



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – UERJ
FACULDADE DE ENGENHARIA – FEN
NÚCLEO DE ESTUDOS E PROJETOS - NEP



ESTUDOS PARA A REVITALIZAÇÃO AMBIENTAL DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUAPI-AÇU E MACACU

PROPOSTA DE SERVIÇOS E ESTIMATIVA DE CUSTOS

ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

- OUTUBRO/2015 -



Rio de Janeiro, 01 de outubro de 2015

A

ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - ALERJ

Rua Primeiro de Março, s/n - Centro, Rio de Janeiro – R.J.

COMISSÃO PARLAMENTAR DE INQUÉRITO – CRISE HÍDRICA

Att. Dr. LUIZ PAULO – PRESIDENTE DA COMISSÃO

Ref.: Proposta de Serviços nº 012/2015

Prezados Senhores,

Temos a satisfação de apresentar, em anexo, nossa proposta para a execução de serviços de **“Estudos para a Revitalização Ambiental das Bacias Hidrográficas dos Rios Guapi-Açu e Macacu”** no âmbito da CPI da ALERJ.

Nossa proposta, cujos interesses transcendem aos predominantemente comerciais, visa um trabalho de parceria com a Universidade, de forma a também manter uma relação de cooperação técnica e suporte acadêmico, abrindo novos caminhos tanto para a **UERJ** como para a **ALERJ**.

Outrossim, esperamos poder demonstrar nossa experiência no segmento da “prestação de serviços”, colocando à vossa disposição nosso corpo técnico, composto por professores, técnicos e alunos, integrantes dos diversos Departamentos da Faculdade de Engenharia.

Igualmente nossos laboratórios e demais instalações poderão ser utilizados para o desenvolvimento do projeto referenciado.

Esperando ter atendido, plenamente, a todos os requisitos solicitados por V.Sas., colocamo-nos ao inteiro dispor para quaisquer esclarecimentos adicionais que porventura se façam necessários.

Atenciosamente,

PROF^a. MARIA EUGENIA MOSCONI DE GOUVÊA
Diretora da Faculdade de Engenharia



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – UERJ
FACULDADE DE ENGENHARIA – FEN
NÚCLEO DE ESTUDOS E PROJETOS - NEP



PROPOSTA DE SERVIÇOS Nº 012/2015

Solicitante: ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - CPI



SUMÁRIO

01 – APRESENTAÇÃO

01.1 – DA UERJ

01.2 – DA FACULDADE DE ENGENHARIA

02 – OBJETIVO DA PROPOSTA

03 – JUSTIFICATIVA

04 – ESCOPO DOS SERVIÇOS

05 – METODOLOGIA

06 – PROGRAMAÇÃO DO TRABALHO E RESULTADOS ESPERADOS

07 – RESPONSABILIDADES

07.1 – DA UERJ

07.2 – DA ALERJ

08 – PRAZO E CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

09 – ESTIMATIVA DE CUSTO DOS SERVIÇOS

10 – FORMA DE PAGAMENTO

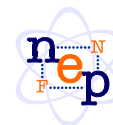
11 – RECURSOS HUMANOS, EQUIPAMENTOS E MATERIAIS

12 – COOPERAÇÃO TÉCNICA / SUPORTE ACADÊMICO

13 – CONDIÇÕES GERAIS

14 – REFERÊNCIAS

15 – VALIDADE DA PROPOSTA



01 – APRESENTAÇÃO

01.1 - DA UERJ

A Universidade do Estado do Rio de Janeiro – **UERJ**, uma das mais importantes instituições de ensino superior do País, tem como meta a excelência acadêmica nas áreas de ensino, pesquisa e extensão.

Transformando o conhecimento acadêmico em produtos de qualidade, a **UERJ** estimula a participação de professores e alunos na prestação de serviços, tanto para os setores do mercado público e privado – *tecnologia de ponta, administração e gerenciamento, meio ambiente e outras áreas* – quanto para a comunidade – *assistência médica, cursos de extensão, atividades culturais, ensino e educação especial*.

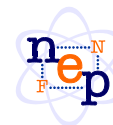
Beneficiados por programas e bolsas de dedicação exclusiva, únicos no País, nossos profissionais contam com o suporte de salas e laboratórios bem equipados e de um amplo e bem treinado quadro técnico-administrativo. Da mesma forma, com suas atividades externas, oferece oportunidades de estágios e treinamentos a seus alunos dos diversos cursos de graduação, mestrado e doutorado.

01.2 - DA FACULDADE DE ENGENHARIA

A Faculdade de Engenharia da **UERJ** forma e concentra profissionais com capacitação para atender às atuais demandas de um mercado cada vez mais exigente e especializado.

Seu quadro docente está organizado pelas seguintes áreas de conhecimento:

Departamentos de Ensino	
Estruturas e Fundações	
Construção Civil e Transportes	
Engenharia Mecânica	N
Engenharia Elétrica	
Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações	E
Engenharia de Sistemas e Computação	
Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente	P
Engenharia Cartográfica	
Engenharia de Produção	



02 – OBJETIVO DA PROPOSTA

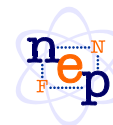
A presente proposta tem como objetivo a Elaboração de Estudos para a Revitalização Ambiental das Bacias Hidrográficas dos Rios Guapi-Açu e Macacu.

03 – JUSTIFICATIVA

A Região Sudeste, que já vinha vulnerável do ponto de vista hídrico, pela degradação de suas áreas rurais e crescente urbanização, com diminuição das áreas de infiltração, depleção das reservas hídricas subterrâneas e pela presença de efluentes sanitários nos rios, vive hoje a crise hídrica, agravada, sobretudo, pela seca meteorológica - registro de chuvas abaixo da média em várias estações pluviométricas da Região no período de verão. Assim, entre outros, considerando a necessidade pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro de ampliar a oferta de água para a Região do Conleste Fluminense, o mesmo contratou estudos que propuseram como solução a construção de Represa (barragem e reservatório) no Rio Guapi-Açu para aumento das vazões do canal do Imunana, mitigando os recorrentes problemas na captação do sistema Imunana-Laranjal nos períodos hidrológicos muito secos.

A construção de represas, sobretudo a barragem e reservatório associados, geram impactos ambientais negativos importantes, que têm motivado em muitas partes do mundo desenvolvido a remoção dessas estruturas e retorno dos rios ao seu curso natural – vive-se uma era anti-barragens. Entre os impactos, destaca-se a alteração do regime das vazões líquidas e sólidas dos rios, e a área alagada, que impede, entre outros, a atividade agrícola. Sendo que esta última, ganha maior relevância no contexto de crescimento populacional dos países em desenvolvimento, necessidade de geração cada vez maior de alimentos, e inchamento dos centros urbanos pela desvalorização ou degradação das regiões rurais, e todos os problemas associados. Além disso, a diminuição na oferta de produtos agrícolas é catalisador dos processos inflacionários, que afetam, sobretudo, a segurança alimentar da população de menor renda.

Os reservatórios são projetados para uma determinada vida útil, que está diretamente associada com a retenção gradativa de sedimentos à montante da barragem. Ou seja, o reservatório vai gradativamente



assoreando. A alteração do regime fluvial (vazões líquidas e sólidas) têm impacto importante em espécies aquáticas e ripárias. É importante o estudo e a regulamentação de vazões mínimas, chamadas de vazão ecológica, a serem respeitadas pelas regras de operação do conjunto. O reservatório também altera as velocidades de aproximação dos escoamentos à montante, alterando a circulação da água dentro do mesmo. Ao longo do espelho d'água variam as lâminas d'água. Eventualmente, ocorre degradação da vegetação em seu interior e proliferação de insetos que podem constituir vetor para doenças, agravando os problemas orçamentários de financiamento para saúde coletiva. A situação é agravada pelo problema recorrente de lançamento de efluentes in natura nos cursos d'água no Estado do Rio de Janeiro, o que acaba levando ao aumento da concentração de nutrientes, sobretudo nitrogênio e fósforo nas águas, e favorecimento ao crescimento de plantas, que aos poucos vão tomando o espelho d'água – processo conhecido como eutrofização ou eutroficação. Como desdobramento, podem ainda proliferar bactérias que exigem processos de alto custo de tratamento sob o risco de comprometimento da saúde humana. Ressalta-se que todos esses impactos suscitarão necessariamente reparo por parte do poder público, o que irá comprometer diretamente os já insuficientes e combatidos orçamentos do Estado e de seus Municípios.

Sem apresentação de medida mitigadora eficiente, a solução da construção da referida barragem no Rio Guapi-Açu irá também gerar estes impactos ambientais negativos, conforme já apontado pelo próprio EIA/RIMA, com inserção de alguns comentários:

1º) O EIA aborda a possibilidade da existência de floração de algas potencialmente tóxicas, com a criação do reservatório artificial gerado pela construção da barragem do rio Guapi-Açu. Ou seja, a barragem vai gerar um aumento da estagnação das águas do seu reservatório gerado, devendo produzir, como consequência, o processo de eutroficação hídrica, havendo a floração de algas, e acarretando numa piora da qualidade das águas do reservatório, inclusive com a formação de cianotoxinas. O EIA fala sobre um Plano de Contingência sobre o assunto, mas, na prática, não são apresentadas medidas efetivas para evitar este grave impacto ambiental (eutroficação hídrica) à qualidade das águas do rio Guapi-Açu (prejudicando, inclusive a qualidade da água para fins de abastecimento público) e ao ecossistema fluvial.



2º) O obstrução do transporte de sedimentos do rio é a alteração profunda no equilíbrio morfo-sedimentológico de calha do ecossistema hídrico fluvial, podendo ocupar o volume morto (e, quiçá, o volume útil) do reservatório pelo assoreamento dos sedimentos retidos pela barragem, ao mesmo tempo que haverá uma maior tendência erosiva de calha a jusante da barragem. O EIA inicialmente elaborado não dá solução para esse problema, inclusive afirmando, no item, 7.1.4: “Neste impacto, o sedimento transportado pelo rio e depositado no reservatório não tem mitigação” (grifo nosso). Não foi estudado adequadamente no EIA/RIMA o transporte de sedimentos do rio Guapi-Açu, para avaliar o grau de retenção de sedimentos que serão obstruídos pela barragem, bem como se definir com mais precisão o volume de sedimentos que irá assorear o reservatório e influenciar a vida útil do mesmo pelo assoreamento do volume útil do reservatório.

A obra da barragem não deveria ser realizada sem estes necessários estudos sedimentológicos, para se avaliar a vida útil do reservatório devido ao assoreamento de sedimentos retidos pela barragem a montante, o que não foi feito no EIA/RIMA da Barragem do rio Guapi-Açu. De outro lado, como já foi dito, a jusante o processo de aumento da tendência erosiva pela construção da barragem do rio é praticamente inevitável, e o EIA/RIMA original do Empreendimento também não dá mitigação efetiva para esse impacto ambiental negativo decorrente da construção da Barragem do rio Guapi-Açu.

3º) Considerando o solo fértil que será inundado em grande parte da área do reservatório que será criado com a construção da barragem no rio Guapi-Açu, independentemente da execução do desmatamento e da limpeza da área do reservatório (previstos no EIA original), esses solos férteis irão possivelmente contaminar as águas do reservatório artificial. Ou seja, vai se destruir um bem de alta produtividade para o Estado do Rio de Janeiro (com a boa produtividade agrícola destes solos), como mostrado na Tabela 1, gerando desempregos e problemas socio-econômicos locais, além de um grande prejuízo econômico para o Estado do Rio de Janeiro (pela perda de produtividade agrícola decorrente da inundação dessas áreas férteis e produtivas em alimentos para a população de nosso Estado), para se fazer uma obra que inundará áreas férteis, com possibilidade de deterioração das águas do rio Guapi-Açu (que são de boa qualidade) que serão acumuladas neste reservatório formado pela barragem.



Em nosso entender, existem outras soluções mais sustentáveis e mais baratas, que incluem o reflorestamento e aumento da permeabilidade do solo da bacia hidrográfica do rio Guapi-Açu, o que garantirá, igualmente o abastecimento de água para a população e gerando a preservação do ecossistema fluvial, sem prejudicar os agricultores locais e toda a população fluminense que consome esses alimentos.

4º) Um outro impacto ambiental de grande magnitude, que irá degradar inexoravelmente o ecossistema hídrico natural com a construção da Barragem do Rio Guapi-Açu é o impacto na biodiversidade do rio. O rio Guapi-Açu, que possui atualmente águas correntes e tem a sua biodiversidade natural ainda preservada, passará abruptamente a possuir águas estagnadas em toda a região de influência do remanso do reservatório artificial formado, cuja área de inundação prevista será de em torno de 2.000 ha, que, além de sofrerem com a eutroficação hídrica (piorando a qualidade de suas águas inclusive para abastecimento humano), terão sua fauna e flora impactados negativamente. É importante ressaltar que a biodiversidade de um corpo hídrico é altamente influenciada pela velocidade de corrente deste corpo hídrico; quando esta velocidade de corrente natural do rio Guapi-Açu for interrompida pela construção da barragem, com a formação do reservatório artificial, suas águas ficarão estagnadas, e grande parte da biodiversidade do rio será modificada, havendo um prejuízo ecológico irreparável.

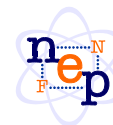


Tabela 1 - Produtos agrícolas vindos de Cachoeiras de Macacu comercializados no CEASA-RJ em 2005 (EMBRAPA, 2011).

Produto	Produção 2005 (kg)	Produto	Produção 2005 (kg)	Produto	Produção 2005 (kg)
Milho Verde	5 531 925	Banana Nanica	44 682	Chicória	1 530
Inhame	4 006 830	Produtos Diversos	35 011	Pimenta	1 428
Aipim	2 919 200	Cajá	21 320	Coco Seco	1 406
Goiaba	2 341 899	Batata Comum	18 500	Espinafre	1 256
Jilo	1 411 425	Cenoura	16 050	Palmito	1 147
Banana Prata	1 117 460	Abacaxi	14 800	Cebolinha	1 130
Quiabo	763 952	Repolho	12 650	Coentro	1 070
Lima Taity	658 395	Feijão de Corda	10 815	Carambola	975
Coco Verde	477 628	Acerola	9 019	Brócolis	880
Berinjela	439 866	Beterraba	8 932	Tangerina Murkot	837
Batata Doce	380 742	Mamão Havai	8 792	Bertalha	710
Vagem Macarrão	343 530	Couve Flor	8 760	Laranja Baía	702
Laranja Lima	326 727	Laranja Natal	6 561	Salsa	660
Abobrinha	221 520	Alface	4 962	Batata Baroa	500
Pimentão	207 988	Caqui	4 500	Aipo/Salsao	320
Maracujá	158 640	Nabo	4 025	Jaca	300
Chuchu	129 076	Tangerina Comum/Rio	3 780	Jambo	150
Vagem Manteiga	123 840	Ervilha	3 060	Abóbora Comum	127
Maxixe	92 574	Laranja Seleta	2 943	Acelga	110
Tangerina Ponkan	87 098	Cará	2 530	Feijão	80
Tomate Santa Cruz	78 120	Couve Comum	2 460	Hortelã	54
Pepino	76 416	Agrião	2 376	Jaboticaba	48
Laranja Pera	48 411	Abacate Comum	2 090	Mostarda	45
Tomate Caqui/Maçã	47 472	Manga	1 550	Louro	10



04 – ESCOPO DOS SERVIÇOS

Situação de Degradação atual das bacias hidrográficas dos rios Guapi-Açu e Macacu

As Fotos de 1 a 5 a seguir apresentadas, a partir do EIA original da Barragem do Guapi-Açu, mostram situações de degradação das bacias hidrográficas locais.

No Relatório de Estudos Hidrológicos do Projeto da Barragem do rio Guapi-Açu, no cálculo do tempo de concentração da bacia, em sua pág. 16, está apresentado que o tipo de solo que foi considerado no Projeto está entre as classes C e D, ou seja, aqueles em que as condições de uso e ocupação de solo são enquadrados na sub-bacia do eixo barrável Guapi-Açu Jusante como (tabela 4.13 do referido Relatório):

Grupo C - **“Solos que geram escoamento superficial acima da média e com capacidade de infiltração abaixo da média**, contendo porcentagem considerável de argila e pouco profundo” (grifo nosso);

Grupo D - **“Solos contendo argilas expansivas e pouco profundas com muito baixa capacidade de infiltração, gerando a maior proporção de escoamento superficial”** (grifo nosso).

Desta forma, as Fotos de 1 a 5 constantes nas Figura 5.1.21, Figura 5.1.22, Figura 5.1.25, Figura 5.1.28 e Figura 5.1.27 tiradas do EIA do Empreendimento nos mostram que existe bastante desmatamento e erosão e compactação do solo na bacia drenante do rio Guapo-Açu, aumentando o escoamento superficial de encosta (havendo a redução da infiltração de água no solo) e o conseqüente assoreamento do rio Guapi-Açu. Isto está constatado nos estudos hidrológicos, onde os tipos de solo considerando na determinação do tempo de concentração da bacia do rio Guapi-Açu se enquadram como dos Grupos C e D, ou seja, solos altamente impermeáveis. Isto ocorre fundamentalmente devido ao grande desmatamento e erosão do solo, aumentando a magnitude das enchentes nos períodos chuvosos, e reduzindo as vazões

do rio Guapi-Açu nos períodos de Estiagem, com grande influência na crise hídrica que se enfrenta hoje na Região Sudeste. Situação similar ocorre na bacia hidrográfica do rio Macacu.



Foto 1- Figura 5.1.21 do EIA – Morros baixos com solo exposto pela erosão laminar e em sulcos.



Foto 2 - Figura 5.1.22 do EIA – Morros Altos apresentando cicatrizes de erosão e movimentos de massa devido ao desmatamento.



Foto 3 - Figura 5.1.25 do EIA - Ravinas evoluindo para voçorocas em encostas de alta declividade em Morros Baixos próximo ao vale do rio Guapi-Açu.



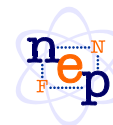
Foto 4 - Figura 5.1.28 do EIA - Exposição de Argissolo Vermelho-Amarelo latossólico em barranco erodido. Unidade de mapeamento LVAd1. Coordenadas UTM 726733 e 7511033.



Foto 5 - Figura 5.1.27 do EIA – Aspecto do assoreamento no rio Guapi-Açu.

Como uma decorrência do desenvolvimento desordenado e mal planejado das populações humanas nas bacias hidrográficas, estas atuações basicamente acarretam maior impermeabilização dos solos promovendo um incremento nos valores dos escoamentos de águas superficiais, conforme demonstrado esquematicamente na Figura 1, que ilustra a situação dos escoamentos superficiais em geral comparativamente com as infiltrações de água no solo devido ao ciclo hidrológico, considerando desde o caso de uma bacia natural florestada (picos de cheias menores e maiores recargas naturais de água de chuva no solo) até a situação de uma bacia com pesada ocupação urbana (picos de cheias bem maiores e praticamente nenhuma infiltração).

As conseqüências desses impactos ambientais gerados traduzem-se, por exemplo, nas erosões e assoreamentos generalizados na bacia; carreamento do húmus do solo com o correspondente empobrecimento do mesmo; aumento no pico das enchentes devido a elevação na taxa de escoamento superficial da bacia oriunda da redução das taxas de infiltração; poluição dos mananciais de água superficiais devido ao carreamento de materiais de encosta, inclusive resíduos de atividades humanas,



trazidos pelo escoamento superficial; diminuição da biodiversidade ecológica do ecossistema natural; e problemas sanitários de ordem generalizada.

Segundo o EIA/RIMA do Empreendimento da Barragem do Rio Guapi-Açu, haverá um déficit de água no sistema Imunana em um futuro breve, e o estudo de alternativas de obras para resolver o problema aborda apenas a construção de barragens (que é um processo de Regularização Pontual de Vazões Fluviais), visando a captação hídrica para atender principalmente aos interesses de consumo humano, sendo gerados graves impactos ambientais negativos, e não foram consideradas outras alternativas técnicas, com mais sustentabilidade ambiental, investindo na recuperação ecológica da bacia hidrográfica como um todo.

Dentro do exposto, faz parte do escopo da presente proposta a consideração de estudos distintos de alternativa tecnológica para garantir o reforço hídrico para a região, através de conceitos com sustentabilidade ambiental de intervenções adequadas ao longo de toda a bacia drenante dos rios Guapi-Açu e Macacu, dentro do processo da Regularização Espacial de Vazões Fluviais, onde são previstas obras e atuações (que são mais baratas do que a construção da barragem do rio Guapi-Açu que se quer implantar) para a recuperação ambiental das bacias hidrográficas como um todo dos rios Guapi-Açu e Macacu, o que vai regularizar de forma sustentável o regime desses rios. A Regularização Espacial de Vazões Fluviais irá reduzir substancialmente as enchentes nos períodos chuvosos e essas águas de chuva retidas adequadamente nessas bacias durante os períodos chuvosos irão gerar um aumento da disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica desses rios nos períodos de estiagem, reforçando significativamente as vazões hídricas no Canal de Imunana (que recebe os exutórios dos rios Guapi-Açu e Macacu), podendo gerar até mais de 5 m³/s como reforço de vazões hídricas no próprio Canal de Imunana para a população, sem ser necessário contruir novas captações fluviais, e produzindo vários benefícios sócio-ambientais nas bacias hidrográficas dos rios Guapi-Açu e Macacu.



05 – METODOLOGIA

O objetivo das intervenções nas encostas é o de promover a retenção hídrica das águas de chuva e o reforço das infiltrações nas encostas com taludes de diferentes inclinações e planícies de fundos de vale da bacia, minimizando assim os escoamentos superficiais, através de atuações de recarga artificial com a utilização de pequenas e médias obras hidráulicas e reflorestamento adequado distribuído de forma estratégica ao longo de áreas específicas da bacia hidrográfica, levando-se em conta o seu processo de ocupação antrópica. Gera-se, assim, um reforço de água aos lençóis freáticos e a consequente regularização hidrossedimentológica das calhas fluviais drenantes da bacia, como também a retenção de águas superficiais de encostas que iriam se encaminhar rapidamente nos períodos de chuvas intensas para as galerias de águas pluviais e calhas fluviais, ampliando a magnitude das enchentes urbanas, tanto na bacia do rio Macau, quanto na do Guapi-Açu. São, portanto, promovidos efeitos favoráveis à atenuação das cheias (nos períodos de chuvas intensas na região), favorecendo o ecossistema natural da bacia hidrográfica com o controle da erosão assoreamento e a melhoria das condições de umidade do solo, aprimorando as condições de suporte à fixação das coberturas florísticas e a consequente valorização da biodiversidade ecológica e das condições ambientais naturais;

O reflorestamento adequado é a forma ideal de controlar os escoamentos superficiais de água. Nas áreas florestadas, a camada superficial do solo, constituída pelo húmus e pela zona radicular, normalmente possui uma grande capacidade de absorção das águas de chuva e consequente de redução dos escoamentos superficiais, ao mesmo tempo em que a região de cobertura florística funciona como um verdadeiro obstáculo à passagem do escoamento superficial, forçando o mecanismo de infiltração d'água e reduzindo os processos de erosão do solo. O revestimento florístico heterogêneo tem uma grande importância no ecossistema da bacia hidrográfica, pois gera uma melhoria do clima e qualidade do ar da região; incrementa o processo natural de fertilização do solo (formação do húmus); retém mais água no solo, reforçando a umidade dos terrenos (aumento da produtividade vegetal) e recarregando os lençóis freáticos; aumenta a higidez ambiental do ecossistema; é um dos elementos fundamentais para a elevação da biodiversidade ecológica das bacias hidrográficas e de saúde e bem-estar do seres humanos que aí habitam. A consequência de todo esse processo de preservação ambiental das bacias hidrográficas é o aumento expressivo das vazões mínimas dos rios durante os períodos de estiagem,



dando mais segurança hídrica ao abastecimento de água humano e sustentabilidade ambiental no manejo hídrico das águas naturais.

Como mostrado na **Figura 1** a seguir, é importante ressaltar a influência altamente favorável da floresta no controle dos escoamentos superficiais de encosta, onde se constata que o coeficiente de escoamento superficial para um solo com floresta é de 0,15 a 0,20 (ou seja, 15 a 20% apenas das águas da chuva que se precipitam sobre a bacia é que escoam superficialmente; em torno de 80% dessas águas são infiltradas no solo, amortecendo as enchentes e garantindo muito mais águas para os rios nos períodos de estiagem, pelo aumento do escoamento base dos lençóis freáticos). Num solo desnudado e compactado, o coeficiente de run-off pode chegar a 0,70 ou mais (ou seja, a situação oposta, onde 70% ou mais das águas de chuva se transformam em escoamento superficial de encosta e rapidamente escoam em direção aos rios, agravando as enchentes; nos períodos de estiagem, os rios ficam mais secos devido à pouca recarga de água para os lençóis de água subterrâneos durante os períodos chuvosos).

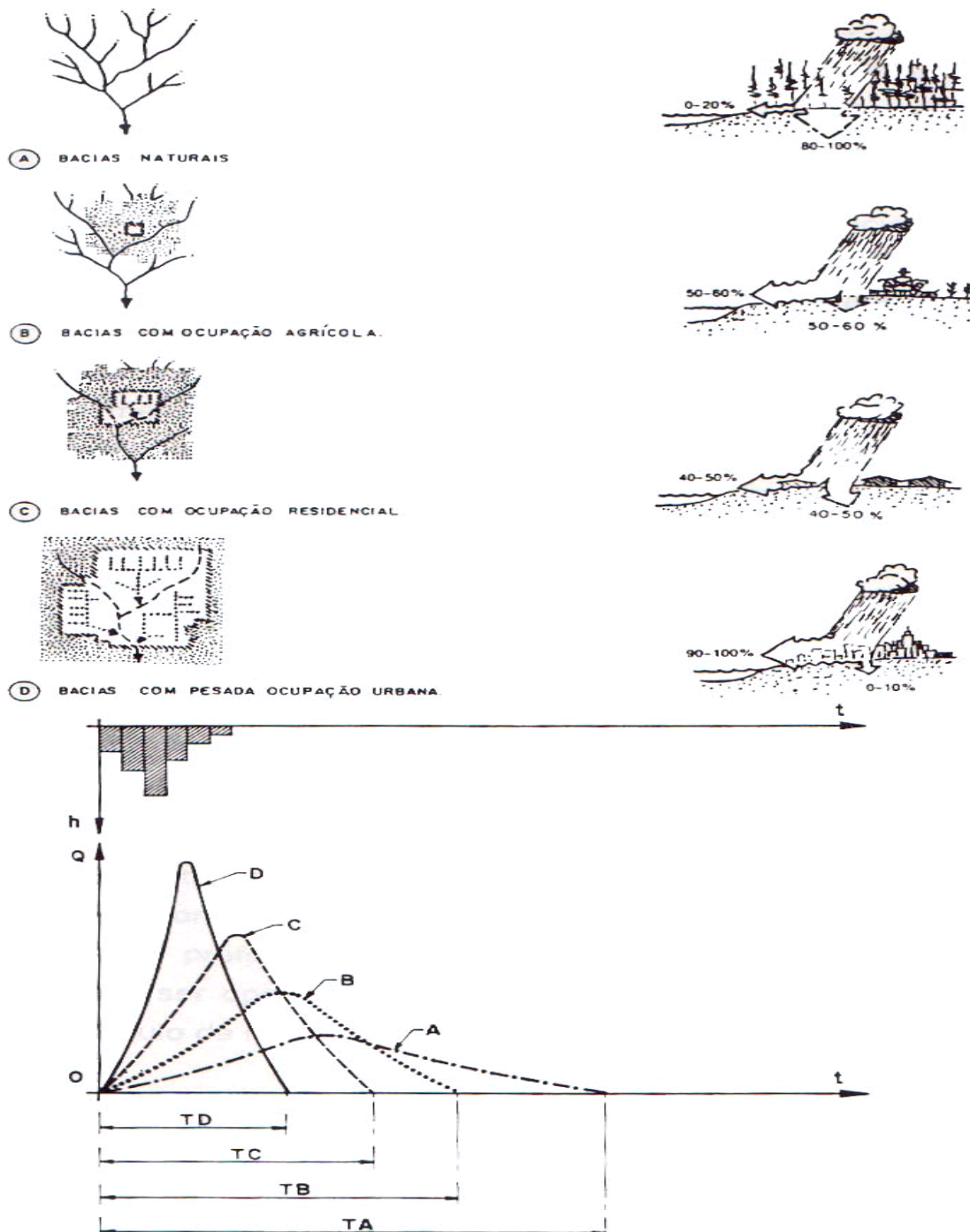
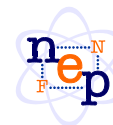


Figura 1 - Representação das diferentes formas de ocupação pelo homem das Bacias Hidrográficas e as suas correspondentes alterações no regime fluvial. (OTTONI, 1996).



Adicionalmente ao reflorestamento, devem ser previstas algumas obras artificiais de encosta, capazes de promover a curto-prazo a recarga dos lençóis aquíferos. Essas obras civis, usualmente de pequeno porte e baixo custo, podem ser: as soleiras de encostas (nas partes mais íngremes das bacias, com o objetivo de dissipar energia de escoamento e reter sedimento do solo), as valas de terraceamento (nas áreas de declividade intermediária das encostas, visando reter os escoamentos superficiais e infiltrá-los no solo), as bacias de recarga (nas áreas mais planas e baixas, onde formam-se planícies de infiltração, recarregando amplamente os lençóis freáticos nos períodos chuvosos), e intervenções de controle de erosão do solo.

Essas atuações e obras de engenharia essas estruturas são dimensionadas com o objetivo de atender aos valores de recarga previstos nos projetos de regularização espacial de vazões, obtendo-se uma maior uniformidade nos hidrogramas dos rios. As soleiras de encostas são pequenos diques formados por blocos de pedras secas argamassadas ou gabiões, arrumados em alturas que variam de 0,5m a 1,0m; os gabiões são dispostos segundo o alinhamento das curvas de nível da bacia hidrográfica, com espaçamento de vários metros a algumas dezenas de metros e extensão de dezenas ou centenas de metros. Estas obras usualmente devem ser localizadas em trechos mais íngremes das encostas, podendo ser implantadas em trechos superiores da zona dinâmica e ao longo da zona de reforço de umidade da bacia hidrográfica, pois elas têm a função de reter material sólido erodido e dissipar a energia do escoamento superficial da água de encosta; ao longo do tempo, com o assoreamento da soleira de encosta, é possível ampliar a sua altura através de novas soleiras em degraus, gerando maior horizontalidade dos terrenos (menos energia de escoamento superficial de encosta) e uma conseqüente recuperação e melhoria da qualidade dos solos, evitando, outrossim, o assoreamento e poluição dos cursos d'água e lagos pelo carreamento do material sólido de encosta. Já as valas de terraceamento vão ter o objetivo principal de realizar a recarga propriamente dita dos lençóis freáticos, retendo o escoamento superficial de encosta e infiltrando-o em valas de pequena declividade, alinhadas também segundo a direção das curvas de nível. As valas de terraceamento são construídas em trechos menos inclinados das encostas, normalmente em trechos inferiores da zona de reforço de umidade e na zona dinâmica da bacia hidrográfica, devendo ser prevista a fixação de um revestimento florístico na face de jusante destas estruturas; o espaçamento entre elas é uma função da inclinação da encosta, da natureza do solo e do volume estimado dos deflúvios hídricos a serem contidos.



Nas regiões mais baixas e planas na bacia hidrográfica, próximo às calhas fluviais, é comum a implantação das bacias de recarga, que têm a função de reter e infiltrar as águas superficiais de encostas que ainda podem aí chegar, provenientes das chuvas. Usualmente se localizam no trecho inferior da zona dinâmica e na zona de contribuição inicial, sendo caracterizadas por pequenos diques laterais de contenção, ou então escavadas no solo, devendo ser implantadas em terrenos porosos, sendo conveniente, também, plantar gramíneas em sua periferia próximo às calhas fluviais. Havendo o interesse específico na implantação de obras de controle de enchentes, pode também ser prevista a construção de bacias de retenção de águas pluviais localizadas adequadamente nas encostas, objetivando o amortecimento do pico das cheias, evitando a concentração de vazões nas galerias drenantes e calhas fluviais, com o conseqüente transbordamento dos rios. Na **Figura 2** estão mostradas esquematicamente as obras e atuações de encostas indicadas para a regularização espacial de vazões fluviais visando a atenuação às secas e enchentes em bacias hidrográficas, que são mais indicadas para as áreas rurais.

No caso das bacias urbanas, a criação de parques públicos, praças, campos de futebol e áreas de lazer estrategicamente localizadas, com a função de atuarem, nas épocas de chuvas intensas, como verdadeiras bacias de retenção de águas pluviais, evitando a concentração de vazões nas galerias drenantes e o conseqüente transbordamento hídrico de calha.

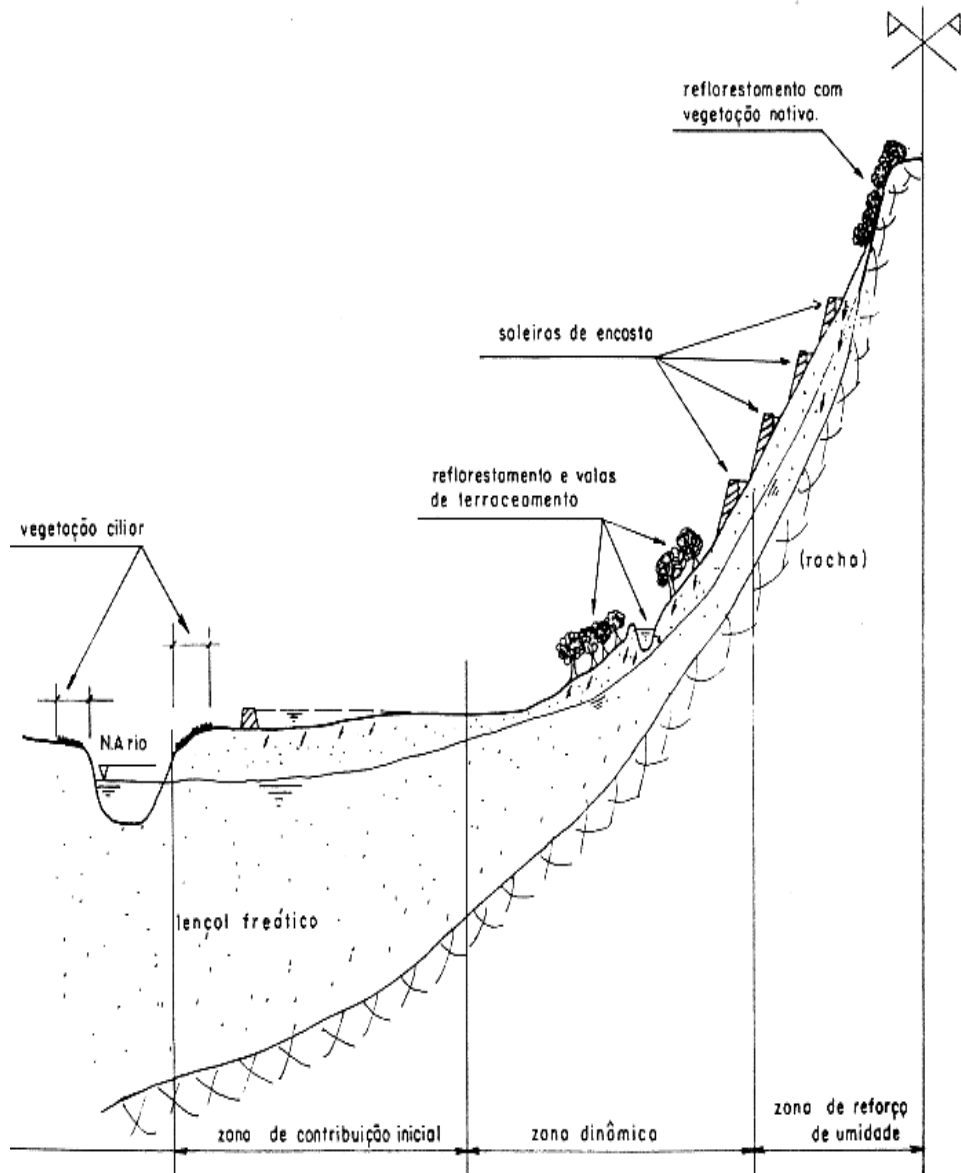


Figura 2 – Representação esquemática das obras e atuações de encostas no processo da Regularização Espacial de Vazões Fluviais em Bacias Hidrográficas. (OTTONI, 1996).

Essas atuações de controle dos escoamentos de encostas tendem a regularizar o regime dos escoamentos na bacia, conduzindo a reduções dos picos de cheia, ao reforço das vazões de estiagem (achatamento dos hidrogramas), como mostrado na **Figura 3**, bem como a redução do transporte dos materiais sólidos e a progressiva melhoria da qualidade da água. Todos esses resultados concorrem para



a valorização ecológica e ambiental do ecossistema constituído pela bacia hidrográfica sujeita a atuações antrópicas diversas (Desenvolvimento Sustentável). Estes tipos de atuações iriam possivelmente reforçar bastante as vazões mínimas dos rios Guapi-Açu e Macacu nos períodos de estiagem, garantindo o abastecimento de água exigido com a implantação do COMPERJ, beneficiando a população local, e gerando impactos ambientais positivos ao ecossistema da bacia hidrográfica como um todo.

Pela **Figura 3**, nota-se que o aumento da recarga artificial de vazões na bacia hidrográfica de um rio irá gerar uma redução sensível das enchentes, pois mais de 60% das águas das chuvas precipitadas sobre a bacia hidrográfica (durante os 4 a 5 meses do período chuvoso, dentro do ciclo hidrológico) irão ser retidas no solo e se infiltrarão no reservatório da natureza, que são os lençóis freáticos e os artesianos. Da mesma forma, durante os 7 a 8 meses do período de estiagem dentro do ciclo hidrológico, as vazões dos rios serão reforçadas, podendo a vazão mínima do rio ser duplicada, triplicada, ou até mais. Ou seja, toda a área hachurada superior na **Figura 3**, de escoamento superficial (“run-off) nos períodos chuvosos, iria se infiltrar aumentando o escoamento base ao rio $\Delta DB1$ e $\Delta DB2$ (com redução de suas vazões de enchentes, cuja água ficaria retida estrategicamente no solo da bacia hidrográfica), devido à maior recarga da água subterrânea, e nos períodos de estiagem, o escoamento base (da água subterrânea de alimentação dos rios) seria maior, podendo aumentar expressivamente a vazão mínima do rio, que é o fator mais relevante para fins de reforço de abastecimento de água para a população. Desta forma, a partir da implantação da regularização espacial de vazões nas bacias hidrográficas do rio Guapi-Açu e Macacu, poderá ser viabilizado o incremento de vazões necessárias ao abastecimento de água humano, com várias vantagens ambientais e sócio-econômicas para a região.

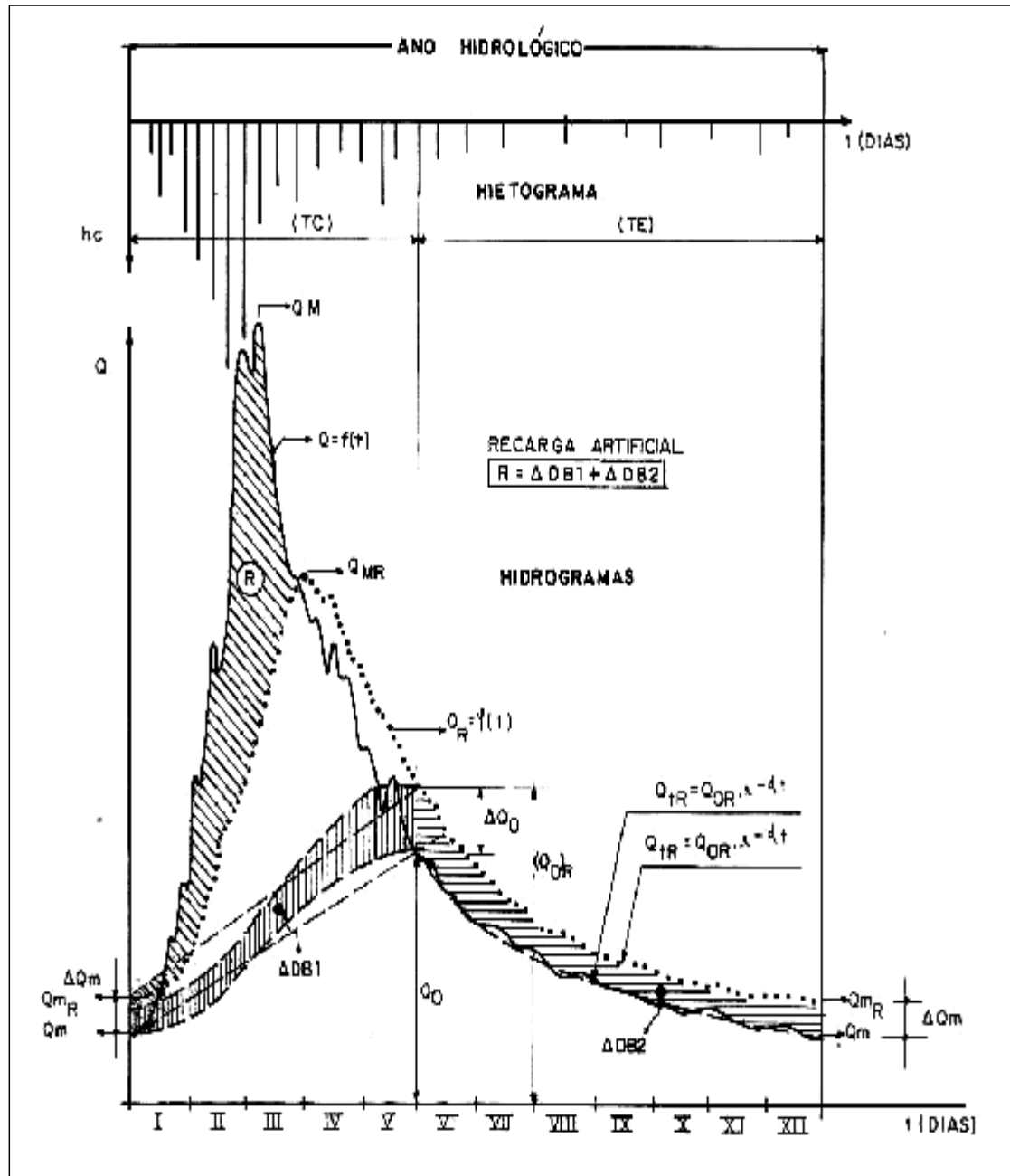


Figura 3 – Regularização do regime do rio através da Regularização Espacial de Vazões, com aumento da recarga artificial das águas de chuva no solo, reduzindo enchentes e secas e valorizando a bacia hidrográfica como um todo. (OTTONI, 1996)

06 – PROGRAMAÇÃO DO TRABALHO E RESULTADOS ESPERADOS

Na **Figura 4** a seguir está mostrado o mapa de uso e ocupação do solo nas bacias hidrográficas dos rios Macacu e Guapi-Açu.

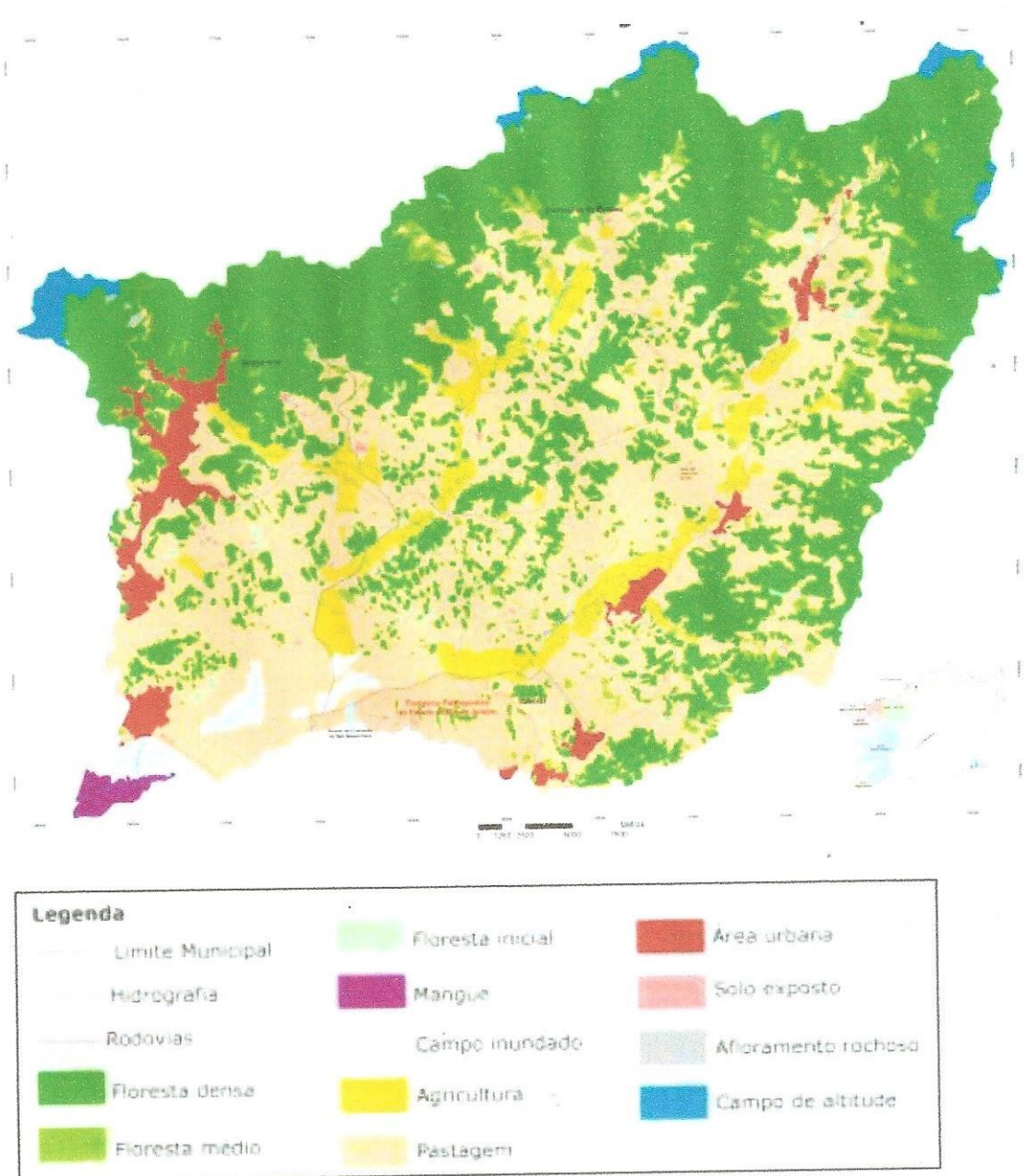
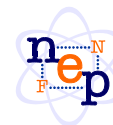
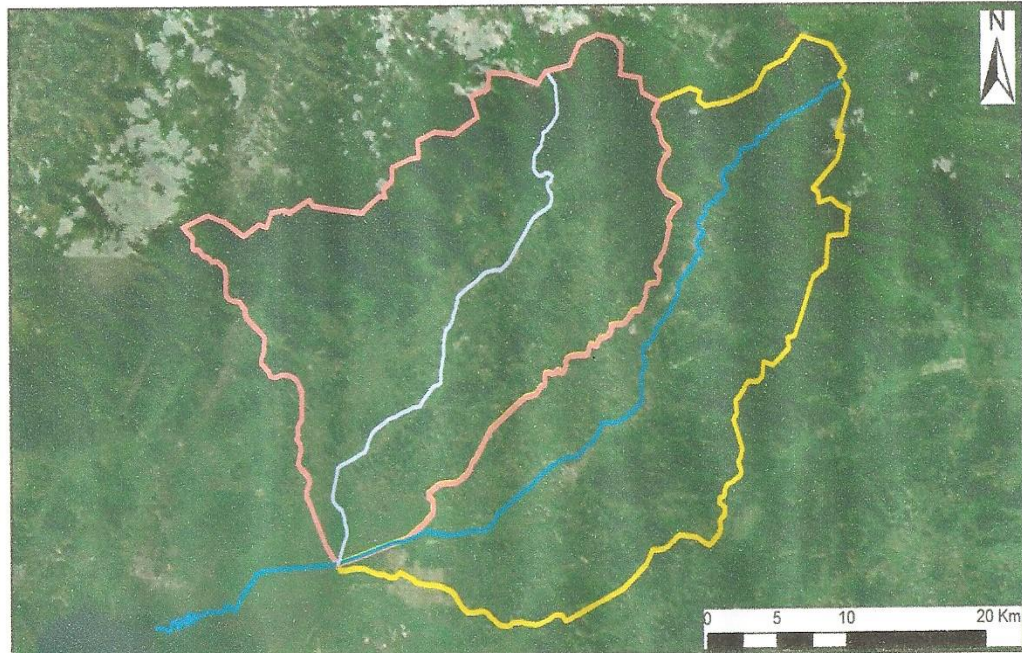


Figura 4 – Mapa de uso e ocupação do solo nas bacias hidrográficas dos rios Macacu e Guapi-Açu (EMBRAPA, 2011).

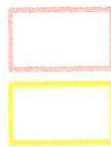


O Projeto proposto pretende atuar prioritariamente nas áreas de pastagens, tanto nas regiões de planície com declividade baixa, mais próximas às calhas dos rios Guapi-Açu e Macacu, e seus afluentes, como nas regiões de encosta com maior declividade. As áreas de pastagens correspondem a aproximadamente 40% da área total das bacias dos rios Guapi-Açu e Macacu. Considerando que o coeficiente de escoamento superficial (ou coeficiente “run-off”) dessas regiões de pastagens é superior a 0,5 – 0,6 (ou seja, pelo menos de 50 a 60% das águas precipitadas nessas áreas de pastagens escoam-se superficialmente, agravando as enchentes nos períodos chuvosos, e essa água é perdida em direção à Baía de Guanabara, não ficando retida na bacia hidrográfica dos rios onde as pastagens se localizam), onde existe processos erosivos do solo em várias dessas áreas de pastagens (onde muitas delas encontram-se degradadas), pretende-se atuar na proteção do solo nesses locais, visando aumentar a recarga da água subterrânea nessas regiões. Fazendo-se uma avaliação dos dados hidrológicos de precipitação ocorrida nessas bacias hidrográficas ao longo de 35 anos de dados disponíveis no site da ANA, constata-se a grande disponibilidade dos deflúvios pluviais na região.

Desta forma, dentro da presente proposta, serão objetivados a recuperação do solo, a retenção das águas das chuvas nessas áreas de pastagens e o consequente aumento da capacidade de recarga da água subterrânea (que passariam a ter um coeficiente de “run-off” inferior a 0,3, ou seja, mais de 70% das águas de chuva passariam a ficar retidos nas bacias hidrográficas do rio Guapi-Açu e Macacu, e infiltrariam no solo como água de recarga dos lençóis de água subterrânea nessas áreas de pastagens selecionadas) iriam amenizar as enchentes nos períodos chuvosos, sem prejudicar a atividade da pecuária. Algumas horas após as chuvas, toda as águas retidas pelas intervenções propostas no Projeto seriam infiltradas no solo, garantindo o aumento das vazões desses rios nos períodos de estiagem, onde o aumento das vazões dos rios Guapi-Açu e Macacu iria aumentar proporcionalmente as vazões no Canal de Imunana, garantindo o reforço no abastecimento de água para a população, usando a própria captação da CEDAE já existente, sem a necessidade de construir novas captações hídricas. Na **Figura 5** estão mostradas as bacias hidrográficas dos rios Guapi-Açu e Macacu e o seu desembocamento no Canal de Imunana.



Legenda



Bacia do Rio Guapiáçu

Bacia do Rio Macacu

Rio Guapiáçu

Rio Macacu

Figura 5 – Mapa mostrando as bacias hidrográficas dos rios Guapi-Açu e Macacu e o seu desembocamento no Canal de Imunana.

Isto posto, os resultados esperados dos trabalhos constarão de:

- 1- Levantamento de dados existentes** topográficos, hidrológicos, geológicos e de solo, climatológicos, de qualidade da água dos rios e seus afluentes, e de uso e ocupação do solo nas bacias hidrográficas dos rios Guapi-Açu e Macacu a montante do Canal de Imunana;
- 2- Atividades de Inspeções Técnicas e Vistorias** em toda a bacia hidrográfica drenante dos rios Guapi-Açu e Macacu a montante do Canal de Imunana, com a caracterização no local dos problemas existentes na região que afetam a quantidade e a qualidade das águas dos rios Guapi-



Açu e Macacu. Essas inspeções técnicas e vistorias seriam realizadas ao longo da execução dos trabalhos, para avaliar aspectos locais necessários para a elaboração dos estudos e projetos;

- 3- Implantação de **Programa de Monitoramento Hidrométrico e de Qualidade das Águas dos Rios Guapi-Açu e Macacu, e de seus afluentes principais**, cobrindo pelo menos de 1 a 2 anos hidrológicos completos, de forma a se avaliar com mais precisão a degradação do solo dessas bacias hidrográficas afetando o **regime dos rios**, bem como as fontes de **poluição hídrica** de origem pontual e difusa, para se adotarem as medidas as medidas mitigadoras e corretivas de recuperação da quantidade e qualidade das águas desses rios. O ideal é que esse monitoramento ambiental seja realizado de forma permanente ao longo dos trabalhos, que é o que estamos considerando nesses estudos. Com a medição instantânea da vazão e da qualidade da água dos rios em diferentes seções hidrométricas, pode-se ter, também, um diagnóstico mais preciso das cargas de poluição (vazão do rio x concentração de poluentes) dos rios Guapi-Açu e Macacu e seus principais afluentes. Os parâmetros de qualidade de água a serem utilizados serão aqueles mais relevantes de acordo com o tipo de poluição hídrica na região. Além da medição de vazões dos rios, pretende-se realizar levantamentos pluviométricos e climatológicos complementares aos dados atualmente existentes, visando melhor embasar os estudos hidrológicos para a região.

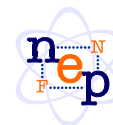
Todas as alterações que acontecem no uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica drenante têm efeitos diretos na alteração do regime de vazões e na qualidade das águas dos rios; se essas alterações são negativas (desmatamento, desnudamento e impermeabilização do solo, etc.) o regime dos rios fica mais irregular (vazões cada vez maiores nos períodos chuvosos, agravando as enchentes, e redução cada vez maior das vazões fluviais nos períodos de estiagens, agravando o problema da escassez de água, como acontece hoje, além do problema da degradação da qualidade das águas fluviais). Por isto que é fundamental, para a elaboração do projeto das obras e intervenções de recuperação ambiental das bacias hidrográficas dos rios Guapi-Açu e Macacu, o conhecimento mais preciso dos dados hidrológicos de chuvas, níveis d'água e vazões fluviais dos rios e seus principais afluentes, bem como o monitoramento de qualidade de suas águas de forma minimamente representativa, e cobrindo pelo menos de 1 a 2



anos hidrológicos. Com a conclusão dos estudos e projetos propostos, cuja implantação dessas obras e intervenções irá gerar efeitos positivos de recuperação das bacias hidrográficas dos rios Guapi-Açu e Macacu, recomendamos que a SEA/RJ continue e torne permante este monitoramento hídrico hidrométrico e de qualidade de água nas seções fluviais implantadas no Projeto, de forma a se avaliar permanentemente as melhorias da qualidade e quantidade de água com as intervenções definidas no Projeto, e se criar subsídios adequados de dados ambientais para combater de forma preventiva e corretiva as futuras degradações do solo e da água da bacia hidrográfica dos rios Guapi-Açu e Macacu, que são os principais mananciais hídricos da região.

- 4- **Levantamento de dados topográficos e de solo** complementares aos dados levantados já existentes nas bacias hidrográficas dos rios Guapi-Açu e Macacu, em toda a região das áreas de pastagens e suas periferias onde serão projetadas as obras de recarga artificial de água subterrânea, de forma a embassar o projeto dessas estruturas hidráulicas com sustentabilidade ambiental, que reproduzem artificialmente e a curto-prazo as intervenções de infiltração de águas de chuva no solo normalmente realizadas em termos de serviços ambientais gratuitos pela floresta nativa preservada (que hoje em dia já não existe). Também pretende-se levantar dados necessários complementares geológicos, geográficos e sócio-ambientais da região, para melhor embasar os estudos para o diagnóstico e elaboração do projeto de Recuperação Ambiental das Bacias Hidrográficas dos Rios Guapi-Açu e Macacu.

- 5- **Elaboração de Diagnóstico Ambiental** das bacias hidrográficas dos rios Guapi-Açu e Macacu, a partir dos dados básicos levantados nas etapas anteriores, onde pretende-se elaborar o mapeamento da região hidrográfica em estudo, definir com mais precisão a rede hidrográfica real existente (em função das drásticas mudanças realizadas no passado pelo DNOS com a canalização e retificação de rios), os diferentes tipos de uso e ocupação do solo, e de degradação dos recursos hídricos nessas bacias hidrográficas, bem como as áreas degradadas dessas bacias hidrográficas propícias a sofrerem intervenções adequadas de recuperação ambiental.



6- Elaboração do Projeto de Pesquisa Aplicada das Obras e Intervenções com Sustentabilidade Ambiental visando a recuperação ambiental das bacias hidrográficas dos rios Guapi-Açu e Macacu como um todo, com vistas à ampliação da oferta de água para a região do Conleste Fluminense

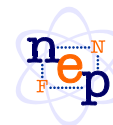
As diferentes obras e intervenções a serem projetadas para a recuperação ambiental das bacias hidrográficas dos rios Guapi-Açu e Macacu irão ocorrer prioritariamente em áreas de pastagens existentes nessa região, sem prejudicar os agricultores locais e, portanto, sem gerar perdas de produção agrícola na região, o que iria prejudicar a população de parte do Estado do Rio de Janeiro, que normalmente consome esses produtos em sua alimentação diária. Essas obras e intervenções de reflorestamento e recarga de água subterrânea também vão produzir impactos positivos na bacia hidrográfica, pois melhorará a umidade do solo, fixando mais vegetação, afetará positivamente o regime hidrológico dos rios Guapi-Açu e Macacu, reduzindo enchentes nos períodos chuvosos, e essa água retida sob forma de alimentação subterrânea dos aquíferos freáticos irá aumentar substancialmente as vazões mínimas desses rios e seus afluentes durante as estiagens, garantindo mais água e de melhor qualidade na captação d'água existente no Canal de Imunana, operada pela CEDAE.

Desta forma, esses trabalhos de pesquisa aplicada constarão de:

- a- **Projeto de reflorestamento nas áreas com maior declividade e nas faixas marginais de proteção dos rios.** Nas áreas de pastagens mais acívasas os solos encontram-se normalmente mais degradados e erodidos, sendo sua produtividade primária em pasto muito baixa, daí, além de outros fatores, a necessidade do seu reflorestamento; já as faixas marginais de proteção dos rios devem ser prioritariamente protegidas com vegetação ciliar, como prevê o Código Florestal Brasileiro, ajudando a controlar a poluição de origem difusa aos rios, amortecer as enchentes nos períodos chuvosos e criar um microclima fundamental à recuperação ecológica do ecossistema fluvial;



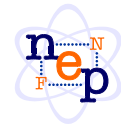
- b- construção de valas de terraceamento nas regiões de declividades médias da bacia hidrográfica**, intercaladas de forma adequada, para permitir a correta retenção das águas de escoamento superficial de encosta e a sua infiltração no solo. **Nas áreas com declividade superior a 45°** e que encontram-se desprotegidas e erodidas, **seriam implantadas as soleiras de encosta**, visando dissipar a energia do escoamento superficial de encosta e reter os sedimentos carregados no solo nessa região aclivosa;
- c- a implementação de bacias de recarga nas partes mais baixas das bacias**, onde se localizam, em geral, as planícies sedimentares, que são áreas normalmente com atividades de pecuária mais produtiva, pois existe mais água no solo, e o pasto é, em geral, de maior produtividade; nessas áreas, é indicado a implantação de bacias de recarga, que correspondem a construção de pequenos diques paralelos à calha fluvial nas regiões de menor cota, que barrariam o escoamento superficial nessa região de planície, e, durante as chuvas, toda essa região baixa se transformaria em uma grande planície inundada, retendo as águas do escoamento superficial e infiltrando-as no solo (que é normalmente de excelente permeabilidade); algumas horas após as chuvas, toda essa água retida nessas bacia de recarga já estaria infiltrada no solo, o que seria benéfico para a pecuária, pois melhoraria a umidade do solo e conseqüentemente a produção de pasto verde seria incrementada;
- d- avaliação da implementação de Programa de Produtores de Água** na região, com relação aos proprietários desses terrenos particulares das áreas de intervenções de reflorestamento e obras de recarga artificial de águas de chuva implantadas, proprietários esses que passariam a participar da solução de recuperação da qualidade e quantidade da água do rio e seus afluentes que compõem essa Bacia-Piloto. No Programa de Produtores de Água, os proprietários das terras nas regiões de recarga hídrica e nascentes dos mananciais de água naturais recebem dinheiro das autoridades responsáveis pela execução das intervenções corretivas de proteção ambiental na bacia hidrográfica, e esses proprietários de terras participariam das atividades de manutenção e conservação permanente de todo o sistema ambiental, com capacitação e orientação técnica adequada das autoridades responsáveis pela execução das atividades corretivas na bacia, incluindo a gestão sustentável e integrada de seus resíduos, havendo uma valorização econômica de suas terras, gerando, outrossim, o



aumento da quantidade e melhoria da qualidade das águas desses mananciais hídricos. Esse tipo de intervenção já é feito com sucesso nos mananciais hídricos que abastecem a cidade de Nova York, nos Estados Unidos, a partir de Políticas Públicas com Sustentabilidade Ambiental implantadas pelas autoridades responsáveis.

Com relação ao assunto, deve-se buscar viabilizar uma gestão integrada na gestão do saneamento em toda as bacias hidrográficas dos rios Guapi-Açu e Macacu, como prevê a Lei 12305, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. A cidade de Cahoeiras de Macacu, que é a maior da região, poderia implantar a coleta seletiva de seus Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), separando lixo seco do lixo úmido: o lixo seco iria para as Usinas de Triagem para aproveitar o material reciclável seco (vidro, metais, plásticos, papel e papelão, etc.); já o lixo úmido (restos de comida) poderia ser encaminhado para uma usina de compostagem, para se transformar em composto orgânico, que é um adubo de excelente qualidade. Já a gestão sustentável dos esgotos sanitários da cidade poderia incluir a solução de coleta e tratamento de esgotos incluindo o reúso desses esgotos tratados, onde o lodo retido no tratamento poderia ser encaminhado para biodigestores (ao invés de ser encaminhado para aterros de lixo) e ser transformado em biogás e composto orgânico. As soluções do saneamento integrado, tanto para o lixo quanto para os esgotos, dentro do conceito da sustentabilidade ambiental, podem ser dirigidas para a produção de composto orgânico a partir do lixo e dos esgotos orgânicos, que é um adubo de excelente qualidade, podendo ser usado para baratear o reflorestamento nas bacias hidrográficas dos rios Guapi-Açu e Macacu, onde o saneamento integrado dos esgotos e do lixo, além de reduzirem a poluição hídrica dos rios, iria favorecer a produção de água doce nas bacias hidrográficas desses rios pela recuperação do húmus dos solos a partir do reaproveitamento do composto orgânico do lixo e dos esgotos sanitários urbanos.

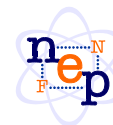
Os levantamentos dos dados ambientais previstos nos itens **a**, **b** e **c** são fundamentais para o embasamento dos projetos a serem desenvolvidos de recuperação das bacias hidrográficas dos rios Guapi-Açu e Macacu. A elaboração destes Projetos será também apoiada por estudos de simulação hidrológica em modelos matemáticos que permitem a representação virtual de



cenários. Estes modelos representam os processos hidrológicos como a infiltração, os escoamentos e as vazões nas bacias hidrográficas, e são sensíveis à representação numérica virtual das ações propostas. Viabilizando assim a simulação do comportamento futuro do ciclo hidrológico na bacia após sua completa revitalização. Pretende-se, com a elaboração dos Projetos de Reflorestamento e das Obras de Recarga da Água de Chuva no Solo e de Intervenções de Controle de Erosão do Solo, realizar um estudo de modelagem matemática analisando e comprovando os efeitos dessas intervenções e obras de recuperação ambiental nas bacias hidrográficas na regularização do regime dos rios Guapi-Açu e Macacu (reduzindo enchentes durante os períodos chuvosos e maximizando as vazões fluviais durante os períodos de estiagem).

Desta forma, com a implementação das intervenções e obras previstas na presente proposta, com a regularização das bacias hidrográficas dos rios Guapi-Açu e Macacu, será aumentada substancialmente as vazões mínimas dos rios Guapi-Açu e Macacu para atender a ampliação da oferta de água para a região do Conleste Fluminense, além de haver um amortecimento expressivo das enchentes na região, sem prejudicar os agricultores locais, valorizando a pecuária e as propriedades locais, e recuperando a biodiversidade dos ecossistemas fluviais existentes. Como o Canal de Imunana é formado a partir da união dos exutórios dos rios Guapi-Açu e Macacu, conseqüentemente as vazões no Canal de Imunana irão aumentar substancialmente nos períodos de estiagem, reforçando e melhorando a sustentabilidade do abastecimento de água na região, e com uma água bruta de melhor qualidade, sem haver a possível necessidade da construção de novas captações hídricas. Possivelmente, **o custo de implantação das obras e intervenções previstas, e discriminadas na presente proposta, é muito menor do que o custo da cara e impactante obra da barragem do rio Guapi-Açu proposta originalmente para a produção de água para o Conleste Fluminense.**

A barragem originalmente proposta do rio Guapi-Açu possivelmente vai gerar impactos negativos preocupantes no rio Guapi-Açu (como já relatamos) e que efetivamente não vai garantir a produção de água na bacia (como acontece hoje na Região Sudeste do Brasil, onde existem grandes barragens que estão “secas”), pois a barragem não produz água (ela apenas acumula no



volume útil do reservatório as águas que escoam pelo rio nos períodos chuvosos, extravazando o excesso pelos vertedores dessas obras hidráulicas). Quem efetivamente produz água doce é a bacia hidrográfica recuperada e preservada, que retém e infiltra grande parte das águas das chuvas no solo, amortecendo as enchentes e garantindo muito mais água nos rios nos períodos de estiagens, com obras e intervenções muito mais baratas, e que geram efeitos positivos de valorização ambiental e de melhoria das condições de vida da população, e é dentro desse escopo que se enquadra a presente Proposta de Recuperação Ambiental das Bacias Hidrográficas dos Rios Guapi-Açu e Macacu, com vistas a aumentar a disponibilidade hídrica para fins de abastecimento de água da região do Conleste Fluminense. No futuro, havendo períodos chuvosos mais vigorosos, ou desejando-se ampliar as vazões de captação hídrica em água doce para a região, as bacias hidrográficas preservadas dos rios Guapi-Açu e Macacu irão certamente permitir um aporte adicional de água, que ficará retida em maior quantidade no solo dessas bacias hidrográficas devido à maior recarga das águas de chuva nos lençóis de água subterrâneos existentes na bacia hidrográfica desses rios, correspondendo a mananciais de água doce de excelente qualidade e em maior quantidade para atender à população do Conleste Fluminense, de forma sustentável, com a preservação do solo e do ecossistema natural. Se houver interesse, barramentos menores e menos impactantes do que a barragem no rio Guapi-Açu proposta pela SEA/RJ poderiam ser construídos, gerando muito menos passivos ambientais para a região.

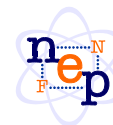
07 – RESPONSABILIDADES

07.1- Da UERJ:

- Planejar a execução dos serviços de comum acordo com os representantes indicados pela **ALERJ**;
- Alocar os recursos humanos necessários para a perfeita realização dos serviços, conforme as especificações previstas no **item 04**.

07.2- Da ALERJ:

- Emitir Ordem de Início dos Serviços;
- Designar responsável como interlocutor da **UERJ**, com poderes para encaminhar todas e quaisquer decisões que sejam necessárias para o bom desempenho das atividades;
- Fornecer informações relativas aos projetos em andamento;
- Efetuar pagamentos nas condições previstas.



08 – PRAZO E CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

O prazo estimado de execução dos nossos serviços é de **30 (trinta)** meses contados a partir da data do aceite desta proposta, de acordo com o seguinte cronograma de atividades:

Atividade	mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1- Levantamentos de Dados Existentes		█	█	█	█	█	█																										
2- Inspeções Técnicas de Campo		█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
3- Contratações e mobiliz. p/ os Levants. de Campo		█	█	█																													
4- Levantamento da rede hidrográfica real existente			█	█																													
5- Monitoramento Hidrométrico e outros				█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
6- Coleta e análise da Qualidade de Água				█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
7- Levantamentos de Solo, Topográficos e outros				█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
8- Elaboração de Diagnóstico Ambiental								█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
9- Elaboração do Projeto de Pesquisa Aplicada																																	
10- Elaboração do Relatório Final de Servs.																																	

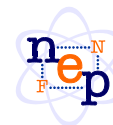
Cronograma Físico dos Estudos e Projetos para a Recuperação Ambiental das Bacias Hidrográficas dos Rios Guapi-Açu e Macacu, Visando aumentar a Oferta de Água para o Conleste Fluminense.

OBS: Os Levantamentos Hidrométricos e de Qualidade de Água devem ser permanentes, e devem ser continuados “após” a conclusão dos serviços, o que não está previsto nesta estimativa dos serviços, para se avaliar continuamente estes dados dos rios Guapi-Açu e Macacu.

09 – ESTIMATIVA DE CUSTO DOS SERVIÇOS

Para a execução dos serviços de pesquisa aplicada propostos, e discriminados ao longo desta PROPOSTA TÉCNICA, estimamos, aproximadamente, em termos de custos para estes trabalhos, os seguintes itens:

- a- Custo estimado dos **levantamentos hidrométricos** (vazões e níveis d'água fluviais) e levantamentos complementares meteorológicos e climatológicos, que dependem de equipe de campo e utilização de equipamentos e infra-estrutura ao longo do prazo estimado de 2 anos de trabalho, em um valor aproximado de **R\$ 1.600.000,00 (um milhão e seiscentos mil reais)**;



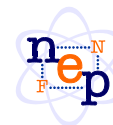
- b- Custo estimado dos **levantamentos complementares topográficos, de solo, geológicos e geográficos**, de acordo com a necessidade dos estudos, que dependem de equipe de campo e utilização de equipamentos e infra-estrutura ao longo do prazo estimado de 1 ano de trabalho, em um valor aproximado de **R\$ 800.000,00 (oitocentos mil reais)**;

- c- Custo estimado para os trabalhos de **monitoramento da qualidade de água**, como mostrado no Cronograma Físico do **Anexo 1**, em todas as seções fluviométricas adotadas no item b, e em outras seções definidas pelos estudos ambientais a serem realizados (como em pontos críticos de poluição hídrica dos rios), e considerando os parâmetros de qualidade de água mais representativos para a região: **R\$ 500.000,00 (quinhentos mil reais)**;

- d- Custo estimado para a realização dos **estudos para o diagnóstico ambiental da região hidrográfica dos rios Guapi-Açu e Macacu**, a partir dos dados básicos levantados nas etapas anteriores, sendo previsto o prazo de 1 ano para a execução desses trabalhos: **R\$ 500.000,00 (quinhentos mil reais)**;

- e- Custo estimado para os trabalhos de **Elaboração do Projeto de Pesquisa Aplicada das Obras e Intervenções com Sustentabilidade Ambiental visando a recuperação ambiental das bacias hidrográficas dos rios Guapi-Açu e Macacu como um todo, com vistas à ampliação da oferta de água para a região do Conleste Fluminense**, sendo previsto um prazo de 20 meses para a execução desses serviços, com equipe técnica multidisciplinar formada por engenheiros de recursos hídricos, engenheiros agrônomos, engenheiros florestais, engenheiros cartográficos, geólogos, geógrafos, além de outros, com a utilização das informações disponíveis básicas das etapas anteriores: **R\$ 1.500.000,00 (hum milhão e quinhentos mil reais)**.

CUSTO TOTAL ESTIMADO DOS TRABALHOS: R\$ 4.900.000,00 (quatro milhões e novecentos mil reais).



10 – FORMA DE PAGAMENTO

Os pagamentos dos serviços serão realizados em 30 (trinta) parcelas até 10 (dez) dias correntes após o recebimento dos respectivos documentos de cobrança.

11 – RECURSOS HUMANOS, EQUIPAMENTOS E MATERIAIS

As atividades relativas aos serviços contarão com a equipe técnica estimada formada por engenheiros de recursos hídricos, hidrólogos, engenheiros agrônomos, hidrogeólogos, geógrafos, engenheiros florestais, engenheiros químicos, e biólogos e com a participação de professores, técnicos e estagiários da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, do Curso de Engenharia, coordenados pelo **Prof. Adacto Benedicto Ottoni**.

O valor proposto no **item 09** inclui todo o material de consumo a ser utilizado no desenvolvimento das atividades, bem como toda a infra-estrutura básica de apoio aos trabalhos, na aquisição e aluguel de equipamentos, pagamento de mão-de-obra, recolhimento de impostos e taxas e a aquisição de eventuais softwares.

12 – COOPERAÇÃO TÉCNICA / SUPORTE ACADÊMICO

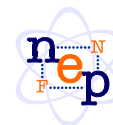
Dentre outras, esta parceria de cooperação técnica, poderá ensinar as seguintes atividades acadêmicas de interesse recíproco:

Estágios Supervisionados

A empresa parceira poderá indicar o perfil desejado do aluno a ser selecionado, que será assistido durante o período do estágio, por professores dos Departamentos afins da Faculdade de Engenharia.

Projetos de Graduação

Identificação, em parceria com a ALERJ, de temas para trabalhos finais dos cursos de graduação oferecidos pela Faculdade de Engenharia. Os referidos trabalhos são desenvolvidos, obrigatoriamente, para obtenção de diploma. A duração é de dois semestres letivos. Os projetos podem ser realizados



individualmente ou em equipes, sendo os alunos assistidos por professores orientadores. Ao final, os trabalhos são submetidos à avaliação de “Banca” com possibilidades de participação de representante técnico da contratante.

Cursos e Treinamento

Podem ser desenvolvidos cursos especiais para profissionais (em diversos níveis e especialidades), em horários e locais apropriados aos interesses comuns. A **UERJ** possui, também, salas adequadas a essa finalidade, em seus diferentes Campi, caso se julgue conveniente o deslocamento de profissionais do local de trabalho.

13 – CONDIÇÕES GERAIS

Durante o decorrer dos serviços contratados poderá haver ajustes nas especificações das atividades, seus custos e prazos, desde que previamente acordados entre as partes e documentados através de aditivos contratuais.

14 – REFERÊNCIAS

EMBRAPA - PEDREIRA, B. D., FIDALGO E. C., UZEDA, M. C., & COSTA, M. D. *Áreas Prioritárias para Recuperação na Região da Bacia Hidrográfica do Rio Guapi-Macacu, RJ.*, Rio de Janeiro, 2011.

NEBEL, Bernard J. & WRIGHT, Richard T. *Environmental Science. The Way the World Works.* Seventh Edition, Prentice Hall . New Jersey, 2000.

OTTONI, A. B. *Tecnologia do Manejo Hídrico em Bacias Hidrográficas Visando sua Valorização Sanitária e Ambiental.* Tese de Doutorado, Escola Nacional de Saúde Pública, ENSP/ FIOCRUZ, Rio de Janeiro, RJ, 1996.

RODRIGUES, Valdemir Antonio. *Análise dos Processos Hidrológicos em Modelo Didático de Microbacias*, artigo publicado na “Revista Eletrônica de Engenharia Florestal – RCEEF – ISSN: 1678-3867; Ano IX – Volume 17 – Número 1. Garça, SP, 2011.



SEA/RJ – Secretaria de Estado do Ambiente do Rio de Janeiro. *EIA/RIMA das Obras da Barragem do Rio Guapi-Açu*, Rio de Janeiro, 2013.

TUCCI, Carlos E. M. Et al. *Hidrologia. Ciência e Aplicação*. Editora da UFRGS/ABRH. Porto Alegre, 2012.

UERJ, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. *Projeto Manejo Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Joana Visando sua Valorização Ambiental*, Projeto UERJ/FINEP/REHIDRO Sub-Rede, Rio de Janeiro, 2002.

15 – VALIDADE DA PROPOSTA

A presente proposta terá a validade de **120 (cento e vinte)** dias a partir de seu recebimento.

Rio de Janeiro, 05 de outubro de 2015.

PROF. ADACTO BENEDICTO OTTONI
Coordenador do PROJETO

PROF^a. MARIA EUGENIA MOSCONI DE GOUVÊA
Diretora da Faculdade de Engenharia