultural e ecologicamente sustentáveis;

⇒ promover e incentivar investimentos em conservação dos recursos naturais e culturais utilizados;

⇒ fazer com que a conservação beneficie, materialmente, comunidades envolvidas, pois, servindo de fonte de renda alternativa, estas se tornarão aliadas às ações conservacionistas;

⇒ deve ser estruturado com técnicas de mínimo impacto, de modo a ser uma ferramenta de proteção e conservação ambiental;

⇒ educar e motivar as pessoas para que percebam a importância em se conservar a cultura e a natureza locais.

O turismo fomenta vários setores da economia como transportes, infraestrutura de hospedagem (campings, pousadas e hotéis) e alimentação (lanchonetes, bares, restaurantes e produções caseiras), além das atividades propriamente desenvolvidas. Desta forma, torna-se importante um envolvimento das prefeituras que compõem a BHRG com o projeto, assim como o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) e outros órgãos relacionados ao turismo, pois a recuperação das paisagens naturais e estruturação de propriedades rurais com potencial turístico, inclu-

sive gerando renda, são importantes para que o projeto seja auto-sustentável, sem esquecer ainda da qualificação da mão-de-obra local.

A Baixada Fluminense, em especial a BHRG já possui alguns investimentos e atrativos turísticos, mas fazer dessa área um pólo requer perseverança e investimentos na melhoria da qualidade de vida local. Na Tabela 8 são destacados 4 municípios da Baixada Fluminense, com seus atrativos naturais e culturais, fundamentais para o desenvolvimento do turismo.

Tabela 8 - Atrativos naturais e culturais de alguns municípios da Baixada Fluminense.

Município	Atrativo Natural	Atrativo Cultural
Japeri	- Trekking em Vales e Picos - Rampa de Vôo Livre e Parapente	- Complexo Esportivo Berçário do Urubu - Campo de Golfe
Queimados		- Estação Ferroviária inaugurada por D. Pedro II - Feira de Artesanato
Seropédica	- Cavalgadas - Cachoeiras	- Turismo Histórico - Universidade Rural
Nova Iguaçu	- 1 Geoparque do Estado - Pólo de Ecoturismo e Esportes de Aventura - Rampa de Vôo Livre e Parapente	- Turismo de Negócios - Turismo Histórico

Contudo, quando se fala em investir em infraestrutura e melhorar os atrativos turísticos da região é preciso pensar em traçar e dar manutenção às vias acessos, aumentar a arborização e o saneamento básico, evitar problemas como desabamento de encostas, enchentes e outros que possam interferir no acesso e circulação de veículos e pessoas.

7. Considerações finais

O processo de degradação dos recursos naturais no Brasil, principalmente em decorrência do uso inadequado do espaço físico e pela falta de cuidados no uso do solo e água tem gerado graves prejuízos socioeconômicos e ambientais.

Neste contexto é que a degradação da BHRG ocorreu, principalmente nas últimas décadas. A intensificação das atividades antrópicas resultante do crescimento populacional e pelo desenvolvimento econômico da região aconteceu sem um planejamento de uso dos recursos naturais. A degradação ambiental resultante abrange todos os setores da sociedade, tanto nas áreas urbanas quanto no espaço rural, contribuindo para um aumento na escassez dos recursos hídricos nesta bacia, que é responsável pelo abastecimento da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

Constatou-se no diagnóstico ambiental, a partir de dados secundários, que as principais ações antrópicas que contribuíram e vêm contribuindo para essa degradação são: desmatamento de áreas para a agricultura e pecuária; uso inadequado do solo nas áreas urbanas; lançamento de esgotos não tratados das cidades ribeirinhas e das indústrias diretamente no rio Guandu e seus afluentes; processos erosivos devido à agricultura e mineração, má construção e manutenção de estradas rurais; variações do nível da água no rio em consequência da operação dos reservatórios; perdas e desperdícios no uso da água e no sistema de abastecimento das cidades, dentre outros.

Com base nos problemas ambientais identificados na BHRG, o presente trabalho compilou algumas informações e alternativas de recuperação ambiental viáveis para a região, especificando alguns aspectos importantes que devem ser considerados neste processo. Como exemplos de medidas que podem ser tomadas para a recuperação ambiental da BRRG, visando mitigar os impactos negativos nos recursos hídricos, tem-se o licenciamento e manejo adequado de todas as extrações minerais na BHRG, proteção e replantio de APPs, principalmente de matas ciliares e tratamento prévio de esgotos domésticos e industriais.

Além disso, investimentos devem ser destinados à implantação efetiva da educação ambiental em todos os níveis da sociedade na BHRG, bem como à implantação de projetos ecoturísticos na região. Sendo assim, a recuperação ambiental da BHRG só poderá ser atingida com a participação de todos os atores sociais que fazem uso de seus recursos, por meio de um processo participativo de mudanças de conceitos, atitudes e comportamentos funda-

mentados no entendimento que o homem faz parte do meio ambiente. Esta discussão e participação vem sendo exercitada na BHRG no âmbito do seu Comitê de Bacia, com vistas à utilização dos instrumentos de gestão de recursos hídricos preconizados pela Política Nacional de Recursos Hídricos.

8. Bibliografia citada e consultada

AB'SABER, A. N. O suporte geomorfológico das florestas beiradeiras (ciliares). In: RODRIGUES, R. T.; HERMÓGENES, de F. L. F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUNESP: FAPESP, 2004.

AMBIENTE BRASIL. **Atividades de Mineração**. Disponível em: < http://ambientes.ambientebrasil.com.br/gestao/areas_degradadas/atividades_de_mineracao.html >. Acesso em: 10 set. 2009.

BONNET, A.; RESENDE, A. S. E.; CURCIO, G. R. **Manual de plantio de espécies nativas para o Corredor Ecológico do Comperj**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2009. 155 p.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n° 357, de 23 de janeiro de 2005. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Disponível em: < www.mma.gov.br/port/conama >. Acesso em: 01 set. 2006.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n° 001, de 23 de janeiro de 1986. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 17 fev. 1986. Disponível em: < www.mma.gov.br/port/conama >. Acesso em: 01 set. 2006.

CAMPOS, E.; FERNANDES, L. **Controle ambiental aplicado em produção de agregados**. Disponível em: < <http://www.cetec.br/agregados/conteudo/Contribu%C3%A7%C3%A3o%20Edson%20Estev%C3%A3o%20Lima%20Ferreira.pdf> >. Acesso em: 01 set. 2009.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. Degradação ambiental. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia e meio ambiente**. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2000. p.33-379.

ENGEL, V. L.; PARROTA, J. A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P. Y. et al. (Ed.). **Restauração ecológica de ecossistemas**. Botucatu: FEPAF, 2003. p. 1 - 26.

FEHIDRO. **Roteiro para Elaboração de projetos de recuperação florestal**. Disponível em: <http://sigam.ambiente.sp.gov.br/Sigam2/repositorio/126/documentos/biblioteca_tab/documentos/manual_fehidro_21mai09.pdf>. Acesso em: 01 set. 2009.

IBAMA. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação**. Brasília: MINTER:IBAMA, 1990. 96 p.

IBGE. **Saneamento: problema crônico**. Disponível em: <<http://rjtv.globo.com/Jornalismo/RJTV/0,MUL123005-9107-45,00-SANEAMENTO+PROBLEMA+CRONICO.html>> Acesso em: 01 set. 2009.

LANCELOTTI, A.; SOUZA, J. M. **Mata ciliar: porque é importante preservar?** Disponível em: <<http://educar.sc.usp.br/licenciatura/2003/vt/mataciliar.html>>. Acesso em: 01 mai. 2006.

LIMA, W. de P.; ZAKIA, M. J. B. **Hidrologia de matas ciliares**. Piracicaba: IPEF, 2000.

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares**. Viçosa, MG: Editora Aprenda Fácil, 2001.

NOVAES, A. P.; SIMÕES, M. L.; MARTIN NETO, L.; CRUVINEL, P. E.; SANTANA, A.; NOVOTNY, E. H.; SANTIAGO, G.; NOGUEIRA, A. R. A. **Utilização de uma fossa séptica biodigestora para melhoria do Saneamento Rural e desenvolvimento da Agricultura Orgânica**. Disponível em: <http://www.caprilvirtual.com.br/Artigos/fossa_septica_embrapa.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2008.

RESENDE, A. S.; CURCIO, G. R., BONNET, A. **Produção de mudas de espécies arbóreas nativas e suas relações ambientais no Corredor Ecológico do Comperj**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2009. 87 p.

RODRIGUES, R. R.; NAVES, A. G. Heterogeneidade florística das matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP: FAPESP, 2004.

SEMADS. **Atlas das unidades de conservação da natureza do Estado do Rio de Janeiro**. São Paulo: Metalivros, 2002. 148 p.

SOCIEDADE DO SOL. **Manual do projeto experimental de reúso de água familiar do banho para o vaso sanitário**. Disponível em: <<http://www.sociedadedosol.org.br>>. Acesso em: 03 out. 2006a.

SOCIEDADE DO SOL. **Manual de instrução de manufatura e instalação experimental do aproveitamento de água de chuva para residência urbana**. Disponível em: <<http://www.sociedadedosol.org.br>>. Acesso em: 03 out. 2006b.

SONDOTÉCNICA. **Diagnóstico preliminar das bacias dos rios Guandu, Guarda e Guandu-Mirim**. Brasília : ANA, 2006.

TAVARES, S. R. L.; MELO, A. S.; ANDRADE, A. G.; ROSSI, C. Q.; CAPECHE, C. L.; BALIEIRO, F. C.; DONAGEMMA, G. K.; CHAER, G. M.; POLIDORO, J. C.; PRADO, R. B.; FERRAZ, R. P. D.; PIMENTA, T. S. **Curso de Recuperação de Áreas Degradadas: a visão da ciência do solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. (Embrapa Solos. Documentos, 103).

UNESCO. **Vegetação no distrito federal: tempo e espaço**. 2. ed. Disponível em: <http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/pol/vegetacao_df_2002.pdf>. Acesso em: 01 set. 2009.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

AMADOR, E. da S. **Baía de Guanabara e ecossistemas periféricos: homem e natureza**. Rio de Janeiro, 1997.

BASTOS, A. C.; ALMEIDA, J. R. Licenciamento ambiental brasileiro no contexto da avaliação de impactos ambientais. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J.T. (Org.). **Avaliação e perícia ambiental**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 1999.

MACEDO, A. C. **Revegetação: mata ciliares e de proteção ambiental**. São Paulo: Fundação Florestal, 1993.

Anexo

**Informações sobre as espécies selecionadas para a
recuperação de mata ciliar**

1) Araribá-amarelo (*Centrolobium microchaete*)

Família: Fabaceae (Leguminosae Papilionoidae)

Ocorrência natural: Ceará, Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, Sergipe e São Paulo.

Onde plantar: Em planícies, várzeas de rios e início das encostas em locais livres de geadas. É portanto indicada para restauração de mata ciliar. Prefere solos profundos, moderadamente a bem drenados e de textura média.

Aspectos ecológicos: Secundária inicial, ocorre em associações secundárias sendo bastante frequentes nos capoeirões situados em solos úmidos; é rara no interior da mata primária. Pode formar agrupamentos densos ao longo de rios e riachos. Medianamente tolerante ao frio. Apresenta brotação na base, após o corte.

2) Embaúba-vermelha (*Cecropia glaziovii*)

Família: Cecropiaceae

Ocorrência natural: Bahia, Goiás, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo e Paraná.

Onde plantar: Nos fundos de vales e início das encostas, em solos argilosos e com teores médios a elevados de matéria orgânica, em locais não sujeitos a geadas. Tem bom desempenho na restauração de mata ciliar em solos de textura arenosa e média com indícios de lençol freático elevado.

Aspectos ecológicos: Pioneira. Ocorre na floresta primitiva e nas formações secundárias. Não tolera frio; apresenta brotação de colo após danos por geadas. Visitada por muitas espécies de abelhas em busca de pólen e néctar e por aves atraídas pelos frutos.

3) Guanandi (*Calophyllum brasiliense*)

Família: Clusiaceae (Guttiferae)

Ocorrência natural: Mato grosso, Mato Grosso do Sul, Bahia, Goiás, Distrito Federal, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo e Paraná.

Onde plantar: Preferencialmente em áreas de Terras Baixas, Aluvial e Submontana em solos brejosos, alagadiços, com textura arenosa a média, em locais não sujeitos a geadas. Em plantios experimentais, desenvolve-se melhor em solos bem drenado, com textura argilosa.

Aspectos ecológicos: Espécie clímax ocorrendo sempre em áreas úmidas ou alagadas e nas margens dos rios, geralmente em terrenos arenosos. Apresenta regeneração natural abundante na sombra e pode ocorrer com frequência muito alta em áreas alagadas. Não tolera frio.

4) **Guapuruvu** (*Schizolobium parahyba*)

Família: Caesalpinaceae

Ocorrência natural: Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Onde plantar: A pleno sol em locais não sujeitos a geadas, solos férteis, profundos, úmidos e bem drenados. Indicada para plantio misto para restauração florestal em locais não sujeitos a inundação.

Aspectos ecológicos: espécie secundária inicial não longeva, exclusiva de Floresta Atlântica, comum na vegetação secundária, principalmente em capoeiras e matas abertas. Pode formar grupamentos densos em grandes clareiras florestais. É rara em floresta alta e densa. Ocorre na planície às margens dos rios e no início das encostas, onde ocupa o dossel superior da floresta. Não tolera frio. Apresenta brotação após o corte na base e em todo o tronco. Visitada por várias espécies de abelhas em busca do pólen.

5) **Ingá-macaco** (*Inga sessilis*)

Família: Mimosaceae (Leguminosae Mimosoidae)

Ocorrência natural: Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Onde plantar: Nos domínios das formações Terras Baixas e Submontana, em locais não sujeitos a geadas. Em plantios experimentais desenvolve-se melhor em solos argiloso, bem drenado e fértil.

Aspectos ecológicos: Secundária inicial. É encontrada na planície, no fundo dos vales e no início das encostas, quer em associação primária ou secundária. É típico das florestas ciliares. Não tolera frio. Apresenta brotação após o corte.

6) Ipê-da-várzea (*Tabebuia umbellata*)

Família: Bignoniaceae

Ocorrência natural: Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Onde plantar: Nas planícies e várzes úmidas, brejosas e parcialmente encharcadas durante o verão, como as de sua ocorrência natural, locais não sujeitos a geadas.

Aspectos ecológicos: Secundária tardia. Característica exclusiva na zona da mata pluvial da encosta Atlântica, ocorrendo em planícies e várzeas úmidas ou mesmo encharcadas, onde é uma das espécies mais freqüentes. Visitada por abelha mirim-preguiça (*Frisella schrottkyi*) em busca de pólen.

7) Maricá (*Mimosa bimucronata*)

Família: Mimosaceae (Leguminosae Mimosoidae)

Ocorrência natural: Alagoas, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Onde plantar: Preferencialmente em várzeas e locais sujeitos a inundações periódicas. Entretanto, adapta-se a solos arenosos e franco argilosos, bem drenados. Sementes coletadas na região litorânea não devem ser plantadas em locais sujeitos a geadas.

Aspectos ecológicos: Pioneira. Há dois ecotipos (variedades) bem distintas, com resistência diferenciada ao frio. O material originário da região litorânea é muito sensível ao frio, enquanto o proveniente do planalto é tolerante. A espécie é muito agressiva e característica, principalmente de associações secundárias litorâneas em solos úmidos e brejosos, onde forma densos agrupamentos. Ocorre também na vegetação secundária do interior, onde ocorrem "maricazais", principalmente em terrenos mal drenados, em afloramentos de rochas e terrenos pedregosos de basalto. Árvore de vida curta, de 20 a 30 anos. Rebrotta fortemente após o corte, na base e em diferentes alturas. Visitada por várias espécies de abelhas em busca de pólen e néctar.

8) Palmitero (*Euterpe edulis*)

Família: Arecaceae (Palmae)

Ocorrência natural: Pernambuco, Bahia, Mato Grosso do Sul, Goiás, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Onde plantar: Em áreas semelhantes as de sua ocorrência natural, que abrangem as formações vegetais Aluvial (margens de rios), Terras Baixas, Submontana e início da Montana, com solos variando de arenosos e argilosos e de bem a moderadamente drenados. Evitar solos arenosos com acentuado déficit hídrico e solos encharcados, assim como locais sujeitos a geadas.

Aspectos ecológicos: Clímax. Apresenta grande frequência e densidade, exceto nas formações secundárias. A concentração de palmiteros é maior onde a presença de água é acentuada. A regeneração natural da espécie é intensa. Não tolera frio. Não rebrotta após o corte. Visitada por aves, roedores e mamíferos em busca de fruto.

9) Pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*)

Família: Mimosaceae (Leguminosae Mimosoidae)

Ocorrência natural: Bahia, Mato Grosso do Sul, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Santa Catarina.

Onde plantar: Nos mais variados tipos de solos, inclusive nos pedregosos e com severa deficiência química, em locais não sujeitos a geada. Em plantios experimentais, os melhores resultados têm sido observados em solos com média a alta fertilidade química, bem drenados e com textura média a argilosa.

Aspectos ecológicos: Secundária inicial. Comum na vegetação secundária em capoeira, capoeirão e floresta secundária; invade terrenos abandonados. É espécie tipicamente gregária. Não tolera frio. Apresenta brotação vigorosa da touça. É planta apícola, visitada por várias espécies de abelha silvestre e doméstica em busca de pólen e néctar.

10) Tapiá (*Alchornea triplinervea*)

Família: Euphorbiaceae

Ocorrência natural: Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Bahia, Goiás, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Onde plantar: De preferência nas áreas livres de geadas, nas formações Aluviais, Terras Baixas e Submontana. Adapta-se a solos com as mais diferentes condições físicas. Indicada na recuperação de mata ciliar.

Aspectos ecológicos: Secundária inicial, preferindo matas mais abertas e clareiras, onde apresenta boa regeneração natural debaixo das árvores adultas, após roçada. Não tolera frio, suporta inundação e possui boa capacidade de rebrota.