

Eixo Temático ET-04-005 - Recuperação de Áreas Degradadas

## RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA NA MICROBACIA DO RIO PITIMBU, BR -101/RN<sup>1</sup>

Sylvia Sátyro Xavier Tertuliano<sup>2</sup>, Vanessa José Rocha<sup>3</sup>, Lya Mayer de Araujo<sup>3</sup>,  
Camila Gava Galbiatti<sup>2</sup>, Sebastiana Maely Saraiva<sup>2</sup>, Luiz Carlos Maia Dantas<sup>2</sup>,  
Luciana Gonçalves Leite Cintra<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Realizado em parceria com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT, a Gestora Ambiental - Consórcio Skill-STE e a construtora Consórcio Natal Parnamirim.

<sup>2</sup>Consórcio SKILL-STE. Gestão Ambiental da BR-101/NE. Brasília/DF, email: sylvia.tertuliano@skillengenharia.com.br.

<sup>3</sup>Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Coordenação Geral de Meio Ambiente. Brasília/DF.

### RESUMO

O crescimento expressivo do setor imobiliário e turístico nos municípios da Grande Natal são os responsáveis pelo intenso processo de urbanização e pressão sobre a infraestrutura nas regiões adjacentes, contribuindo com o aceleração do processo de antropização nesses locais. Durante o trabalho de supervisão ambiental das obras de ampliação da capacidade da Rodovia BR-101/RN, a Gestora Ambiental observou impactos relevantes sobre o Rio Pitimbu, cuja nascente encontra-se no Município de Macaíba, sendo a Lagoa do Jiqui seu ponto de deságue. Esse cenário motivou a elaboração de um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, que englobou as áreas adjacentes ao rio e suscetíveis a erosão, entre elas áreas de dunas. O projeto de plantio foi executado no período chuvoso de 2016 e considerou cada local e suas características, podendo-se concluir que a execução do projeto apresentou bons resultados no controle do coeficiente *runoff* do solo e do assoreamento do rio Pitimbu à montante.

**Palavras-chave:** PRAD; Rodovias; Microbacia; Pitimbu; BR-101.

### INTRODUÇÃO

O surgimento de áreas degradadas no Brasil tem aumentado consideravelmente ao longo dos anos, ocasionando inúmeros prejuízos ao meio ambiente. De acordo com a FAO (2005), cerca de 16% da área total do Brasil apresenta algum estado de degradação do solo induzida por atividades antrópicas.

Na natureza as exigências de recuperação variam de acordo com o impacto sofrido na área, sempre compreendendo a revegetação e a proteção dos recursos hídricos (Bragaet *al.*, 1996). Segundo Poletto (2010), o processo de recuperação implica no restabelecimento de um dado ecossistema ou população a uma condição não degradada. Baseia-se no manejo da sucessão vegetal e biológica, em conformidade com padrões naturais locais e mediante um plano preestabelecido para sua regeneração, obtendo-se a médio e longo prazo uma condição estável e sustentável, de acordo com valores ambientais, econômicos, estéticos e sociais dos sistemas naturais do entorno.

Em face da gravidade das condições ambientais observadas na área de estudo, fazia-se premente a adoção de medidas em caráter emergencial, com o intuito de buscar o estabelecimento de um sistema natural, detentor do equilíbrio dinâmico e com um nível de resiliência desejável, conforme as condições existentes no local antes da degradação. Em certas situações as ações de recuperação podem levar um ambiente degradado a uma condição ambiental melhor do que a situação inicial – desde que a condição inicial seja a de um ambiente alterado (SÁNCHEZ, 2008).

A recomposição de áreas degradadas deve considerar não só a recuperação paisagística da área, mas também aspectos como: controle dos processos erosivos, recuperação

das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, retorno da fauna, além da recuperação de nutrientes. Tais aspectos, ao interagirem adequadamente entre si, desencadeiam uma sucessão ecológica que culminará na volta da resiliência perdida e na reversão da degradação (POLETO, 2010).

Nessa perspectiva, justifica-se a execução do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), visando atender às premissas de recuperação ambiental em áreas degradadas localizadas na área de influência de rodovias federais que foram ou estão em processos de adequação de capacidade, como é o caso da BR-101/RN, e ao exposto na Lei nº 6.938, de 31 de Agosto de 1981 – que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente e, em seu Artigo 2º (item VIII), faz referência à recuperação de áreas degradadas.

O trabalho em questão tem como objetivo principal promover a recuperação ambiental à montante direita do rio Pitimbu, localizado na região metropolitana do município de Natal, estado do Rio Grande do Norte, incluindo a regularização e proteção de taludes, a contenção dos processos erosivos e a recomposição vegetal no entorno do rio.

## **METODOLOGIA**

### **a) Descrição da área de estudo**

A área de estudo está situada no entorno do Rio Pitimbu, que é um componente da sub-bacia do Rio Pirangi ou Pium e tem sua nascente na localidade de Lagoa Seca, no Município de Macaíba/RN (Figura 1). O rio em questão possui caráter perene, sendo alimentado por ressurgências de águas subterrâneas do aquífero Barreiras e que, por desembocar na Lagoa do Jiqui, tem capacidade de acumulação de 22 milhões de m<sup>3</sup>, desempenhando um papel importante na disponibilização de água doce superficial para a cidade de Natal, (Barbosa, 2006).

No ano de 2011 o talude de aterro às margens da rodovia BR-101 desmoronou em decorrência de um colapso da drenagem em razão do aumento da vazão do rio Pitimbu durante o período chuvoso. O desmoronamento do talude provocou assoreamento do rio Pitimbu tendo sido assim precisa a execução de um PRAD à montante direita do rio com objetivo de recuperar o talude de aterro e dessasorear o leito do rio Pitimbu. Nos anos de 2016 e 2017 foi necessária uma pequena intervenção nas áreas adjacentes ao rio tais como o platô da duna e o talude de aterro da rodovia para realização de serviços de substituição da geocelula e da realização de um replantio das áreas que não obtiveram sucesso durante o plantio em época.

A cobertura vegetal predominante em torno da Bacia do Rio Pitimbu é composta por uma Savana Florestada – podendo ser densa ou aberta. Uma particularidade sobre a Savana Florestada Densa é que esta tem uma vegetação formada por um dossel contínuo, o qual não permite a penetração da luz até o solo. Há predominância de gêneros e de espécies de nanofanerófitos, como *Schinus terebenthifolius*, *Lythraea brasiliensis*, *ErythroxyIom*, *Myrcia* e *Eugenia spp.*, que proporcionam um caráter lenhoso à formação (COSTA, 1995). As áreas de dunas apresentam cobertura vegetal formada pelo predomínio de espécies vegetais herbáceas, de porte rasteiro – em conjunto com espécies de porte arbustivo dispostas em menor número, formando clara interface entre espécies pioneiras e secundárias iniciais.



**Figura 4:**Localização da Área de Estudo.Fonte: Google Earth, 2011.

Na área em questão foram registradas espécies de animais mamíferos, como é o caso da raposa (*Cerdocyon thous*), do micoestrela do tufo branco (*Callithrix jacchus*), animal que se adapta bem em áreas degradadas ou em processo de recuperação, e do preá (*Galeaspixii*); de répteis, como a iguana (*Iguana iguana*), a cobra verde (*Philodryasolfersii*) e a jiboia (*Boa constrictor*) e de aves, a exemplo do carcará (*Polyborus plancus*) (FUNPEC, 1998 apud IDEMA, 2011).

Os solos da região de estudo são predominantemente de textura arenosa, com evidente fragilidade dada a sua susceptibilidade aos processos erosivos. São solos de baixa fertilidade natural e pequena capacidade de troca catiônica (CTC), necessitando, portando, de aporte nutricional sob a forma de adubação orgânica. Segundo Lepsch (2010), na área de formação de dunas ocorrem os Neossolos Quartzarênicos (antigas Areias Quartzosas Marinhas Distróficas) enquanto na área com fragmento florestado o solo foi classificado como Latossolo Amarelo Distrófico (CESTARO, 2002), que são solos pobres em nutrientes e geralmente muito profundos e bem drenados (EMBRAPA, 2013).

#### **b) Caracterização das áreas degradadas**

As áreas degradadas foram caracterizadas dividindo-as de acordo com a posição que cada uma ocupa no relevo, assim temos:

**Rio Pitimbu:** encontrava-se bastante assoreado em função da grande quantidade de sedimentos carregados para o interior de seu leito, decorrentes da ação de fortes chuvas sobre o aterro localizado paralelamente à pista esquerda (sentido Parnamirim – Natal), bem como estava desprovido de mata ciliar em sua margem esquerda, o que ocasionou a diminuição gradativa na profundidade do rio, o estreitamento da largura entre as margens do ponto de maior dimensão, o aterramento da porção de mata ciliar situada nas proximidades da margem esquerda e a obstrução da seção do bueiro, vista claramente à jusante (Figuras 2 e 3).

**Área de Mata Ciliar:** na margem esquerda do rio a área encontrava-se totalmente desnuda e com sinais visíveis de erosão, o que ocasionou perdas severas de solo e consequente assoreamento do rio.

**Área de Dunas:** apesar da aparente estabilidade, alguns processos erosivos foram observados sobre o início do platô, afetando parte da crista dunar (Figura 4).

**Área coberta por Fragmento Florestado:** Apresentava-se coberta por uma camada de serapilheira de aproximadamente 5,0 cm de espessura, formando uma camada orgânica bem estruturada.

Áreas sem Cobertura Vegetal: as áreas que se apresentavam desprovidas de cobertura vegetal correspondem ao platô inserido entre o talude de aterro, adjacente ao pavimento da Rodovia BR-101, e o sistema dunar localizado em frente ao referido aterro (Figura 5).



**Figura 2:** processo erosivo na margem esquerda do Rio Pitimbu (07/05/2011)



**Figura 3:** processo erosivo e assoreamento na margem esquerda do Rio Pitimbu (13/05/2011)



**Figura 4:** Início de voçoroca em formação dunar (07/05/2011)



**Figura 5:** Área intensamente assoreada próxima ao leito do rio Pitimbu (07/05/2011)

### c) Recomposição vegetal

Inicialmente as áreas a serem recuperadas foram isoladas para melhor controle e monitoramento dos resultados. Em seguida foram realizados os serviços de regularização do terreno, com correção de eventuais ravinações e demais processos erosivos. Foi realizada também a limpeza do local por meio de capina manual, respeitando-se o estabelecimento de espécies pioneiras e secundárias iniciais que já se encontravam instaladas.

O plantio foi realizado no período chuvoso do ano 2016, entre os meses de junho e julho, considerando a dinâmica sucessional (pioneiras, secundárias e clímax) das mudas selecionadas. As espécies vegetais foram divididas em nativas e exóticas adaptadas, sugeridas conforme a ocorrência nos fragmentos florestais da área a ser recuperada. Para o enriquecimento das áreas foram selecionadas espécies leguminosas, devido à sua capacidade de associação com bactérias do gênero *Rhizobium*, que fixam o nitrogênio atmosférico e enriquecem o solo com esse nutriente.

A distribuição das espécies em campo foi realizada adotando-se arranjo espacial em quincênio, com espaçamento 3,0 x 3,0 e com distribuição das mudas em função da categoria sucessional inerente a cada espécie, com espécies pioneiras (P) integrando a bordadura do stand, totalizando 70%. A área central foi composta por 20% de espécies secundárias (S) e 10% de espécies clímax (C).

As covas foram abertas obedecendo odimensionamento pré-estabelecido de 40 x 40 x 40 cm, porém em alguns locais, devido à proximidade do terreno à margem esquerda do rio, as covas tiveram suas dimensões reduzidas para 30 x 30 x 40 cm.

Para correção do solo e adubação das mudas foi realizada a aplicação por cova de 200 g de YOORIN ou termofosfato, juntamente com 10 L de composto orgânico. Foi também utilizado um composto de esterco de gado, bem curtido, a fim de evitar a proliferação em demasia de ervas invasoras.

#### **d) Manutenção do plantio**

Nessa etapa foi aplicadaaao redor das plantasuma camada de cobertura morta (mulching) ao solo, à base de palha seca, para favorecer a manutenção da umidade do solo, a redução da temperatura do solo e melhorar o controle das ervas invasoras, proteger o solo contra os processos erosivos, favorecer o desenvolvimento da microbiota do solo, bem como incrementar o teor de matéria orgânica.

A manutenção necessária ao estabelecimento e sanidade do stand plantado considerou o controle preventivo de formigas cortadeiras dos gêneros *Atta* (saúvas) e *Acromyrmex* (quenquéns), através da utilização de iscas formicidas granuladas à base de sulfluramida na dosagem de 10 g/m<sup>2</sup>, dispostas ao lado dos carreiros (trilhas) e próximas aos olheiros do murundum.

A reposição de mudas mortas foi executada 30 dias após o plantio, observando-se sempre a respectiva categoria sucessional.As irrigações foram realizadas no período seco, quando as mudas já se encontravam bem estabelecidas, aplicando-se 5 a 10 litros de água por muda a cada 45 dias.

#### **e) Regularização dos taludes de aterro**

Foi executada primeiramente a regularização sobre a face dos taludes, de forma que estes ficassem com inclinação máximaem torno de 45 graus, para melhor estabilidade dos maciços e redução das superfícies de ruptura. O preparo das áreas foi executado de acordo com a NORMA DNIT 072/2006 – ES, que recomenda que os taludes deverão ser submetidos ao coveamento das superfícies, com profundidade de 5,0 cm e espaçamento entre covas de 10,0 cm, a fim de que haja uma retenção de sementes satisfatória, favorecendo dessa forma o estabelecimento de uma cobertura vegetal uniforme, que permita a proteção do maciço.

Após esse procedimento, foi executado o recobrimento dos taludes, no sentido da crista à base, com malha de biomanta antierosiva de fibra de coco, grampeada no solo em espaçamentos mínimos de 40,0 cm, por meio de grampos de ferro ou aço – o que responde pela ancoragem das sementes sobre a área dos taludes, além de favorecer a retenção de umidade sobre a camada hidrossemeada, fundamental à germinação das sementes, conforme consta na NORMA DNIT 074/2006 – ES.

Em seguida foi executada a hidrossemeadura espessa, cujo procedimento se fundamenta na aplicação via jateamento de uma mistura submetida à constante agitação mecânica em caminhão tanque, contendo sementes de espécies vegetais de gramíneas e leguminosas, além de fertilizantes, adesivos e mulching sobre a superfície dos taludes objeto da recuperação (Figura 6).

#### **f) Proteção das formações dunares**

O sistema de dunas localizado na área da intervenção foi protegido através do emprego de estruturas denominadas geocélulas, desenvolvidas pela BIOENGENHARIA para a contenção de taludes, encostas, dunas e demais corpos físicos sujeitos a instabilidades que ocasionem desmoronamentos e abatimentos verticais do maciço (Figura 7). Em seguida, realizou-se a revegetação com espécies herbáceas pioneiras e posterior recobrimento final com biomanta antierosiva, confeccionada em fibra de coco, 100% biodegradável – o que contribuiu para o desenvolvimento vegetal das plantas, controle erosivo e retenção de umidade no solo.

Quanto às especificações, as geocélulas têm dimensões de 30 x 30 cm, com altura de 10 cm e resistência à tração nos pontos de costura de 40 N/m<sup>2</sup>. Ademais, possuem ainda as seguintes características funcionais: leveza, com facilidade para o manuseio e aplicação; resistência à ação de fungos, bactérias, insetos e roedores; resistência à maioria dos reagentes químicos; resistência às intempéries (radiação solar, chuva e vento); vida útil mínima de 50 anos e possibilidade de uso para reciclagem.

#### g) Desassoreamento do leito do rio Pitimbu

Essa etapa do serviço foi realizada por meio de dragagem de sucção, com o uso de draga tipo boia, equipada com bomba de sucção, com tubulação de entrada e saída – sendo a última o recalque utilizado para a destinação final. Esse equipamento ficou posicionado sobre o eixo do rio, iniciando o percurso de trabalho a 100 metros a partir do bueiro (trecho de maior assoreamento), em sentido contrário ao curso do rio - de Leste (E) para Oeste (W). O referido sistema evita submersão, mesmo quando exposto a chuvas constantes. O procedimento foi realizado anteriormente ao período da estiagem. Cumpre destacar que esse procedimento tem a função de evitar o surgimento de possíveis impactos à margem esquerda, a exemplo de compactações e solapamentos do talude – dada a fragilidade do solo no local.



**Figura 6:** Hidrossemeadura sobre biomanta em talude de aterro (20/05/2011)



**Figura 7:** Formação dunar, a ser protegida com GEOCÉLULA, e ao fundo condomínio sobre a APP (20/05/2011)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As operações de plantio à jusante do rio Pitimbu-RN garantiram uma significativa redução dos efeitos negativos do *runoff* e das demais formas de erosões laminares, principalmente nas áreas de maior aclive, como nos taludes de aterro e no platô da duna. Tal fato pôde ser observado durante o período de chuvas na região, onde ocorria a maior quantidade de percolação de terra para o rio Pitimbu.

Observou-se também que o emprego de técnicas de recuperação, como a utilização de geocélulas e de biomanta, surtiram efeito positivo na recuperação da área, haja vista a falta de substrato nas áreas mais íngremes no local, o que dificultaria o sucesso do plantio da vegetação herbácea. Foi visto também que a inserção do plantio com gramíneas nas áreas dos taludes que margeavam a rodovia impediu o desmonte do aterro e garantiu a reabilitação do local.

O rio Pitimbu encontra-se com fluxo contínuo e aparentemente sem resíduos de material em suspensão, sem demonstração do carreamento material de aterro das áreas adjacentes.

Nas figuras 9 a 16 são apresentados detalhes dos locais que foram recuperados, localizados nas proximidades do rio Pitimbu, e das técnicas que foram aplicadas.



**Figura 9.**Contenção do banco arenoso com geocélulas. Coord. UTM SAD69 SB25 253648/9349524 (26/09/2017)



**Figura 10.**Geocélulas de proteção no banco arenoso foram recuperadas. Coord. UTM SAD69 SB25 253648/9349524 (26/09/2017)



**Figura 11.**Plantio na área das geocélulas. Coord. UTM SAD69 SB25 253648/9349524 (14/09/2017)



**Figura 12.**Vegetação existente nas geocélulas. Coord. UTM SAD69 SB25 253648/9349524 (14/09/2017)



**Figura 13.**Plantio realizado no talude de aterro junto à via marginal esquerda. Coord. UTM SAD69 SB25 253648/9349524 (28/09/2017)



**Figura 14.**Vistoria na área plantada juntamente com o DNIT e Consórcio Natal Parnamirim, no entorno do Rio Pitimbu. Coord. UTM SAD69 SB25 253648/9349524 (28/09/2017)



**Figura 15.** Sistema de irrigação instalado na área do plantio vegetal. Coord. UTM SAD69 SB25 253648/9349524 (28/09/2017)



**Figura 16.** Irrigação instalada pelo Consórcio Natal Parnamirim no entorno do Rio Pitimbu. Coord. UTM SAD69 SB25 253648/9349524 (28/09/2017)

## CONCLUSÃO

De acordo com os resultados observados, oriundos da execução do projeto de recuperação das margens do rio Pitimbu, concluiu-se que:

- As técnicas de recuperação aplicadas foram eficientes na contenção de processos erosivos;
- Técnicas como hidrossemeadura, geocélulas e biomanta garantiram a sustentabilidade dos taludes e das áreas mais suscetíveis a *runoff*, tais como o platô da duna e o talude de aterro às margens da rodovia;
- A recuperação realizada às margens do rio Pitimbu garantiu a estabilização do ambiente, impedindo o deslocamento de partículas finas do solos taludes de maior cota e prevenindo o assoreamento do rio Pitimbu à montante.

## REFERÊNCIAS

- BARBOSA, J.F.K. **Conflito de usos da água e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Pitimbu no Município de Macaíba, RN**. Dissertação (Mestrado). Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Programa de Pós – Graduação em Engenharia Sanitária, 2006. 97p.
- BRAGA, T.O. et al. **Auditoria Ambiental**: uma proposta para empreendimentos mineiros. São Paulo: IPT/Sama, 1996. (IPT. Publicação, 2451).
- CESTARO, L. A. **Fragmentos de florestas atlânticas no Rio Grande do Norte**: relações estruturais, florísticas e fitogeográficas. Tese (Doutorado). Universidade Federal de São Carlos, 2002.
- COSTA, S. M. D. **Alteração da cobertura vegetal natural da microbacia do Rio Pitimbu-RN devido à ocupação antrópica**. 1995. 19f. Relatório final de pesquisa – Conselho Nacional de desenvolvimento científico e tecnológico – Pró-Reitoria de Pesquisa e pós-graduação. Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3.ed. rev. ampl. Brasília: EMBRAPA, 2013.
- FAO. Land and water development division. National soil degradation maps, 2005.
- FUNPEC - Fundação Norte Rio Grandense de Pesquisa e Cultura. Relatório de Impacto Ambiental - RIMA, referente à implantação do Centro Industrial Avançado – CIA/RN. Natal, 1998.
- LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

MELO, J. G. **Impacto do desenvolvimento urbano nas águas subterrâneas de Natal-RN**. 1998. 196 f. Tese (Doutorado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo – SP.

OROZCO, M. M. D. **Caracterização da gramínea Vetiveria zizanioides para aplicação na recuperação de áreas degradadas por erosão**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais: Escola de Engenharia, 2009.

POLETO, C. **Introdução ao gerenciamento ambiental**. Rio de Janeiro: Interciência, 2010. 354 p.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.