

EROSÃO DO SOLO E URBANIZAÇÃO NO DISTRITO FEDERAL. ESTUDO DE CASO DA VOÇOROCA NA RODOVIA DF-250

Data de aceite: 26/01/2024

Paula Emanoela Silva Almeida

Engenheira civil do Departamento de Estradas de Rodagem – DER/DF, Mestranda em Meio ambiente e Desenvolvimento Regional – UNOESTE

Geraldo Jacinto da Silva Filho

Engenheiro civil do Departamento de Estradas de Rodagem – DER/DF, Mestrando em Meio ambiente e Desenvolvimento Regional – UNOESTE

Mozer Teixeira de Castro

Engenheiro civil do Departamento de Estradas de Rodagem – DER/DF, Mestrando em Meio ambiente e Desenvolvimento Regional – UNOESTE

Marcelo Rodrigues Alves

Docente no Programa de Pós-Graduação em Meio ambiente e Desenvolvimento Regional – UNOESTE

Paulo Antonio da Silva

Docente no Programa de Pós-Graduação em Meio ambiente e Desenvolvimento Regional – UNOESTE

Sérgio Marques Costa

Docente no Programa de Pós-Graduação em Meio ambiente e Desenvolvimento Regional – UNOESTE

25º Encontro Nacional de Conservação Rodoviária (ENACOR)

48ª Reunião Anual de Pavimentação (RAPv)

RESUMO: A relação entre erosão e crescimento populacional constitui um tema de relevância para a compreensão dos impactos ambientais resultantes do aumento da densidade demográfica em determinadas regiões. A erosão e a drenagem pluvial são questões de extrema importância no âmbito da engenharia civil e ambiental. Os processos erosivos de grande escala são complexos e englobam diversas situações, tais como o carreamento de solo nos cursos d'água e desabamento de rodovias. Nesse contexto, o controle da erosão urbana é essencial tanto para a manutenção da capacidade de escoamento do sistema de drenagem quanto para a preservação da qualidade ambiental. Diante disso, considerando o rápido crescimento populacional na região do Itapoã, localizada no Distrito Federal, juntamente com a carência de infraestrutura adequada de drenagem pluvial, houve um agravamento do fenômeno erosivo conhecido como voçoroca nas margens da rodovia DF-250, gerando resultados com

consequências significativas para o meio ambiente. Diante dessa situação, o presente estudo de caso aborda a voçoroca às margens da rodovia DF-250, caracterizando o tipo de solo na região, a principal causa desse processo erosivo, bem como suas repercussões na faixa de domínio da rodovia. Além disso, são demonstradas as ações implementadas pelo DER/DF visando a recuperação da área degradada.

PALAVRAS-CHAVE: Impacto Ambiental; Erosão; Voçoroca; Rodovia; Distrito Federal.

ABSTRACT: The relationship between erosion and population growth is a relevant topic for understanding the environmental impacts resulting from the increase in population density in certain regions. Erosion and stormwater drainage are issues of extreme importance in the field of civil and environmental engineering. Large-scale erosive processes are complex and encompass several situations, such as soil carrying into watercourses and road collapses. In this context, the control of urban erosion is essential both for maintaining the flow capacity of the drainage system and for preserving the environmental quality. In view of this, considering the rapid population growth in the Itapoã region, located in the Federal District, together with the lack of adequate infrastructure for rainwater drainage, there was an aggravation of the erosion phenomenon known as gullies on the banks of the DF-250 highway, generating results with consequences significant for the environment. Faced with this situation, the present case study approaches the gully on the margins of the DF-250 highway, characterizing the type of soil in the region, the main cause of this erosion process, as well as its repercussions on the highway's right of way. In addition, the actions implemented by the DER/DF aiming at the recovery of the degraded area are demonstrated.

KEYWORDS: Environmental impact; Erosion; Voçoroca; Highway; Federal District

INTRODUÇÃO

Os processos erosivos causam grandes impactos ao meio ambiente. O crescimento populacional no Distrito Federal provoca um desordenamento na estrutura urbana que se expressa em vários problemas de ordem socioambientais (BRITO, 2012).

As ações antrópicas são responsáveis pelo aumento dos processos erosivos. Algumas consequências dos processos erosivos são o assoreamento de rios, lagos e barragens, perda de solos, queda na fertilidade dos solos, desbarrancamento de estradas e moradias (GUERRA, 2005).

Conforme Molinero (2007), a erosão é um processo geodinâmico que ocorre nos solos, a partir da combinação de alguns fatores como relevo local, formação geológica, volume de água existente na região, tanto superficial (em função da precipitação) quanto em sua subsuperfície (em função do nível freático), conjugados na grande maioria das vezes com a ação do homem naquele local.

No Brasil, o transporte rodoviário é a forma mais utilizada para deslocamentos pela população em geral, sejam pequenas, médias ou grandes distâncias, bem como se constitui no principal modal para o transporte de cargas e escoamento da produção. A construção de rodovias impacta consideravelmente no desenvolvimento social e econômico. Nesse

contexto, a retirada da vegetação é um dos primeiros impactos ambientais causados pela implantação das rodovias.

Devido à grande complexidade e limites de extensão, a construção de rodovias altera permanentemente diversos ambientes ao longo de sua implantação, transformando paisagens, modificando biomas e gerando impactos sobre o meio físico, biótico e socioeconômico (RIDENTE JÚNIOR, 2008; OLIVEIRA, 2011).

Salomão e Iwasa (1995) definem o fenômeno da erosão como sendo um processo de desagregação e remoção de partículas do solo ou fragmentos e partículas de rochas pela ação combinada da gravidade com a da água, vento, gelo ou organismos vivos.

De acordo com Camapum de Carvalho et al., (2006), o termo erosão advém do latim (*erodere*) que possui o significado de “corroer”. Nos estudos ligados à ciência da terra, o termo é aplicado aos processos de desgaste da superfície terrestre (solo ou rocha) pela ação da água, do vento, de queimadas, do gelo e de organismos vivos (plantas e animais), além da ação do homem.

Molinero (2007) justifica que:

“Várias regiões brasileiras, especialmente aquelas que se desenvolveram em áreas de planaltos, como grande parte do centro-oeste brasileiro, apresentam-se em regiões com relevos caracterizados por grandes diferenças altimétricas. Em consequência disso os acessos entre estas localidades, na maioria dos casos, também são construídos ao longo desses terrenos. Estas estradas, assim instaladas, muitas vezes em terrenos de baixa resistência à erosão, quando não protegidas, por vegetação ou pavimentação, têm o processo erosivo rapidamente iniciado. Estas ravinas, não raro, se transformam em voçorocas, principalmente quando interceptam o nível freático. Com o conseqüentemente alargamento e evolução remontante dessas erosões, quase sempre, o resultado é a destruição dessas rodovias. Na maioria dos casos mesmo quando as águas são conduzidas por sistemas apropriados, o problema surge no ponto de lançamento onde muitas vezes encontram-se estruturas inadequadas para o lançamento das águas captadas pelo sistema de drenagem. Com o incremento das chuvas e o aumento da vazão e do nível freático, os processos erosivos a jusante são extremamente acelerados, provocando avanços nas erosões como um todo. Estes processos colocam em risco a segurança e a economia de pessoas assim como das próprias obras públicas” (MOLINERO, 2007. p.26).

No artigo “Processos Erosivos em Rodovias: uma revisão sistemática sobre os métodos de previsão e monitoramento”, Pires, Carmo Jr. (2018) listaram várias metodologias para a previsão e monitoramento de processos erosivos, porém dependendo da pesquisa, pode ocorrer o desenvolvimento de um novo modelo mais adequado ao objeto analisado, como por exemplo, como aquele apresentado por Molinero (2007), que desenvolveu um modelo matemático específico para previsão de áreas mais suscetíveis a processos erosivos.

Na região central do Brasil, especificamente nas últimas quatro décadas, ocorreu a uma rápida e extensiva ocupação do solo. Grandes processos de urbanização e um

acelerado incremento da atividade agropecuária, acarretando em aparecimento sérios problemas ambientais, como a degradação do solo e processos erosivos. Tais ações antrópicas impactaram as áreas urbanas gerando assoreamento de reservatórios e alterações significativas nos cursos de água, o que ocasionou a perda de solos férteis antes utilizadas nas atividades agrícolas (CAMAPUM DE CARVALHO et al., 2006).

Muitos processos erosivos são encontrados junto às margens das rodovias. A Figura 1 apresenta a localização de processos erosivos às margens da rodovia DF-250, localizada no Distrito Federal.



Figura 1 - Processo erosivos às margens da Rodovia DF-250 (GOOGLE MAPS, 2023)

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Localização da Área de estudo

A Região Administrativa do Itapoã está localizada no Distrito Federal, com uma área de 3.430,16 hectares e é abastecida pelos reservatórios do Torto, Santa Maria, Bananal, Lago Paranoá e Cachoeirinha. A ocupação originou-se no início da década de 1990, formada principalmente por habitantes da região do Paranoá (CODEPLAN, 2022).

A partir de 2001, o Itapoã passou por um processo muito rápido de ocupação irregular e, em 2003, foi criada a sub administração do Itapoã, vinculada à administração regional do Paranoá. Em novembro de 2004, diante do crescimento acelerado da ocupação urbana, foi criada a Região Administrativa Itapoã – RA XXVIII, por meio da Lei 3.527, de 03 de janeiro de 2005, compreendendo as ocupações irregulares consolidadas que foram agrupadas e inseridas na poligonal do setor habitacional Itapoã (CODEPLAN, 2022).

Com efeito, a região no entorno da rodovia DF-250 se caracteriza pela ocupação predominantemente urbana. Na margem norte da rodovia está situada a cidade do Itapoã, além dos condomínios Novo Horizonte, Mansões Entrelagos e Chácara Euler Paranhos.

Na margem sul da rodovia, nas proximidades da DF-001, há uma área de reflorestamento de Pinus, parcialmente utilizada para receber os lançamentos do recém-implantado sistema de drenagem pluvial do Itapoã. Ainda na margem sul, em direção à DF-456, há áreas rurais, áreas de solo descoberto e o condomínio urbano La Font.

A partir do entroncamento da DF-250 com a DF-001 (km 0) até a entrada do condomínio Entrelagos observaram-se os seguintes passivos ambientais:

- Ausência ou cobertura vegetal incipiente tanto na margem norte como na margem sul da rodovia (solo exposto);
- Presença de lixo e entulho ao longo de todo segmento;
- Presença de remanescentes de vegetação nativa localizados principalmente na margem sul da rodovia, com exemplares esparsos de indivíduos arbóreos sobre uma camada gramínea.

De acordo com a classificação adotada por Walter (2006), esses remanescentes vegetacionais pertencem à fitofisionomia denominada cerrado *sensu stricto*:

- Presença de espécies arbóreas e arbustivas exóticas, assim como de gramíneas exóticas;
- Presença de processos erosivos iniciais, como por exemplo, ravinas e sulcos decorrentes do escoamento indisciplinado das drenagens pluviais.

Após a entrada do condomínio Entrelagos e até a altura da entrada do condomínio La Font há, na margem norte da rodovia, diversas bacias de retenção para águas pluviais.

Entre a entrada do condomínio La Font até aproximadamente 500 metros a montante do entroncamento com a DF-456, várias das bacias de retenção apresentam assoreamento, além de processos erosivos nas bordas, entradas e saídas de escoamento.

Entre aproximadamente 500 metros a montante e 400 metros a jusante do entroncamento com a DF-456 é que o processo erosivo toma proporções maiores, observando-se diversas voçorocas sequenciais. Em alguns taludes erodidos verifica-se presença de vegetação, viva e/ou morta, desbarrancamentos recentes, deposição de entulhos, pedras de mão e outros materiais, o que denota uma tentativa da população local de reduzir a velocidade do escoamento das águas pluviais. A Figura 2, mostra o desenvolvimento do processo erosivo.



Figura 2 – Trecho da voçoroca em direção ao Córrego Capão da Erva (AS CONSULT, 2018)

Geomorfologia

O Distrito Federal está localizado no planalto central do Brasil, onde se localizam as cabeceiras dos três maiores rios brasileiros: Maranhão, afluente do rio Tocantins; o rio Preto, afluente do rio São Francisco; os rios São Bartolomeu e Descoberto, tributários do rio Paraná (OLIVEIRA, 2011).

De acordo com Ab'Saber (1977), no contexto regional, o Distrito Federal está inserido no domínio morfoclimático do cerrado cujas características geomorfológicas teriam resultado de uma prolongada interação de regimes climáticos tropical semiúmido com fatores litológicos, edáficos e bióticos.

Mauro *et al.* (1982) inseriam a região do Distrito Federal no “Domínio dos Planaltos em Estruturas Sedimentares Concordantes”, na subunidade denominada “Chapadas do Distrito Federal”, caracterizadas por um modelado contínuo constituído principalmente por uma superfície de aplainamento do terciário inferior; degradada e retocada por processos erosivos, predominantemente mecânicos, durante o quaternário que provocou a dissecação incipiente do modelado antigo. Acredita-se que ocorreram diferentes gerações de crostas lateríticas, entre o terciário e o quaternário, além da atuação na região de uma tectônica recente a qual responderia pelo embutimento de depressões com cerca de 900 a 950 metros no interior dos topos tabulares das chapadas, que em certas regiões situam-se em altitudes de 1.250 metros.

Tipos de solo

Analisando o mapeamento de solos executado pelo serviço nacional de levantamento de solo (EMBRAPA, 1978), o Distrito Federal pode ter sua superfície territorial distinguida em dois núcleos em função dos tipos de coberturas. O primeiro é caracterizado pelo

conjunto de tipos pedológicos mais abundantes, no qual a representatividade espacial se expressa em torno de 85% e é constituído pelas seguintes classes de solos: latossolo vermelho, latossolo vermelho-amarelo e cambissolo háplico. Já o segundo grupo, o qual abrange aproximadamente 15%, refere-se aos demais tipos de solos identificados dentro dos limites do DF como classes de: nitossolo, chernossolo, gleissolo, organossolo, neossolo quartzarênico, neossolo flúvico e neossolo litólico, além de plintossolo.

HISTÓRICO DA EROÇÃO NA RODOVIA DF-250

Em meados de 1985, durante a implantação e pavimentação da rodovia, os solos oriundos dos empréstimos foram utilizados na execução dos aterros por insuficiência do volume dos cortes, por motivos de ordem tecnológica de seleção de materiais e de ordem econômica. A área total que contribuía para a rodovia DF-250 era de 752,940 ha e, a contribuição proveniente dessa área, foi amortecida nas caixas de empréstimos ao longo da rodovia. As caixas foram posicionadas ao lado do bordo esquerdo, onde o terreno está mais alto em relação à rodovia para que as contribuições advindas das áreas de contribuições, a montante da rodovia, fossem amortecidas nas caixas de empréstimos que funcionam como bacias de retenção e/ou detenção (DER/DF, 2018).

Antes das áreas serem ocupadas, a contribuição total das áreas era de 42,07 m³/s, que escoava de forma difusa ao longo da bacia e era amortecida dentro das caixas de empréstimos (DER/DF, 2018).

Depois das ocupações, as contribuições lançadas na faixa de domínio cresceram 173%, totalizando, 115,06 m³/s. Entre os meses de fevereiro de 2008 e outubro de 2009, a contribuição na faixa de domínio diminuiu com a implantação da drenagem de águas pluviais na Região Administrativa do Itapoã. É possível observar a vegetação na faixa de domínio nesse trecho depois da implantação da drenagem pluvial (DER/DF, 2018).

A área Itapoã foi dividida em duas bacias: uma que tem lançamento final no ribeirão Sobradinho e a outra com lançamento final no córrego Cachoeirinha (DER/DF, 2018).

O Itapoã apresenta rede de drenagem existente em condições de recebimento da vazão efluente da sub-bacia 1 do Itapoã Parque, uma vez que o seu dimensionamento considerou a impermeabilização com a ocupação urbana de sua área de contribuição (DER/DF, 2018).

Após o sistema de drenagem pluvial ter sido implantado na Região Administrativa do Itapoã, 45,945 m³/s deixou de ser lançado na faixa de domínio da rodovia DF-250, trecho em que as caixas de empréstimos encontram-se recuperadas, com vegetação.

O condomínio Novo Horizonte com área de 39,24 há não possui sistema de drenagem implantado e lança 9,77 m³/s na faixa de domínio da rodovia. O núcleo rural Euler Paranhos não possui sistema de drenagem e as contribuições escoam nas ruas de acesso que funcionam como verdadeiros canais. Em vistoria ao local verificou-se que

as faixas de domínio até o limite entre o condomínio Mansões Entre Lagos encontram-se vegetados e que as erosões, estão localizadas em todo o trecho em frente ao núcleo rural Euler Paranhos (DER/DF, 2018).

O principal agente causador dos processos erosivos consiste na falta de sistemas de drenagem de águas pluviais para os parcelamentos urbanos existentes à margem da DF-250. Sendo assim, o escoamento pluvial alcançou volumes e velocidades acima do dimensionado inicialmente para a rodovia, culminando em uma voçoroca nas proximidades do Km 5,0, que pode inclusive comprometer a estrutura dessa rodovia comprometendo a segurança dos usuários (ARS CONSULT, 2018).

Portanto, para se recuperar as ravinas e voçorocas presentes na faixa de domínio da DF-250, deve-se inicialmente disciplinar o escoamento das águas que convergem para suas cabeceiras. Nesse sentido, destaca-se que a Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil - NOVACAP, implantou sistema de drenagem pluvial no Itapoã, que contempla bacias de lançamento para receber os escoamentos pluviais da cidade de Itapoã e dos condomínios Novo Horizonte e Entrelagos.

No entanto, os condomínios Novo Horizonte e Entrelagos ainda não implantaram seus sistemas de drenagem, e continuam escoando suas águas pluviais para as margens da rodovia, contribuindo para o agravamento dos processos erosivos.

SOLUÇÕES PROPOSTAS

O Departamento de Estradas de Rodagem do Distrito Federal (DER-DF), buscando mitigar os impactos da voçoroca nas margens da DF-250, mais especificamente entre o km 1,35 ao km 5,2 e com o intuito de minimizar os impactos e atenuar o problema causado pela referida voçoroca, foram executados diversos levantamentos, análises e estudos com propostas de soluções, buscando o melhor custo/benefício. Abaixo estão descritas as sugestões de soluções baseadas principalmente em estudos ambientais (PRADA - Projeto de Recomposição de Área Degradada ou Alterada), desenvolvidos nos últimos anos.

Solução proposta em 2019

Geograficamente a DF-250 possui uma situação que agrave os problemas relativos à drenagem pluvial rodoviária: ela não está nas regiões mais altas da bacia de contribuição. As caixas de empréstimos para a elevação do greide da pista forem locadas entre a via e as cotas mais altas de bacia de contribuição, em sua face norte. Esta ação fez com que o deflúvio proveniente das partes mais altas da bacia fosse interceptado pelo bordo da DF-250 causando alagamentos e, eventualmente transpondo-a.

Além disso, conforme já explanado, parte do deflúvio é forçosamente “canalizado” na faixa de domínio da DF-250 entre os condomínios e o bordo da pista. Dessa forma o

deflúvio que naturalmente era desaguado no córrego Cachoeirinha é lançado no córrego Capão da Erva. Como não houve reestabelecimento da conectividade com a sua bacia original através da implantação de bueiros de travessia de pista, a canalização do deflúvio culminou por causar a voçoroca no local onde se encontram as maiores declividades, próximo à entrada de Sobradinho dos Melos estendendo-se até o córrego Capão da Erva, conforme Figura 3.



Figura 3 - Fluxo Natural – Azul e Fluxo Atual – Vermelho (2019)

Sendo assim, estudou-se a possibilidade de se dividir a drenagem em dois lançamentos, assim distribuídos: um a ser realizado no córrego Cachoeirinha e outro no córrego Capão da Erva. Contudo, as interferências de solo encharcado (campo de murundum), bem como área de propriedade privada impuseram grande dificuldade no lançamento referente ao córrego Cachoeirinha. No caso do córrego Capão da Erva, que seria a maior área de projeto se concentrava em um trecho de grande densidade populacional, possuindo assim maior quantidade de solo permeável. Isto posto necessitaria de uma solução robusta, com grande custo financeiro para execução. Entretanto as interferências fundiárias e o alto custo inviabilizaram a implantação da solução proposta.

Com a impossibilidade de implantação da solução inicial, adotou-se uma solução de propagação dos dispositivos de amortecimento até o início da voçoroca, considerando toda a área de contribuição.

A solução está assim descrita:

Foram criados 11 reservatórios de retenção. Pretendia-se manter o lançamento no Córrego Capão da Erva, mas o proprietário do terreno onde seria implantado o dissipador final de lançamento recusou-se a permitir sua construção, permitindo apenas que o dreno profundo da voçoroca realize o lançamento em seu terreno. Diante da inviabilidade de realizar o lançamento no terreno já escavado pela ação da voçoroca e lançar todo o

deflúvio no Córrego Capão da Erva, projetou-se o lançamento final do deflúvio amortizado pelos reservatórios no Córrego Fazendinha e o dreno profundo no Córrego Capão da Erva. Assim, pensou-se em recuperar a voçoroca com o dreno profundo e pedra britada mais recomposição do solo com material selecionado proveniente do solo escavado dos reservatórios, e com o plantio de espécies arbóreas recomendadas no Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD das obras de duplicação e pavimentação da DF-250, no trecho entre os entroncamentos com as rodovias DF-001 e DF-456, que já foi analisado e aprovado pelo IBRAM/DF (LOPES, C. A. A.; SANTOS, W. R.; NUNES, M. D. X.; 2019).

A Figura 4 apresenta o desenho do layout geral do sistema. Como orientação do layout de projeto, tem-se: (a) Área de contribuição em azul escuro; (b) Reservatórios de retenção em azul claro; (c) Rede de drenagem em azul escuro; (d) Área de cobertura da voçoroca em laranja; (e) Dreno de fundo da voçoroca em vermelho.



Figura 4 - Layout geral da solução (2019)

Solução proposta em 2021

Em 2021 foi enviada a documentação (Projeto de Recomposição de Área Degradada ou Alterada - PRADA da Rodovia DF-250), ao órgão ambiental para licenciamento da obra de duplicação da DF-250. No entanto, foram exigidos outras documentações e estudos complementares, dentre eles o projeto executivo da referida obra de duplicação. Sendo assim, houve uma tomada de decisão para contratação dos projetos básico e executivo de recuperação de área degradada, na faixa de domínio da rodovia DF-250, compreendendo, necessariamente o tratamento à drenagem no lado esquerdo da referida faixa de domínio, sentido Planaltina do DF, no segmento compreendido entre o km 1.35 ao km 5.20, com extensão de 3,85 km. Após os levantamentos, estudos e análises, o projeto executivo propôs a seguinte solução, denominada “Proposta para recuperação da voçoroca entre

a faixa de domínio da DF-250 e a mata de galeria do córrego Capão da Erva”. A referida proposta consiste na recuperação da voçoroca entre o ponto de lançamento da Bacia 15, última no sistema de drenagem na faixa de domínio, e o início da mata de galeria do córrego Capão da Erva, conforme Figura 5.



Figura 5 - Delimitação da poligonal da voçoroca e eixo do dreno de fundo (PRISMA CONSULTORIA, 2021)

A recuperação consiste nos seguintes passos:

- Recomposição topográfica e implantação da drenagem de fundo da voçoroca;
- Realização de um trabalho de regularização do fundo da voçoroca de forma que possa ser implantado o sistema de drenagem de fundo, nas etapas de corte do talude;
- Colocação de dreno, preenchimento com pedra rachão e manta geotêxtil.

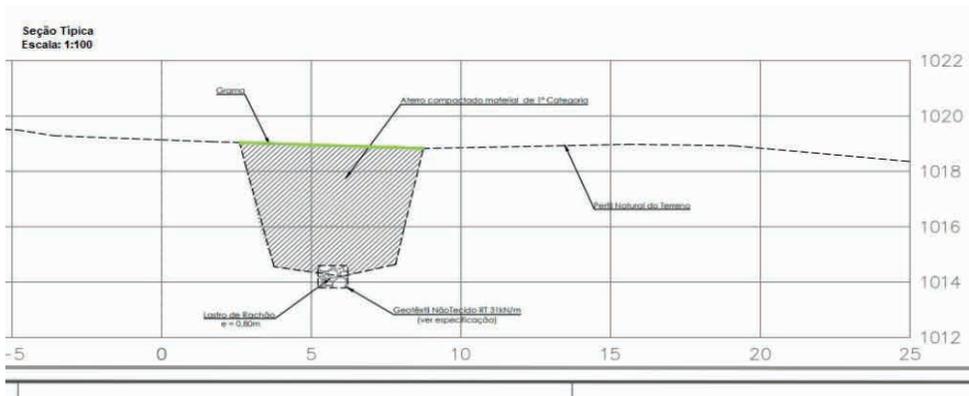


Figura 6 - Delimitação da poligonal da voçoroca e eixo do dreno de fundo (PRISMA CONSULTORIA, 2021)

Após realização do serviço de drenagem no fundo e antes do reaterro, será implantada 4 (quatro) barreiras dos represamentos em gabiões caixa, encaixada nas laterais da voçoroca desde o dreno de fundo até 1 metro acima do nível do terreno.

Detalhe do Represamento em Gabiões Caixa Sem Escala

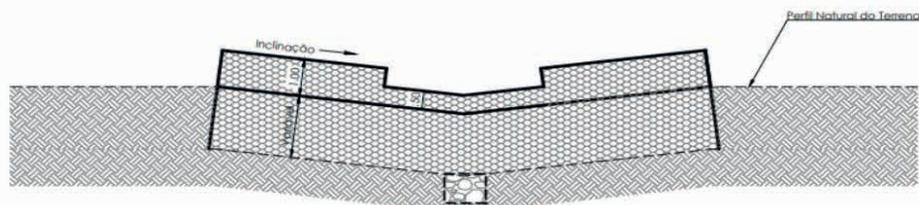


Figura 7 - Proposta de drenagem de fundo da voçoroca com utilização de rachão e manta geotêxtil (PRISMA CONSULTORIA, 2021)

Nesta etapa será executado o processo de preenchimento da voçoroca com material de 1ª categoria (terra de escavação) excedente na implantação do sistema de drenagem na faixa de domínio, sendo compactado em camadas de 0,5 metros de espessura de material, realizados ao longo de toda a voçoroca.

Com a finalidade de evitar novos processos erosivos e para que se tenha sucesso nos trabalhos de recuperação e recomposição da área degradada, as etapas finais consistem nos serviços de revegetação e monitoramento. A revegetação visa garantir maior estabilidade e resistência ao surgimento de processos erosivos e consequente carreamento do solo, bem como propicia que a área recuperada tenha novamente uma função ecológica, com o ressurgimento de organismos no solo, bem como fornecendo abrigo e alimentação à fauna local. O monitoramento e manutenção das medidas de recuperação e recomposição

adotadas deve durar no mínimo 2 (dois) anos ou o tempo necessário para que seja confirmada a estabilidade do solo e o sucesso da revegetação.

CONCLUSÃO

O presente estudo de caso demonstrou o histórico do processo erosivo às margens da rodovia DF-250 e a solução encontrada para a problemática. Foi verificado que a ocupação desordenada do solo na Região Administrativa do Itapoã, contribuiu para a formação e evolução do processo erosivo. Após os estudos da voçoroca em questão, concluiu-se que era indispensável a recuperação da área degradada.

Com o objetivo primordial de restaurar e conservar a área afetada dentro da faixa de domínio da rodovia DF-250, a proposta apresentada para a recuperação da voçoroca consiste na instalação de drenagem profunda com utilização de pedra de mão e bacias de detenção, evidenciando uma abordagem sustentável que prioriza técnicas de engenharia com materiais minerais em vez de materiais industrializados, como tubos de PVC, por exemplo, entre outros. Além disso, destaca-se que a recuperação da área da voçoroca abrange também a revegetação e o monitoramento contínuo da área revegetada, o que aumenta as chances de ressurgimento da biodiversidade local, uma vez que evita terrenos acidentados e o transporte de solos férteis.

A recuperação de voçorocas requer uma abordagem multidisciplinar, envolvendo ações como o controle da erosão e/ou formação de ravinas, a instalação de redes de drenagem, a revegetação da área exposta e o adequado lançamento final do fluxo de água com amortecimento.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A.N. (1977). Os domínios morfoclimáticos na América do Sul: primeira aproximação. *Geomorfologia*, v.53 p.1-23.

ARS Consult, Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD. Duplicação, pavimentação e drenagem pluvial da Rodovia DF-250 – Trecho entre a DF-001 e a DF-456 (Acesso a Sobradinho dos Melos). Brasília: DER/DF, 2010. Disponível: em: [https://sei.df.gov.br/sei/controlador.php?acao=procedimento_trabalhar&acao_origem=protocolo_pesquisa_rapida&id_protocolo=6698546&infra_sistema=100000100&infra_unidade_atual=110037144&infra_hash=10c68cb47514a1333e74b2995c60a47f743e9a70b743691d9dcd67737e05dbf]. Acesso em: 22/05/2023.

BRITO, Annanery de Oliveira. Estudos Da Erosão No Ambiente Urbano, Visando Planejamento E Controle Ambiental No Distrito Federal 2012. Dissertação (Mestrado e Engenharia Florestal) Universidade de Brasília – UnB, Brasília-DF, 2012.

CAMAPUM de CARVALHO, J. C. (2006). Processos erosivos no centro oeste brasileiro. Editora FINATEC.

Departamento de Estradas de Rodagem do Distrito Federal - DER/DF. Relatório sobre a drenagem pluvial na DF-250. Brasília: DER/DF, junho de 2017. Assinado por: Maria de Fátima Mendonça Siqueira, Eng^a Civil/DEP/DITEC/DER-DF. Disponível em: [Inserir a URL ou DOI aqui]. Acesso em: 22/05/2023.

DINIZ, M. A. M.; DINIZ, R. S. M.; DINIZ, G. S. M. Elaboração de Projeto Básico e Executivo de Drenagem da Faixa de Domínio (Lado Esquerdo) da Rodovia DF-250, no Segmento Compreendido Entre o Km 1,35 Ao Km 5,2, para Recomposição de Área Degradada. Brasília-DF, 2021

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (1978). Mapa de solos do Distrito Federal (1:100.000). Brasília: EMBRAPA-EPI. - Serviço de Produção de Informação.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2006). Serviço de Produção de Informação (Brasília, DF): sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: EMBRAPA-EPI. 412p.

GUERRA, A. J. T. A contribuição da geomorfologia no estudo dos recursos hídricos. Revista Bahia Análise e Dados. v. 13, n. Especial, p.385-389, 2003. Salvador – Bahia.

LOPES, C. A. A.; SANTOS, W. R.; NUNES, M. D. X. Projeto de Recomposição de Área Degradada ou Alterada (PRADA) – DER/DF – Brasília-DF, 2019

MEGDA, O. R. Impactos das erosões aceleradas em meio urbano: o caso do município de Franca – São Paulo. Revista Geográfica de América Central, Número Especial EGAL, 2011- Costa Rica. II Semestre 2011 pp. 1-19

MAURO, C.A.; DANTAS, M.; ROSO, F.A. (1982). Geomorfologia. In: BRASIL, MME. Folha SD-23 Brasília. Rio de Janeiro. Projeto RADAM BRASIL. [s.n.], v.29. p. 205- 296.

MOLINERO, Giulliano Renato. Modelagem De Previsão De Evolução De Processos Erosivos. 2007. Tese (Doutorado em Geotecnia) Universidade de Brasília – UnB, Brasília-DF, 2007.

OLIVEIRA, Bruno Eduardo Nobrega de. (2011). Mapeamento, identificação e análise dos fatores relacionados aos processos erosivos do Distrito Federal (DF) - Ênfase nas Voçorocas. 2011. Dissertação (Mestrado e Engenharia Florestal) Universidade de Brasília – UnB, Brasília-DF, 2011.

OLIVEIRA, Bruno Eduardo Nobrega de. (2011) Mapeamento, Identificação e Análise dos Fatores Relacionados aos Processos Erosivos no Distrito Federal (DF) – Ênfase nas Voçorocas. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 180p.

PIRES, Renan Rodrigues, & CARMO JUNIOR, Gercina Nobre da Rocha (2018). Processos erosivos em rodovias: uma revisão sistemática sobre os métodos de previsão e monitoramento. Revista E&S Engineering and Science, v.7 (nº4), p. 2–23.

RIDENTE JÚNIOR, José Luís. Análise da utilização de cartas geotécnicas em diferentes escalas para a gestão ambiental de rodovia em operação. 2008. Tese (Doutorado em Geociências) Universidade Estadual Paulista – UNESP, Rio Claro-SP, 2008.

SALOMÃO, Fernando Ximenes de Tavares.; IWASA, Oswaldo Yujiro. Erosão e a ocupação rural e urbana. Curso de geologia aplicada ao meio ambiente. São Paulo: ABGE/IPT, p. 31, 1995.

VIEIRA, A. F. G. Erosão por voçoroca em áreas urbanas: o caso de Manaus (AM). Dissertação de Curso de Mestrado em Geografia do Centro de Filosofia e Ciências Humanas da UFSC – Santa Catarina – 1998

VIEIRA, A. F. G.; MOLINARI, D. C.; MUNIZ, L. S. Caracterização Geral das Voçorocas do Cirmam: Manaus – AM. V Simpósio Nacional de Geomorfologia, I Encontro Sul-Americano de Geomorfologia UFSM - RS, 2004

WALTER, B. M. Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas. Tese de Doutorado, UnB, Departamento de Ecologia do Instituto de Ciências Biológicas. Brasília: UnB, 2006. 373

<https://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2022/05/ltapoa.pdf>. Acesso em: 22/05/2023.