

Plano de Controle Ambiental e Plano de Recuperação de Áreas Degradadas referente ao Sistema de Drenagem Pluvial da Reabilitação de Pavimento com Melhoramentos e Adequação de Capacidade da Rodovia DF-003 (EPIA) e Via Suplementar de Ligação Torto / Colorado



Strata Engenharia

Janeiro/2019

Interessado: DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO DISTRITO FEDERAL - DER-DF.

Endereços: SAM – Bloco ‘C’ – Ed. Sede do DER/DF – Plano Piloto – Brasília – Distrito Federal. CEP: 70.620-030

Telefones: (61) 3111-5506

CNPJ: 00.070.532/0001-03

Empreendimento: Obras de Reabilitação de Pavimento com Melhoramentos e Adequação de Capacidade da Rodovia DF-003 (EPIA) e Via Suplementar – Ligação TORTO / COLORADO

Endereço: Região Administrativa de Sobradinho – RA V

Processo SEI/GDF nº: 00391-00015858/2017-32

Elaboração do Estudo: STRATA ENGENHARIA LTDA.

Endereço: Rua Castelo de Sintra, 24 - Bairro Castelo - Belo Horizonte/MG; CEP 31330-200

CNPJ: 38.743.357/0001-32

Telefone: (31) 2129-1400

Estudo Ambiental: PCA / PRAD referente ao Sistema de Drenagem Pluvial da Reabilitação de Pavimento com Melhoramentos e Adequação de Capacidade da rodovia DF-003 (EPIA) e via suplementar – ligação Torto / Colorado

EQUIPE TÉCNICA

Coordenação Geral

Miria dos Santos Vicente

Geóloga – CREA/DF 12861/D

Coordenação Técnica

João Victor de Queiroz Magalhães

Engenheiro Ambiental – CREA/DF 14338/D

Especialistas Ambientais

Ely Reis Lima

Engenheiro Civil – CREA/MG 230203/LP

Luciano Humberto de Sousa

Engenheiro Civil – CREA/DF 10207/D

Rodrigo do Nascimento Marra

Engenheiro Civil - CREA/MG 83014/D

Sirleno Alves Pereira

Engenheiro Civil - CREA/MG 93028/D

Vania Machado Maia Buscacio

Engenheira Civil e Ambiental - CREA/MG 6743/D

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	1
2. O PROJETO DE REABILITAÇÃO DE PAVIMENTO COM MELHORAMENTOS E ADEQUAÇÃO DE CAPACIDADE DA RODOVIA DF-003	3
3. LOCALIZAÇÃO E ZONEAMENTO	4
3.1. Localização e Acessos Viários	4
3.2. Zoneamento Urbanístico	4
3.3. Zoneamento Ambiental	5
4. DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA	8
4.1. Área Diretamente Afetada – ADA	8
4.2. Área de Influência Direta – AID	8
4.3. Área de Influência indireta – AII	9
5. DIAGNOSTICO AMBIENTAL	10
5.1. Meio Físico	10
5.1.1. Pedologia	10
5.1.1.1. Pedologia na Área de Influência Direta - AID	10
5.1.1.2. Suscetibilidade à Erosão dos Solos Identificados	12
5.1.2. Aspecto Hidrográfico – AID	12
5.1.3. Aspecto Geomorfológico – AID	13
5.1.3.1. Caracterização Plani-altimétrica da ADA	13
5.2. Meio Biótico	14
5.2.1. Flora	14
5.2.1.1. Flora da Área de estudo	14
5.2.2. Fauna	15
6. CARACTERIZAÇÃO GERAL DO SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL	16
6.1. Metodologia e Parâmetros do Projeto Executivo de Drenagem	18
6.1.1. Vazão do Projeto	18
6.1.2. Coeficiente de Escoamento Superficial (C)	19
6.1.3. Tempo de Concentração	21
6.1.4. Equação intensidade – duração – (i)	21
6.1.5. Tempo de Recorrência	23
6.2. Dimensionamento hidráulico	23
6.2.1. Parâmetros de Projeto	24
6.2.2. Coeficiente de rugosidade de Manning (n)	25
6.2.3. Velocidades Limites	25
6.3. Concepção do sistema de drenagem	26
6.3.1. Aspecto Quantitativo e hidráulico	26
6.3.2. Apresentação dos resultados de dimensionamento hidráulico	27
6.3.2.1. Escolha do dissipador de energia	28
6.3.2.2. Aspecto Qualitativo/Ambiental	29
6.3.2.3. Bacia de qualidade tipo I	30
6.3.2.4. Bocas de lobo com reservatório de detenção	32
6.3.2.5. Valetas de proteção - vala de infiltração	33
6.3.2.6. Micro bacias de amortecimento e infiltração (microbacia I)	34
6.3.2.7. Canal gramado com bacia de amortecimento	35

6.4.	Dimensionamento do Reservatório de Detenção/Qualidade	37
6.4.1.	Metodologia de cálculo	37
6.4.1.1.	Metodologia da ADASA	37
6.4.2.	Simulação do Comportamento Hidráulico do Reservatório: <i>Routing</i>	38
6.4.2.1.	<i>Routing</i> – Lagoa 1A	39
6.4.2.2.	Hidrograma unitário para o Reservatório	44
6.4.2.3.	<i>Routing</i> do Reservatório (determinação da hidrógrafa de saída – vazão amortizada)	45
6.4.2.4.	<i>Routing</i> – Lagoa 2A	46
6.4.2.5.	Hidrograma Unitário para o Reservatório	50
6.4.2.6.	<i>Routing</i> do Reservatório	50
6.4.3.	Fluxograma Resumo do <i>Routing</i> do Sistema de Reservatórios	51
6.4.4.	Rede de saída dos Reservatórios de detenção/qualidade	53
6.5.	Drenagem Profunda - Drenos	53
7.	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	54
7.1.	Impactos na Fase de Planejamento do Sistema de Drenagem	54
7.2.	Ações Impactantes na Fase de Instalação do Sistema de Drenagem	55
7.3.	Ações Impactantes na Fase de Operação do Sistema de Drenagem	58
7.4.	Avaliação dos Impactos Decorrentes das Ações Impactantes	59
7.4.1.	Impactos Positivos	59
7.4.2.	Impactos Negativos	60
8.	MEDIDAS MITIGADORAS E PROGRAMAS DE AÇÃO	65
8.1.	Fase de Instalação	66
8.2.	Fase de Operação	67
9.	MONITORAMENTO AMBIENTAL	69
9.1.	Monitoramento do Sistema de Drenagem Pluvial	69
9.2.	Monitoramento dos Recursos Hídricos	70
10.	PLANO DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA	72
10.1.	Situação atual das Áreas de Preservação Permanente - APP's	73
10.2.	Delimitação da Área de Restauração Ecológica	77
10.3.	Recomposição Vegetal	79
10.3.1.	Área de Mata Ciliar	79
10.3.1.1.	Metodologia de Plantio	80
10.3.2.	Área de Cerrado Ralo	83
10.3.2.1.	Método de Nucleação (Plantio)	84
10.3.2.2.	Escolha das espécies	85
10.3.2.3.	Tratos Silviculturais Aplicados na Área em Restauração Ecológica	86
10.4.	Monitoramento da Área em Restauração Ecológica	87
11.	CRONOGRAMA EXECUTIVO DE ATIVIDADES	88
12.	CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	90
13.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91

1. APRESENTAÇÃO

O presente documento foi elaborado a partir de Termo de Referência disponibilizado pelo Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal - IBRAM, e visa atender ao Item 14 das Condicionantes, Exigências e Restrições da Licença de Instalação nº. 034/2017 – IBRAM/DF, o qual determina a apresentação de Plano de Controle Ambiental – PCA e Plano de Recuperação de Área Degradada – PRAD, referente ao Sistema de Drenagem Pluvial da ampliação Rodovia DF – 003, trecho compreendido entre o Balão da Granja do Torto e o Balão do Colorado, que possui extensão total de 5,20 km, e se encontra inserido na Região Administrativa de Sobradinho RA V, tratado no Processo de licenciamento SEI nº. 00391-00020018/2017-91.

A escolha do PCA e PRAD como estudos a serem apresentados deu-se em decorrência da existência de um Estudo e Relatório de Impacto Ambiental - EIA/RIMA elaborado para a ampliação da capacidade viária e melhorias da DF-003 (EPIA), objeto da Licença de Instalação nº. 034/2017 – IBRAM – Processo de licenciamento nº. 00391-00015858/2017-32.

O Projeto Executivo de Drenagem Pluvial – Ligação Balão do Torto ao Balão do Colorado (LTC) foi elaborado em maio de 2017, pelo Departamento de Estradas de Rodagem – DER/DF, e já se encontra em implantação, com a devida outorga prévia para lançamento, válida até dezembro de 2020, concedida pela ADASA/DF.

Nesse sentido, as considerações apresentadas neste estudo basearam-se em dados primários e secundários, tendo sido realizadas vistorias nas áreas de influência do empreendimento, consultas às fontes bibliográficas especializadas e levantamento de dados nos órgãos competentes.

Além disso, o presente estudo tem como objetivo avaliar a influência da implantação do sistema de drenagem do melhoramento viário sobre o meio ambiente, permitindo a identificação dos agentes danosos aos recursos naturais, propondo, assim, medidas mitigatórias para seus efeitos negativos, por meio de Planos de Ação, Controle e Monitoramento.

A metodologia deste PCA/PRAD consistiu-se em:

- Análise do Termo de Referência emitido pelo IBRAM;
- Planejamento do Estudo: compreendeu conhecer os locais impactados, por meio de vistorias técnicas nas áreas em referência e o conhecimento do histórico da obra e da legislação aplicada.
- Mapeamento e Georeferenciado das Áreas: foram compiladas as informações obtidas nas folhas 86 e 87 do Sistema Cartográfico do Distrito Federal - SICAD, nas escalas 1:10.000 e 1:2.000, para o mapeamento e delimitação precisa das áreas de influência definidas.

- Diagnóstico Ambiental: Nesta etapa foram contabilizados e identificados os fatores bióticos, abióticos e sociais que integram as áreas de influência abordadas perante a legislação ambiental.
- Avaliação dos Impactos Ambientais: os principais impactos ambientais foram identificados e avaliados segundo a sua magnitude, a sua extensão e a importância dos recursos naturais a serem alterados pelo empreendimento, conforme cada caso.
- Proposta de Recuperação Ambiental: com a definição da metodologia a ser aplicada para que se atinja, após o encerramento da implantação do Sistema de Drenagem Pluvial da futura via, a recuperação das áreas degradadas pelos impactos inerentes à instalação das atividades analisadas neste estudo.

2. O PROJETO DE REABILITAÇÃO DE PAVIMENTO COM MELHORAMENTOS E ADEQUAÇÃO DE CAPACIDADE DA RODOVIA DF-003

A reabilitação de pavimento com melhoramentos e adequação de capacidade da rodovia DF-003 (EPIA) e via suplementar – Ligação Torto/Colorado, visa absorver o atual tráfego de Planaltina/DF, Sobradinho I e II, Condomínios da Região do Setor Habitacional Grande Colorado e entorno, e dos que eventualmente trafegam na DF-003/BR-020, em deslocamento a outros Estados, acabando com problemas antigos, como a necessidade de recorrer à faixa reversa em horários de pico, de segunda a sexta-feira, por onde passam mais de 100 mil veículos todos os dias.

As obras de reabilitação de pavimento com melhoramentos e adequação de capacidade da rodovia DF-003 englobam os serviços de terraplenagem, pavimentação, drenagem, sinalização, elaboração dos projetos executivos e construção das obras de arte especiais, obras complementares e de recuperação do meio ambiente.

A DF-003 é considerada uma das vias mais movimentadas devido ao intenso trânsito de veículos de carga que seguem em direção ao seu extremo Norte, no cruzamento com a DF-001. Neste local, a DF-003 entronca com a BR-020, em trecho coincidente com as rodovias federais BR-010 e BR-030, que seguem em direção ao Norte e Nordeste do Brasil.



Foto 1: Implantação de Melhoramentos e Adequação de Capacidade da DF-003.

3. LOCALIZAÇÃO E ZONEAMENTO

3.1. Localização e Acessos Viários

A adequação de capacidade viária e melhoramentos da DF-003 (EPIA) e seu sistema de drenagem pluvial estão inseridos no trecho compreendido entre o viaduto do torto e o do colorado, na Região Administrativa de Sobradinho – RA V.

Partindo da região central de Brasília, o acesso poderá ocorrer via rodovia DF-002 (Eixão), sentido à cidade de Sobradinho/DF, até o encontro com a rodovia DF-003, em especial, o trecho compreendido entre o viaduto do torto e o do colorado.

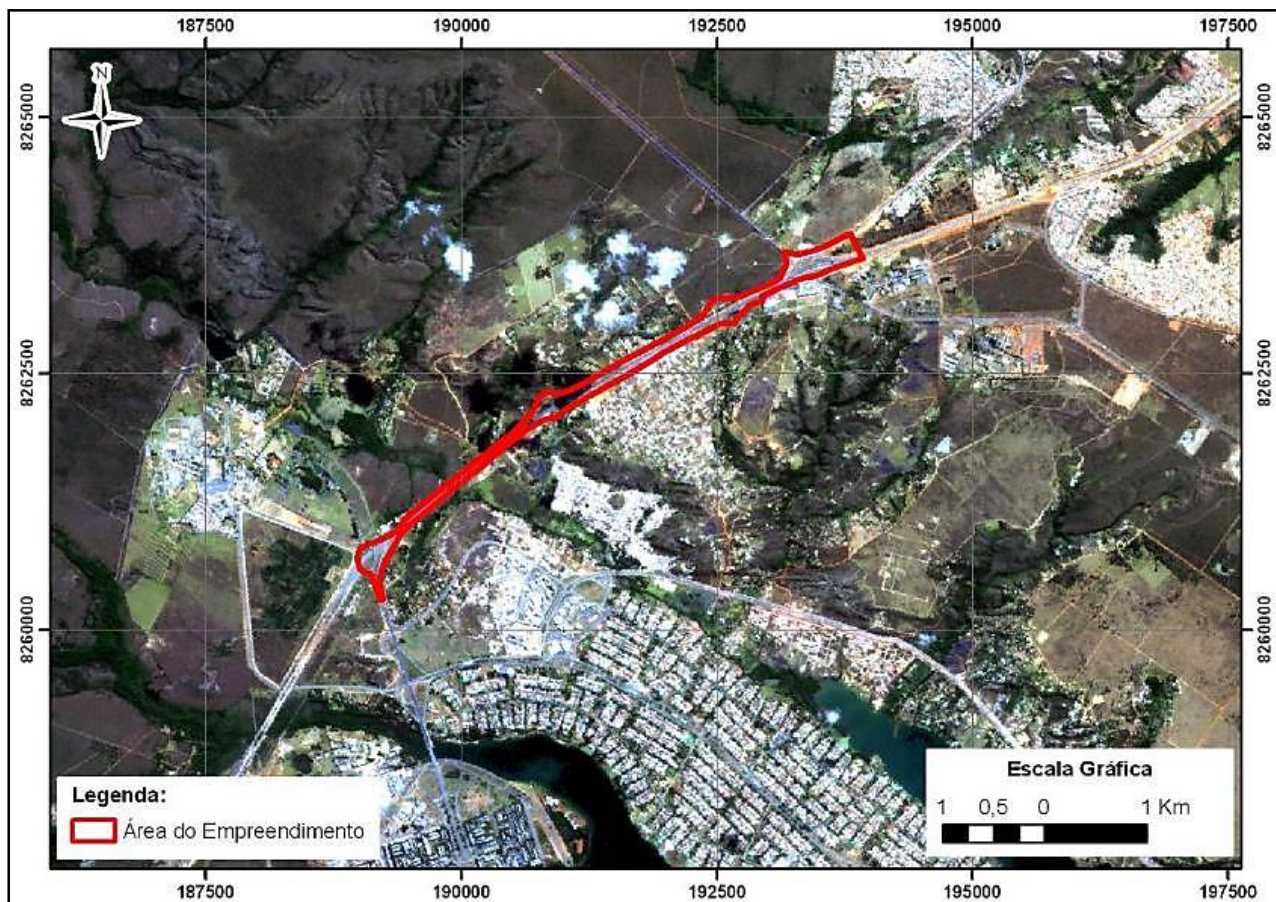


Ilustração 1: Em vermelho, trecho do projeto de melhoria viário – DF-003.

3.2. Zoneamento Urbanístico

De acordo com a revisão do Plano Diretor de Ordenamento Territorial do DF – PDOT, Lei Complementar nº. 803, de 25 de abril de 2009, a área de Implantação do Sistema de Drenagem Pluvial dos Melhoramentos e Adequação de Capacidade da Rodovia DF/003 interfere com 5 (cinco) Zonas Territoriais, conforme se pode visualizar na ilustração a seguir, onde também se tem um breve resumo das zonas acerca dessas zonas:

- **Macrozona de Proteção Integral – PARNA de BSB:** destinada à preservação da natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos recursos naturais;
- **Zona Urbana de Expansão e Qualificação:** compreende o menor trecho, é composta por áreas propensas à ocupação urbana, predominantemente habitacional, e que possuem relação direta com áreas já implantadas;
- **Zona Urbana de Uso Controlado I:** acompanha todo o trecho de melhoramento e é composta por áreas predominantemente habitacionais, de muito baixa densidade demográfica, com enclaves de baixa, média e alta densidade.
- **Zona Urbana de Uso Controlado II:** interfere com a parte central do projeto e é composta por áreas predominantemente habitacionais, de baixa e média densidade demográfica, com enclaves de alta densidade;
- **Zona de Contenção Urbana:** compreende a parte inferior do projeto e é composta por áreas urbanas localizadas nas fronteiras com as áreas rurais, sendo caracterizada por ocupação habitacional de densidade demográfica muito baixa, de modo a criar uma zona de amortecimento entre o uso urbano mais intenso e a Zona Rural de Uso Controlado.

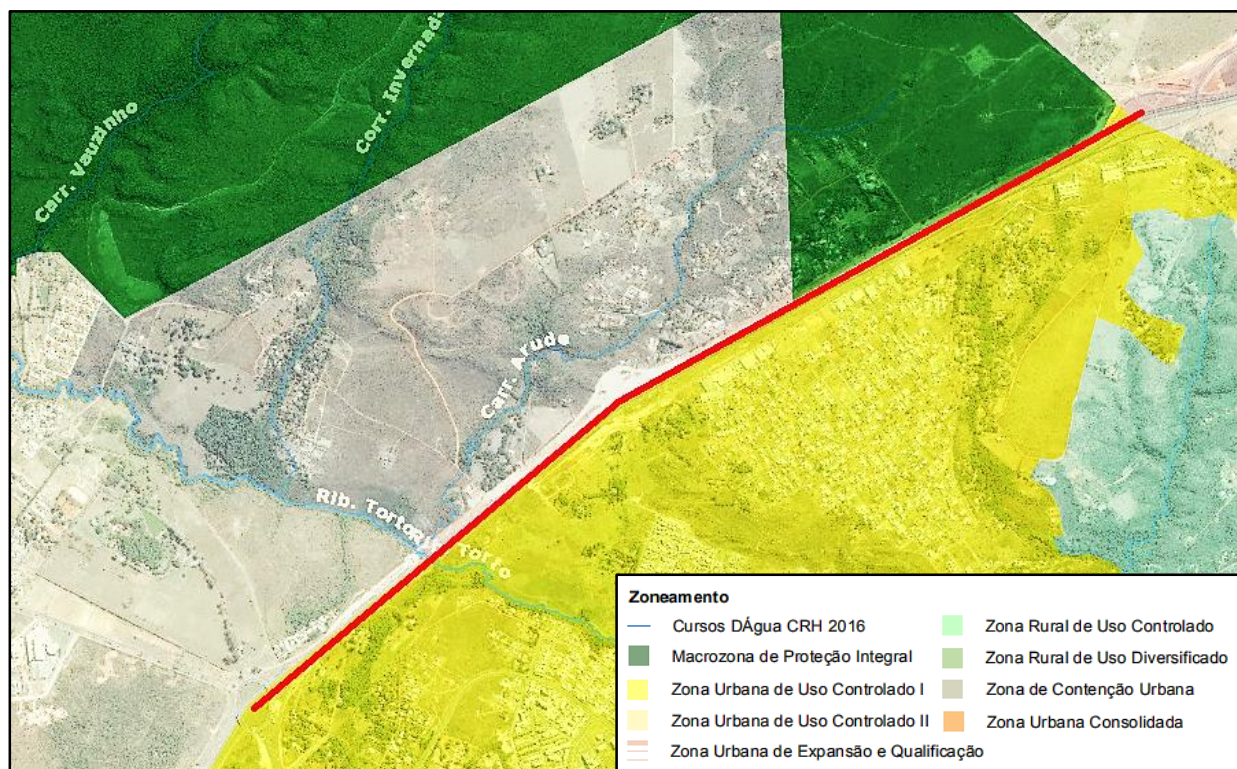


Ilustração 2: Em vermelho, trecho de 5,2 Km da rodovia na DF-003.

3.3. Zoneamento Ambiental

Conforme se pode observar no Mapa Ambiental do Distrito Federal – 2014, anexo, elaborado pela antiga SEMARH, atual IBRAM, o sistema de drenagem pluvial proposto para os

Melhoramentos e Adequação de Capacidade da Rodovia DF – 003 não se encontra inserido em nenhuma unidade de conservação.

Tendo, ainda, como base o Mapa Ambiental do DF – ano de 2014, o sistema de drenagem pluvial proposto para os Melhoramentos e Adequação de Capacidade da Rodovia DF – 003 não se encontra inserido em nenhuma Área de Proteção de Manancial – APM, que são regiões de preservação da qualidade ambiental das bacias hidrográficas, dos mananciais e de interesse regional para o abastecimento público. As APM's mais próximas da rodovia DF-003 encontram-se entre 5,0 e 6,0 Km de distância e se encontram em Unidade Hidrográfica (UH) diferentes da do empreendimento.

Já em relação aos Parques Ecológicos e de Uso Múltiplo, estão próximos ao limite da obra: Parque de Uso Múltiplo do Lago Norte, Ecológico e Parque Vivencial da Vila Varjão e Parque Ecológico do Taquari.

Ressalta-se que um trecho do projeto, associado ao Ribeirão do Torto, é interceptado pelo Conector Ambiental do Torto, e nas suas adjacências há mais dois importantes conectores ambientais, denominados Bananal e Sobradinho, ambos fazendo a função de corredor ecológico com o PARNA de Brasília e REBIO da Contagem.

Ao considerarmos um raio de 2 Km contornando o projeto, limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº. 428/2010, temos as seguintes unidades de conservação (UCs) e/ou área protegida por determinação legal: Reserva Biológica – REBIO da Contagem; Parque Nacional de Brasília – PARNA, ARIE - Área de Relevante Interesse Ecológico do Torto, Área de Proteção Ambiental – APA do Planalto Central, APA do Lago Paranoá, APA de Cafuringa e APA do Rio São Bartolomeu.

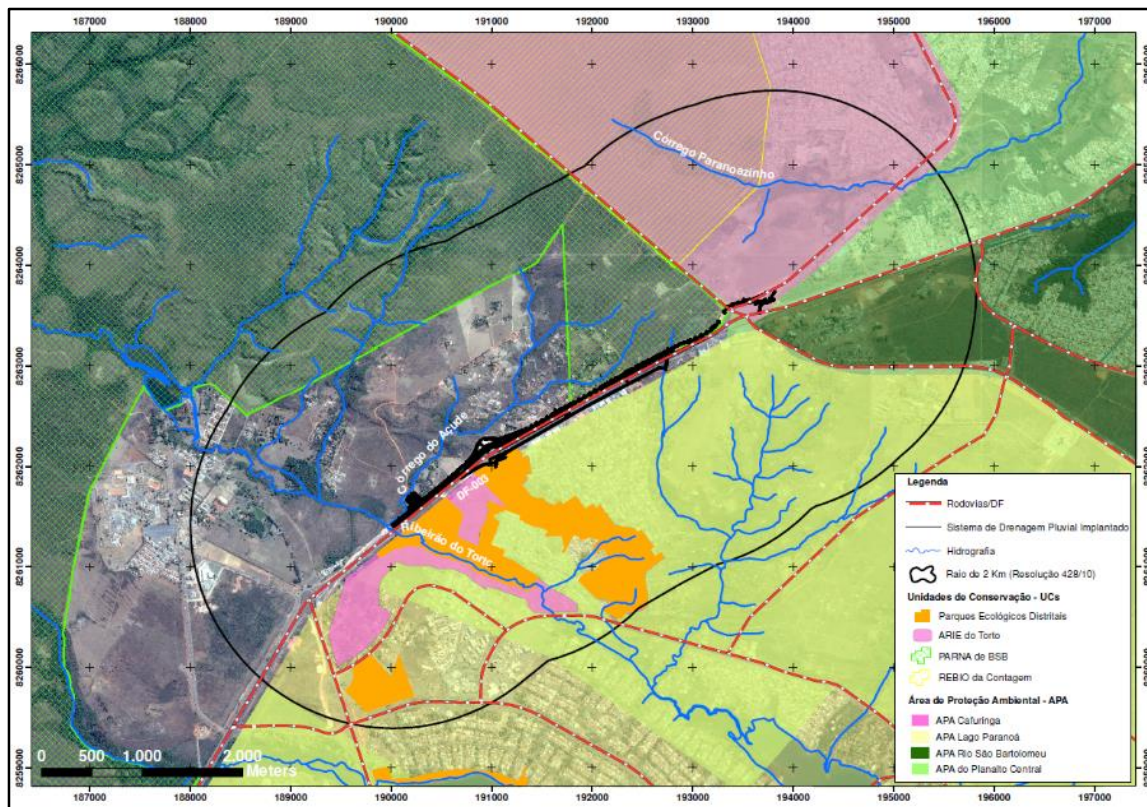


Ilustração 3: Croqui Ambiental – Melhoramentos e Adequação de Capacidade da Rodovia DF - 003.

4. DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA

Conceitualmente, a Área de Influência de um empreendimento abrange todo o espaço suscetível às ações diretas e indiretas do empreendimento, tanto na fase de implantação como na fase de operação, sendo que alguns aspectos da dinâmica socioeconômica estabelecem relações muitas vezes de difícil mensuração e delimitação espacial.

O EIA/RIMA elaborado para a implantação do empreendimento em pauta, na Rodovia DF – 003, em seu Capítulo 4, já listou todas as áreas de influência do projeto, as quais foram devidamente ratificadas pelo presente PCA.

Nesse contexto, o Termo de Referência norteador deste Plano de Controle Ambiental estabeleceu que deveriam ser consideradas como áreas de abrangências: Área Diretamente Afetada – ADA, Área de Influência Direta – AID e a Área de Influência Indireta – AII.

Entende-se por Área Diretamente Afetada – ADA a área do projeto de pavimentação/drenagem e as áreas adjacentes impactadas diretamente pelas obras de drenagem de águas pluviais; Área de Influência Direta – AID e a Área de Influência Indireta – AII a Bacia Hidrográfica em que o referido empreendimento encontra-se inserido.

Assim, levando-se em conta as características do empreendimento, os critérios ambientais, sociais e econômicos do Distrito Federal e da Região Administrativa de Sobradinho, as restrições legais relativas ao uso e ocupação do solo e os possíveis impactos sobre os recursos naturais foram definidas as áreas de influência do empreendimento a seguir detalhadas.

4.1. Área Diretamente Afetada – ADA

Para este PCA foi considerada como Área Diretamente Afetada - ADA aquela que abrange os locais onde as obras de drenagem pluviais forem realizadas. Portanto, é considerada como ADA toda a faixa de domínio (quarenta metros para cada lado a partir do eixo da rodovia) e as áreas impactadas e modificadas diretamente, mesmo estando além dos limites da faixa.

4.2. Área de Influência Direta – AID

A Área de Influência Direta – AID foi definida em função dos impactos ambientais diretos (meio físico, meio biótico e meio antrópico) provocados pela implantação do empreendimento da Rodovia DF - 003. Por isto, foram incluídos: A Microbacia do córrego Açude e a Microbacia do córrego da Ponte, sendo o limite o ponto onde o ribeirão do Torto desemboca diretamente no lago Paranoá, como, também, as regiões lindeiras do Setor Habitacional do Taquari, Vila Varjão e Centro de Atividades do Lago Norte.

Nesta área de influência foram concentrados os estudos, principalmente, do meio físico, que é o meio sobre o qual a maior parte das ações impactantes incidirá. Ressalta-se que na AID, em

relação aos fatores bióticos, constam dois conectores ambientais (torto e bananal) conforme definidos pela Lei Complementar nº. 803, de 25 de abril de 2009 – PDOT.

4.3. Área de Influência indireta – All

A Área de Influência Indireta – All foi definida como sendo as Unidades Hidrográfica de Santa Maria/Torto e Bananal e por parte da Unidade Hidrográfica do Lago Paranoá. Entende-se que há conexão existente entre essas Unidades Hidrográficas, o Parque Nacional de Brasília e o empreendimento. Consiste na área sujeita aos impactos indiretos da implantação e operação do empreendimento, delimitada geograficamente com as localidades interceptadas ou próximas ao trecho do empreendimento.

Foi incluída, também, a micro bacia do Bananal, em virtude de questões como; corredor de fauna, hidrografia e conexão com o Parque Nacional de Brasília, que atuaram com impactos indiretos à essa Unidade Hidrográfica.

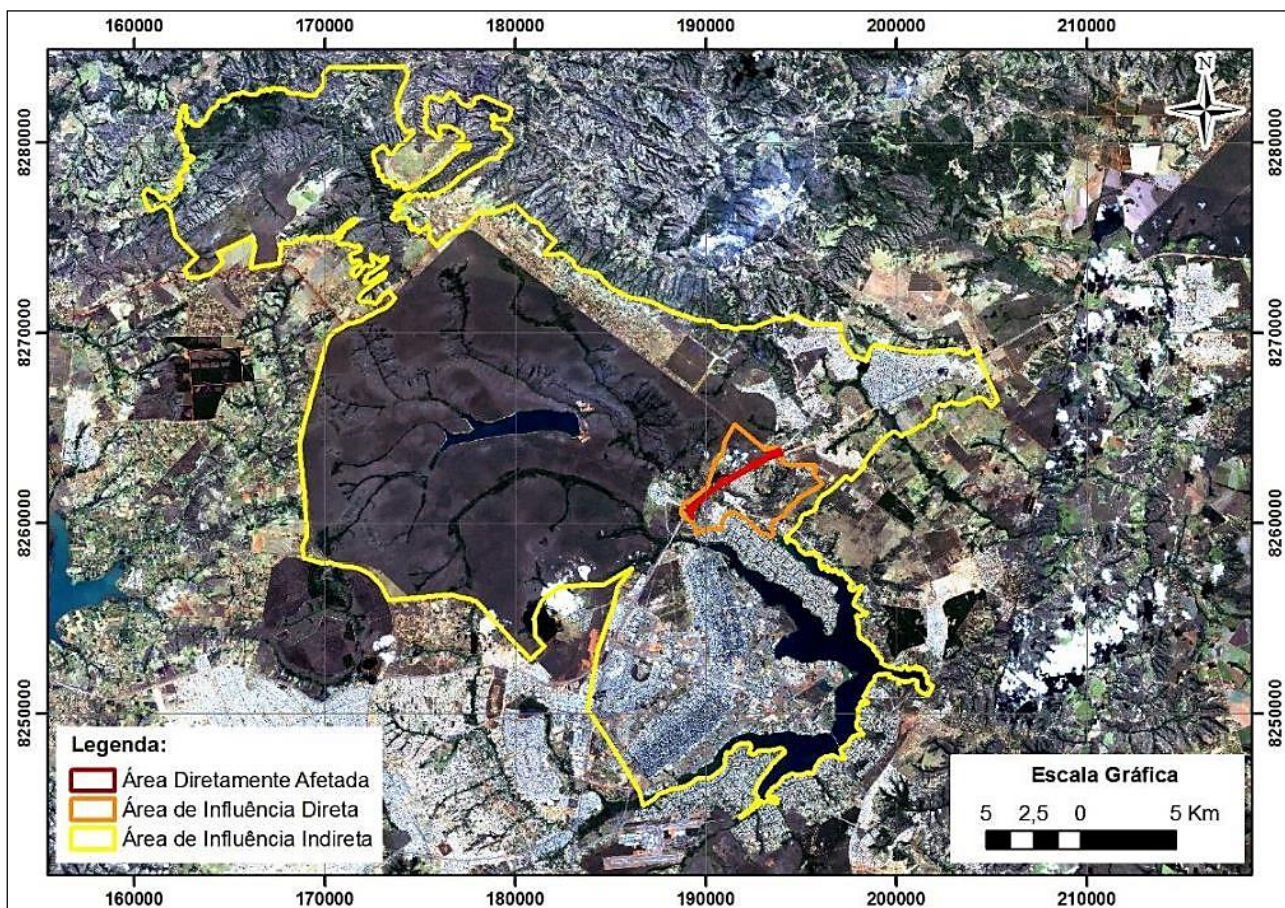


Ilustração 4: Áreas de influência do empreendimento (ADA/AID/All).

5. DIAGNOSTICO AMBIENTAL

A seguir, tem-se um breve resumo dos aspectos físicos identificados no EIA/RIMA elaborado para implantação desse empreendimento na Rodovia DF - 003, e que foram ratificados pela equipe técnica integrante deste PCA na Área de Influência Direta - AID.

5.1. Meio Físico

5.1.1. Pedologia

Os sistemas pedológicos constituem modelos de organização dos solos, no espaço e no tempo (Martins, 1998). Os pedólogos, desde o início do século XX, observaram que os solos apresentam uma organização nas direções vertical, na forma de horizontes, e lateral, na forma de catenas e ou toposequências (Bushnell, 1942, Greene, 1945, Bocquier, 1971). Essas organizações, verticais e laterais, estão em equilíbrio com o meio.

Os solos do DF representam bem os solos da região do cerrado (Buol & Cline, 1973). A melhor fonte de informações sobre os solos encontrados no DF é o trabalho realizado pelo Serviço Nacional de Levantamento de Solos, EMBRAPA, em 1999, de onde se obteve o mapa pedológico do DF, na escala 1:100.000.

Maiores detalhamentos dos tipos pedológicos encontrados na área de influência do empreendimento, podem ser obtidos no EIA/RIMA.

5.1.1.1. Pedologia na Área de Influência Direta - AID

De acordo com o EIA/RIMA, na área de influência direta ocorrem principalmente as classes de solo: latossolo vermelho-amarelo, associações de gleissolo húmico e organossolo, cambissolo háplico e neossolos quartzarênico e flúvico. O Latossolo vermelho ocorre apenas na área de influência indireta, conforme se pode observar no mapa pedológico a seguir, elaborado com base nos dados de campo e referências bibliográficas, principalmente EMBRAPA (1999).

Na área de influência direta, a rocha predominante é o metarritmito arenoso da unidade R3, uma toposequência identificada, e de grande ocorrência, é iniciada com latossolo vermelho-amarelo nas regiões de relevo plano (como topo de chapadas), neossolo litólico nas regiões de maior declividade no compartimento rebordo, seguido de cambissolo háplico no restante do rebordo, e neossolo litólico associado a gleissolo nas regiões de drenagem, conforme se pode visualizar na ilustração a seguir.

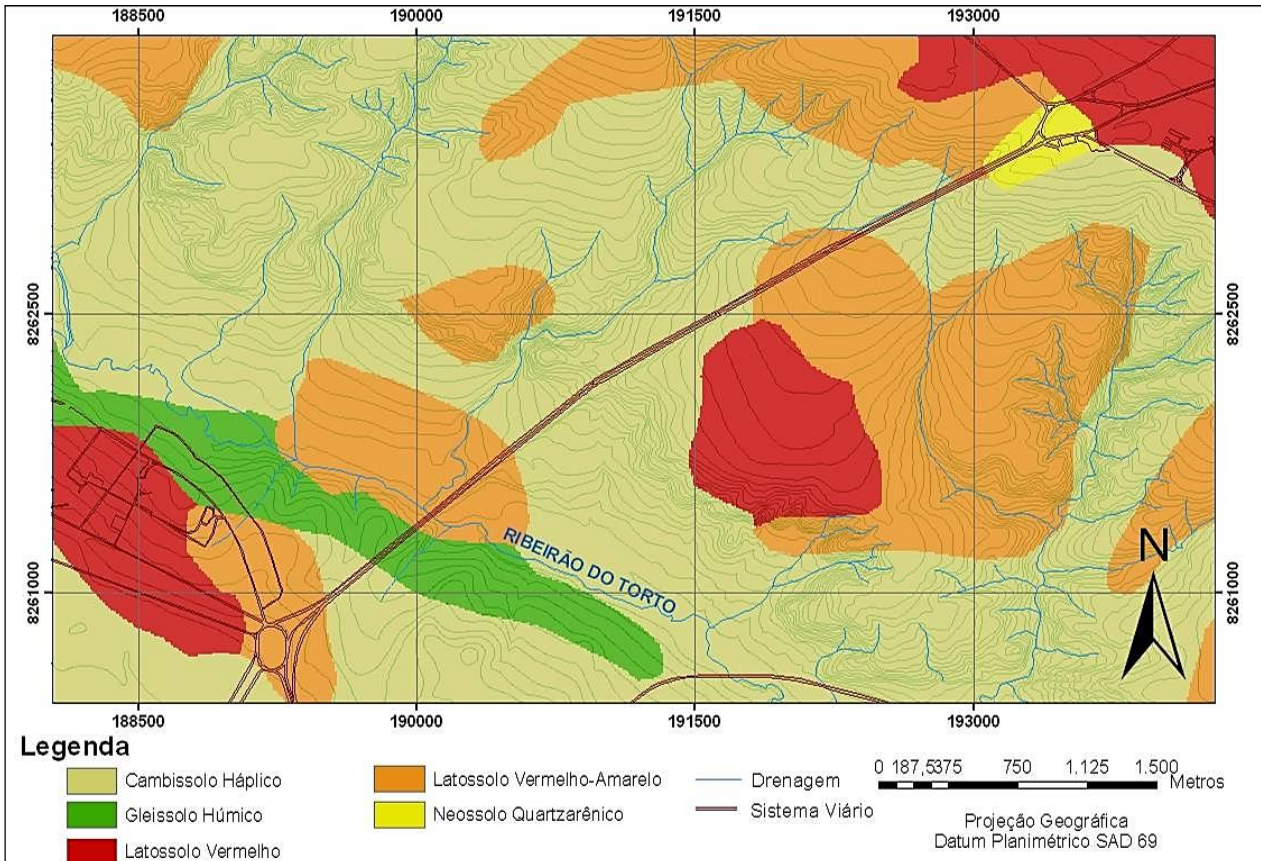


Ilustração 5: Mapa Pedológico da Área de Estudo, elaborado com base nos dados de campo e EMBRAPA (1978).

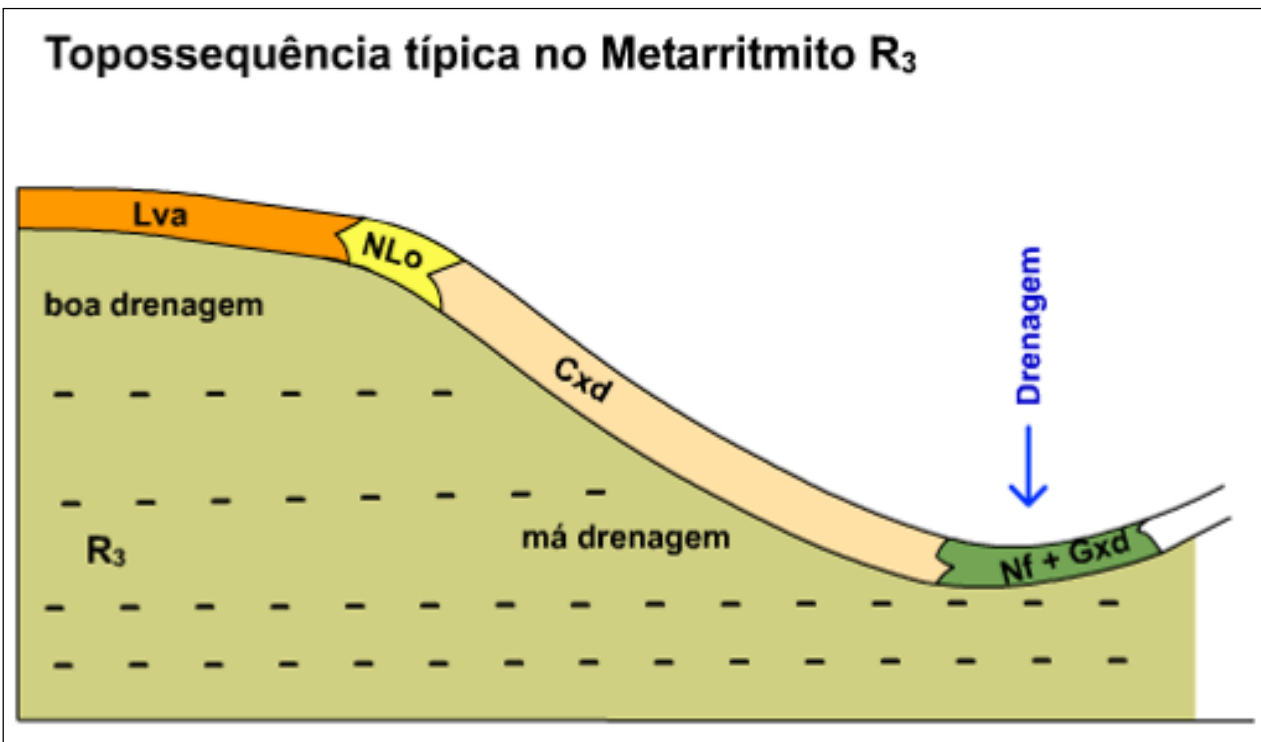


Ilustração 6: Topossequência típica no metarritmito arenoso R3. Lva=Latossolo vermelho-amarelo. NLo= Neossolo lítico. Cxd=Cambissolo Háplico. Nf=neossolo flúvico e Gxd = Gleissolo.

5.1.1.2. Suscetibilidade à Erosão dos Solos Identificados

A partir da análise do EIA/RIMA, foi possível constatar que do ponto de vista de susceptibilidade à erosão, a ADA, se encontra, em sua maior parte, sob moderada susceptibilidade. Isso se deve ao fato da área encontrar-se, em grande parte, sob um solo pouco resistente ao fenômeno erosivo, o cambissolo.

Já a região da planície do ribeirão do Torto encontra-se sob baixa susceptibilidade à erosão, principalmente, devido a esta região possuir baixas declividades, cobertura vegetal e solos hidromórficos. Desta forma a cobertura vegetal impede que o impacto da chuva sobre o solo seja forte, as baixas declividades não permitem que a água que escoar superficialmente ganhe velocidade e força e os solos hidromórficos resistem bem ao desprendimento.

Na desembocadura do córrego Açude no ribeirão do Torto nota-se uma mancha de susceptibilidade moderada a alta junto a margem esquerda do córrego Açude e próximo a Área Diretamente Afetada pelo empreendimento. Isso se deve, principalmente, pelo fato da região possuir solo exposto e ter uma conservação muito aquém do desejado. Pelo fato da área possuir uma declividade levemente acentuada e um cambissolo de pouquíssima resistência é notada uma maior vulnerabilidade da região ao processo erosivo que pode, ao passar dos anos, promover a degradação permanente do solo.

5.1.2. Aspecto Hidrográfico – AID

De acordo com o Mapa Hidrográfico do Distrito Federal – 2016, o projeto de implantação do Sistema de Drenagem Pluvial dos Melhoramentos e Adequação de Capacidade da Rodovia DF/003, está inserido na Região Hidrográfica do Paraná, Bacia Hidrográfica do Lago Paranoá e na Unidade Hidrográfica Santa Maria/Torto.

A unidade hidrográfica Santa Maria/Torto é formada pelos córregos Milho Cozido e Vargem Grande, afluentes do Santa Maria que, por sua vez, é afluente do córrego Três Barras e esse, após sua confluência com o ribeirão Tortinho, forma o ribeirão do Torto, que desemboca diretamente no Lago Paranoá.

A bacia hidrográfica do Torto possui área de drenagem de aproximadamente 250 km², perímetro igual a 82,5 km, largura média de 12,2 km, comprimento axial de 20,5 km e apresenta declividade média de 7,8 m/km. Possui coeficiente de compactidade de 1,47, indicando que a bacia não está muito sujeita a enchentes. Não possui mais regime hídrico natural, pois o mesmo encontra-se alterado pela presença da barragem Santa Maria e do Torto.

O ribeirão do Torto é o principal rio na área de influência direta e indireta, cortando a rodovia DF-003 no trecho do empreendimento. O mesmo nasce no Parque Nacional de Brasília (formado pelo ribeirão Tortinho e pelo córrego Três Barras), e deságua no braço norte do Lago Paranoá, com

uma vazão média de aproximadamente 2.89 m³/s. Antes de chegar à sua foz, o rio passa pela Granja do Torto, pelo Lago Norte e pela vila do Varjão.

5.1.3. Aspecto Geomorfológico – AID

A classificação geomorfológica do território do Distrito Federal inclui, segundo as propostas de Novaes Pinto (1994) e Martins & Baptista (1998), os compartimentos de Chapada Elevada, de Dissecção Intermediária, de Vale Dissecado, de Rebordo e de Escarpa.

De acordo com os modelos de evolução geomorfológica proposto para o Distrito Federal, o projeto de implantação do Sistema de Drenagem Pluvial dos Melhoramentos e Adequação de Capacidade da Rodovia DF/003, encontra-se em uma faixa de transição entre duas unidades definidas por Novaes Pinto (1994): a Depressão do Paranoá e a Chapada da Contagem.

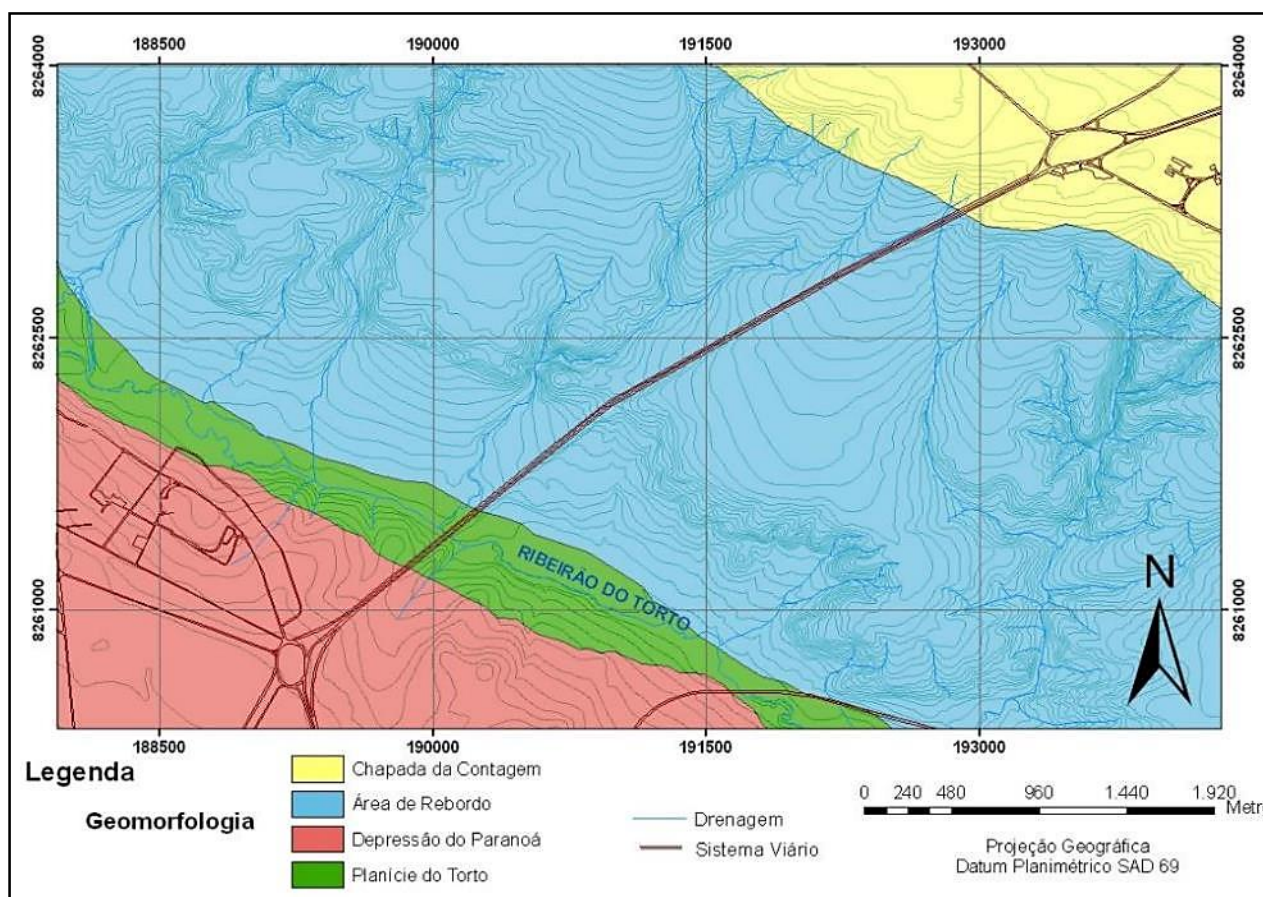


Ilustração 7: Mapa Geomorfológico da área de estudo, elaborado com base nos estudos de Novaes Pinto (1994) e análise integrada dos dados do meio físico.

5.1.3.1. Caracterização Plani-altimétrica da ADA

Topograficamente, o projeto de implantação do Sistema de Drenagem Pluvial dos Melhoramentos e Adequação de Capacidade da Rodovia DF/003, encontra-se entre as cotas altimétricas 1.210 metros, em sua porção mais alta, próximo ao Balão do Colorado, e de 1.015 metros, em sua porção mais baixa, na altura do ribeirão do Torto, apresentando um relevo diversificado, incluindo plano e ondulado, com maior ou menor grau de incisão de vales, conforme

dados planialtimétricos extraídos das folhas 86, 87 e 103 do SICAD, escala 1:10.000. O maior controle geomorfológico da região é a geologia, que condiciona a incisão dos vales e a forma das drenagens por meio dos faturamentos.

5.2. Meio Biótico

5.2.1. Flora

Bioma é o conjunto de condições ecológicas de ordem climática e características de vegetação. Constitui-se numa ampla região com características próprias, englobando fatores bióticos e abióticos (flora, fauna, solo, água, microrganismos, luz, clima, etc). Um bioma é constituído por vários ecossistemas, unidades ecológicas que promovem intercâmbio de matéria e energia em ambientes integrados pelo meio abiótico e pela comunidade biótica.

O Bioma Cerrado é considerado o mais rico dentre as savanas do mundo. Sua flora abrange entre 6 e 10 mil espécies, sendo 4.400 endêmicas. A fauna apresenta 837 espécies de aves, 67 gêneros de mamíferos, representados por 161 espécies, das quais 19 endêmicas. Os anfíbios são identificados em 150 espécies, sendo 45 endêmicas. 120 espécies de répteis, dentre elas 45 endêmicas são, ainda registradas no cerrado brasileiro. Estes fatores tornam o Bioma Cerrado uma das mais importantes reservas genéticas mundiais para a fauna e flora (Ribeiro & Walter, 1998), sendo considerado como um dos “*hot spots*” de biodiversidade do planeta (Mittermeier et al., 1999).

No domínio de Cerrado, o Distrito Federal (DF) é uma das regiões onde a vegetação e flora nativa foram mais estudadas, com abordagens sobre os mais variados aspectos. Diferentes áreas do DF foram objeto de caracterização botânica, preliminar ou detalhada, especialmente as suas principais Unidades de Conservação.

5.2.1.1. Flora da Área de estudo

De acordo com EIA/RIMA, a cobertura vegetal existente, no trecho das obras de implantação do melhoramento viário está inserida na classificação do bioma Cerrado (RIBEIRO & WALTER, 1998), cerrado sensu stricto antropizado, com presença de indivíduos exóticos entremeados com os nativos. A área que teve os estratos arbustivo-arbóreo e graminoso-herbáceo descaracterizados apresenta indivíduos arbóreos remanescentes (nativos e exóticos) em diferentes estados de conservação.

Originalmente a área de estudo era ocupada por uma matriz vegetal heterogênea, formada por paisagens naturais, com predomínio das formações savânicas lenhosas, seguida dos campos e por fim, das formações florestais (matas de galeria) situadas ao longo dos córregos naturais pré-existent.

Em função deste processo de ocupação as áreas naturais de cerrado, campos e florestas, originalmente existentes na região de estudo, estão se fragmentando, restando mosaicos de fitofisionomias e remanescentes de vegetação isolada.

Devido às características observadas na área de estudo e tipo de vegetação encontrada, o EIA/RIMA realizou, em uma faixa de trinta metros de largura (sentido balão Torto – Colorado), um Inventário Florestal tipo censo, o qual buscou enumerar, 100% (cem por cento) dos indivíduos passíveis de sofrerem intervenção com as obras.

De acordo com os critérios de compensação florestal constante no Decreto nº 23.585, de 05 de fevereiro de 2003, que altera os dispositivos do Decreto nº 14.783/93, foram contabilizados, de acordo como o EIA/RIMA, um total de **588** indivíduos distribuídos em 31 famílias botânicas, 66 espécies e 58 gêneros. Desse total 5 espécies são exóticas ao bioma Cerrado e foram encontradas no meio de remanescentes de vegetação nativa.

5.2.2. Fauna

Em relação à fauna, no EIA/RIMA elaborado para implantação e pavimentação dos Melhoramentos e Adequação de Capacidade da rodovia DF-003, há um capítulo totalmente voltado para o levantamento e diagnóstico da fauna, que abrangeu a ADA a AID apontadas neste PCA.

Para o diagnóstico da fauna local, foram utilizados dados secundários, tais como: estudos realizados nas proximidades da área de estudo, ou que abrangeram suas áreas de influência direta ou indireta, Plano de Manejo do Parque Nacional de Brasília (IBAMA, 1998), o livro Olhares sobre o lago Paranoá (FONSECA, 2001), o EIA/RIMA dos viadutos do Torto e do Colorado (*Technum*, 2003), e o livro APA de Cafuringa (SEMARH, 2005).

Na realização do levantamento primário dos dados, abrangendo a Área Diretamente Afetada – ADA do projeto houve ausência de fauna nativa do cerrado, sendo observadas apenas algumas espécies de aves ou aqueles animais adaptados à convivência humana, justificado pela alteração da vegetação local, presença de diversas residências e chácaras, bem como a proximidade com as atuais faixas de rolamento da rodovia DF-003, o que causa constantes ruídos, o que justifica o afugentamento da fauna para as áreas preservadas mais próximas, como o Parque Nacional de Brasília e REBIO da Contagem, que possui condições favoráveis à sobrevivência de animais silvestres nativos do cerrado.

De acordo com a Lista Nacional de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (MMA, 2003), comparando-se com os resultados obtidos em campo, não houve, na área de influência direta do empreendimento, espécimes ameaçados de extinção, excetuando-se dois espécimes de provável ocorrência na área de influência indireta do local, que segundo a lista, estão na categoria vulneráveis, sendo eles: *Leopardus tigrinus* (Gato-do-mato) e *Myrmecophaga tridactyla* (Tamanduá-bandeira).

6. CARACTERIZAÇÃO GERAL DO SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL

O Projeto Executivo de Drenagem Pluvial – Ligação Balão do Torto ao Balão do Colorado (LTC) foi elaborado em maio de 2017, pelo Departamento de Estradas de Rodagem – DER/DF, e já se encontra em implantação, com outorga prévia para lançamento válida até dezembro de 2020, concedida pela ADASA/DF, por meio do Despacho/SRH nº 917, de 01 de dezembro de 2017, objeto do processo nº 197.000.784/2011.

A outorga prévia para lançamento de águas pluviais possui previsões máximas de lançamento de 1.510 L/s no Córrego do Açude, de 1.429 L/s no Córrego Urubu, e de 4.887 L/s no Ribeirão do Torto, todos localizados na bacia hidrográfica do Lago Paranoá, mais especificamente na sub-bacia do Torto/Santa Maria.

O Quadro a seguir indica as coordenadas geográficas (UTM, SIRGAS 2000), bem como as vazões máximas outorgadas para lançamento.

Coordenada UTM (E)	Coordenada UTM (N)	Nome do Córrego de Lançamento	Vazão máxima de Lançamento outorgados (L/s)	Volumes das bacias de detenção (m ³)
189.902	8261.407	Ribeirão do Torto	4.887 ¹	10
190.102	8261.621	Córrego do Açude	1.510	11.550
192.656	8262.981	Córrego do Urubu	1.429 ²	-

O projeto executivo de drenagem elaborado pelo DER/DF compreendeu a estruturação e o dimensionamento hidráulico do sistema de dispositivos capazes de proteger as vias e loteamentos das águas superficiais provenientes das precipitações pluviais.

O equacionamento da drenagem superficial foi elaborado a partir da análise sistemática dos trabalhos realizados e consultados, aliada ao conhecimento interdisciplinar e iterativo, baseado em dados fornecidos por estudos preliminares, cadastros existentes e levantados em loco e pelo Projeto Geométrico. Desta forma, o projeto executivo desenvolvido abordou, basicamente, as obras de drenagem superficial para dar escoamento às águas precipitadas sobre o corpo estradal, e seguiu os projetos tipo do Álbum do DNIT, DER/SP, DER/MG e NOVACAP.

1 O empreendedor deverá instalar dispositivo de detenção/retenção a montante desse lançamento para compensar o lançamento além da vazão de pré-dimensionamento.

2 Lançamento oriundo de drenagem rodoviária, em grotta seca afluente do córrego do Urubu.

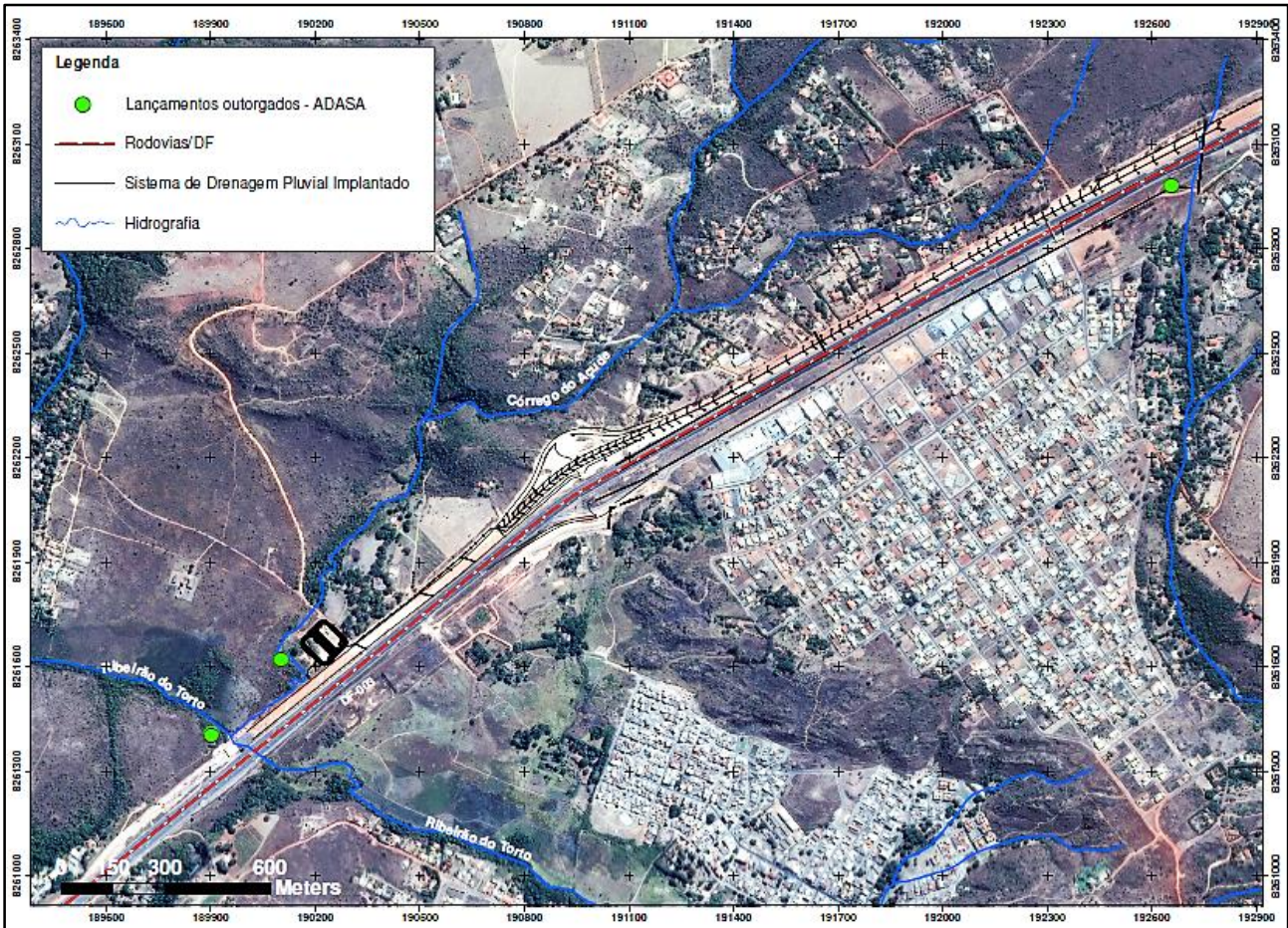


Ilustração 8: Trecho em estudo compreende via de Ligação entre o Balão do Torto e o Balão do Colorado (LTC) da rodovia DF – 003. Em verde, pontos outorgados pela ADASA para o lançamento de drenagem pluvial da rodovia.

Na elaboração e execução do projeto foram previstas as medidas e recomendações contidas no Plano Diretor de Drenagem Urbana do Distrito Federal (PDDU/DF), e no Termo de Referência e Especificações para Elaboração de Projetos de Sistema de Drenagem Pluvial no Distrito Federal, elaborado pela NOVACAP, uma vez que a ADASA, por meio da Resolução nº. 09, de 08 de abril de 2011, estabeleceu os critérios e procedimentos gerais para requerimento e obtenção de outorga do direito de uso dos recursos hídricos para lançamento de águas pluviais em corpos de água de domínio do Distrito Federal.

Dentre os principais aspectos considerados pela referida Resolução da ADASA tem-se: vazão máxima de lançamento (critérios quantitativos) e tempo de detenção do sistema (critérios qualitativos).

No projeto executivo de drenagem pluvial elaborado é possível encontrar o memorial descritivo de cálculos hidrológicos, hidráulicos e modelagem da simulação hidrodinâmica dos reservatórios de detenção/qualidade (*routing*) juntamente com os desenhos de projeto – plantas e detalhes padrão.

Conforme os cálculos da modelagem pelo *routing* apresentados, o volume do sistema de reservação com dois reservatórios em série com 11.505,00 m³ é suficiente para atender a amortização do deflúvio para lançamento, consoante a Resolução ADASA nº. 09 de 08 de abril de 2011.

6.1. Metodologia e Parâmetros do Projeto Executivo de Drenagem

A seguir serão descritos os parâmetros e metodologias de projeto, bem como os cálculos de dimensionamento, as modelagens matemáticas e os métodos utilizados.

6.1.1. Vazão do Projeto

A vazão de projeto foi calculada a partir de métodos indiretos (empíricos) baseados em equações de chuvas intensas representativas da região.

Segundo o documento “Termo de Referência e Especificações para Elaboração de Projetos de Sistema de Drenagem Pluvial Federal, NOVACAP (2012)”, para bacias que tenham até 3 km² de área de drenagem, é usual que a vazão de projeto seja determinada pelo Método Racional.

O quadro a seguir indica os métodos indiretos recomendados em função das dimensões das áreas de drenagem das bacias contribuintes.

Quadro 1: Métodos empíricos de acordo com as áreas de drenagem.

Áreas de Drenagem (ha)	Método
Pequenas bacias (A ≤ 300 ha)	Racional
Grandes Bacias (A > 300 ha)	Soil Conservation Service - SCS

Como a área das sub-bacias em estudo são menores que 300 hectares, foi utilizado o Método Racional, conforme demonstrado na equação a seguir:

$$Q = n \cdot C \cdot i \cdot A$$

Onde:

- Q** - vazão (l/s);
- C** - coeficiente de escoamento superficial (adimensional);
- I** - intensidade da chuva crítica (l/s/ha);
- A** - área da bacia que contribui para a seção (ha);
- n** - coeficiente de retardamento;

6.1.2. Coeficiente de Escoamento Superficial (C)

O Coeficiente de Escoamento Superficial determina uma relação entre a quantidade de água que infiltra e a que escoar em uma área com um determinado tipo de uso e ocupação do solo. Quanto mais impermeável for a cobertura do solo, mais próximo de 1 será esse coeficiente, ou seja, maior será a taxa de escoamento.

A área de contribuição, o coeficiente de escoamento superficial, assim como a locação dos dispositivos de drenagem pluvial, foram definidos em função do projeto geométrico fornecido pelo DER/DF e das bases cartográficas 86, 87 e 103 da TERRACAP, conforme articulação da base SEDUH.

Levantou-se a área de contribuição das bacias em estudo com o auxílio do software AutoCAD Civil 3D, utilizando como base os mapas cartográficos da TERRACAP na escala 1:10.000 e imagem orbital do Google Earth. Na mesma planta, levantaram-se as parcelas das áreas com os diferentes tipos de usos e ocupação do solo para a determinação do valor de C. Na ilustração a seguir tem-se os usos estabelecidos para o projeto.

Para os valores do coeficiente de escoamento superficial (C) são definidos de acordo com as diferentes condições de uso e cobertura do solo, conforme Termo de Referência (NOVACAP, 2012).

Serão adotados como parâmetros os seguintes valores:

- 0,90 para as áreas calçadas ou impermeabilizadas;
- 0,70 para as áreas intensamente urbanizadas e sem áreas verdes;
- 0,40 para as áreas residenciais com áreas ajardinadas;
- 0,15 para as áreas integralmente gramadas.



Ilustração 9: Diferentes tipos de uso e ocupação do solo para a área em estudo.

Fonte: Projeto Executivo – DER/DF.

Calculou-se o valor do coeficiente de escoamento superficial (C) computando a média ponderada das áreas com os diferentes tipos de uso e ocupação, o valor levantado encontra-se no quadro a seguir.

Quadro 2: Cálculo do valor de C.

TIPO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	ÁREA (ha)	C	%
ÁREAS CALÇADAS OU IMPERMEABILIZADAS	36,41	0,90	61,58%
ÁREAS INTENSAMENTE URBANIZADAS E SEM ÁREAS VERDES	0,67	0,70	1,13%
ÁREAS INTEGRALMENTE GRAMADAS	22,05	0,15	37,29%
TOTAL:	59,13		100,00%
C ponderado:		0,62	

Pelas boas práticas em projetos semelhantes, e pelo potencial de urbanização futuro da área, considerou-se prudente adotar um valor de $C=0,70$.

6.1.3. Tempo de Concentração

O cálculo do tempo de concentração acumulado foi realizado por meio do método cinemático, dado pela equação a seguir:

$$tc = te + tp$$

Onde:

Tc - tempo de concentração em minuto;

Te - tempo de deslocamento superficial ou tempo de entrada em minuto;

Tp - tempo de percurso em minuto.

O tempo de deslocamento superficial ou de entrada é o tempo gasto pelas águas precipitadas, nos pontos mais distantes, para atingir a rede por meio dos acessórios de captação. Foi adotado como sendo de 15 minutos, o mesmo adotado para Brasília pela NOVACAP.

O tempo de percurso (tp) é o tempo de escoamento das águas no interior das redes, desde o início até a seção considerada. Este tempo é determinado no desenvolvimento da planilha de cálculo com base na fórmula

$$tp = \frac{L}{V}$$

Onde:

Tp - tempo de percurso (s);

L - comprimento do trecho de rede (m);

V - velocidade das águas no interior da rede (m/s).

6.1.4. Equação intensidade – duração – (i)

A equação da intensidade – duração de chuva, equação a seguir, foi adotada segundo o Termo de Referência da NOVACAP, para período de retorno de 10 anos.

$$i = \frac{21,7 \cdot F^{0,16}}{(tc + 11)^{0,815}} \cdot 166,7$$

Onde:

i - Intensidade de chuva crítica (l/s.ha);

F - Tempo de recorrência (anos);

tc - Tempo de concentração (min);

166,7 - Coeficiente da transformação de mm/min. em l/s/ha.

A curva IDF pode ser utilizada para o cálculo da intensidade máxima de precipitação em uma bacia hidrográfica e o período de retorno deve ser escolhido em função da estrutura hidráulica a ser dimensionada.

A ilustração a seguir demonstra a curva IDF para chuvas intensas com durações entre 5 e 120 minutos e períodos de retorno de 5, 10, 15, 20, 25, 50 e 100 anos.

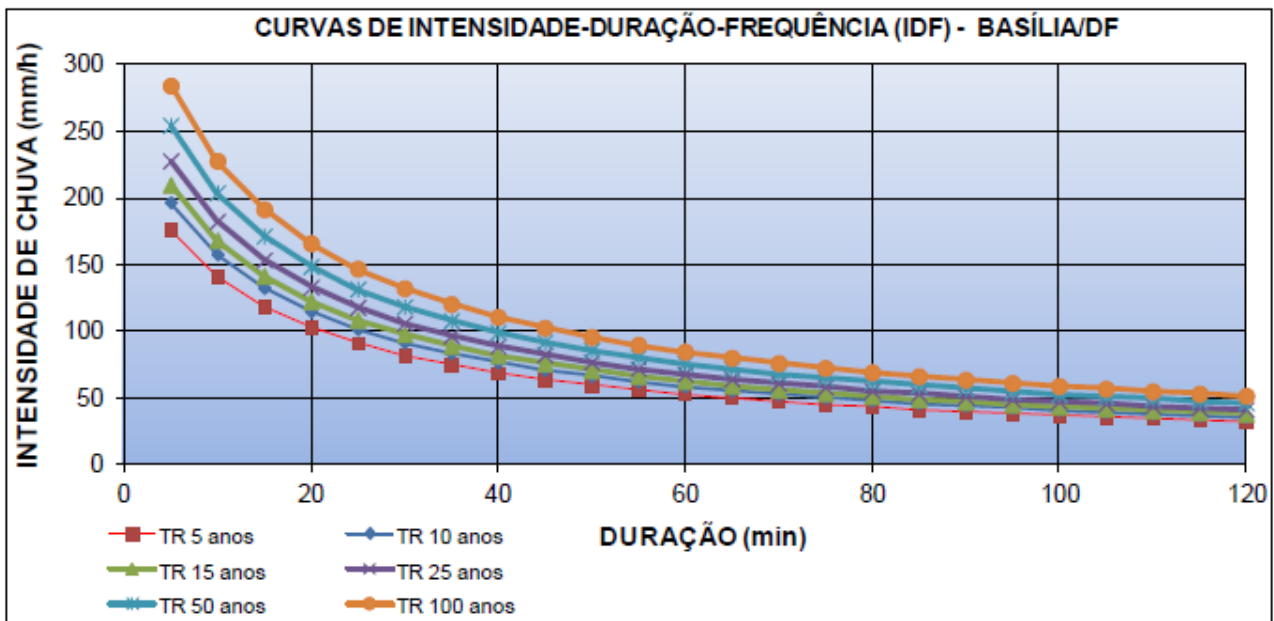


Ilustração 10: Curvas de Intensidade-Duração-Frequência – Brasília/DF.

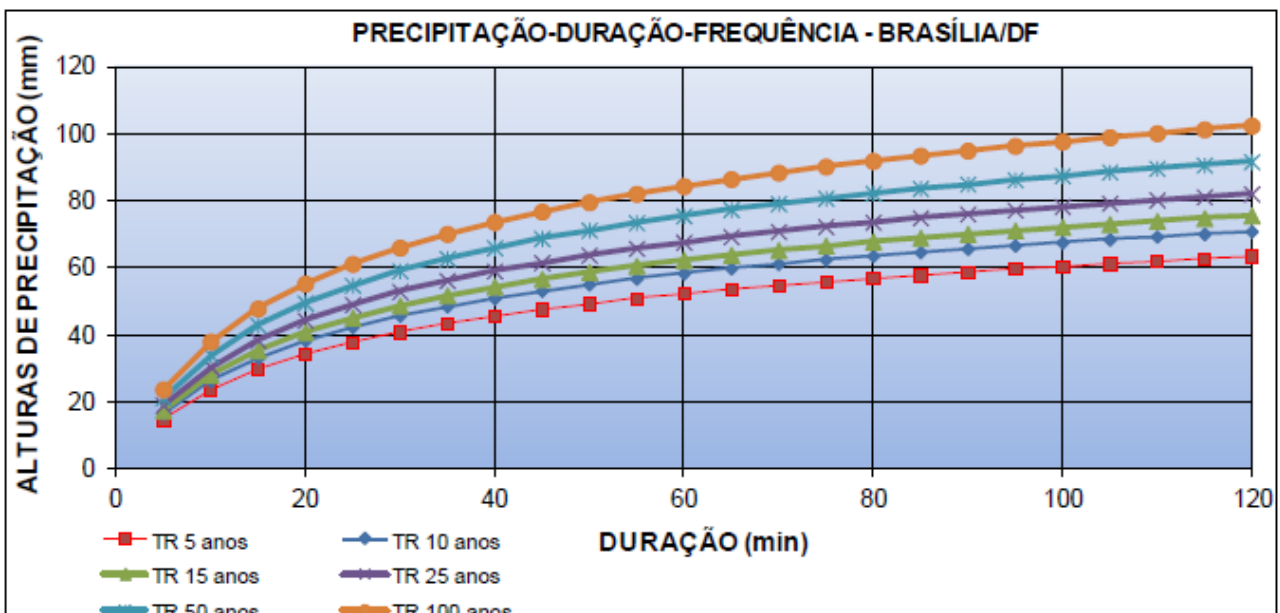


Ilustração 11: Precipitação-Duração-Frequência – Brasília/DF.

No Quadro a seguir estão apresentados os valores de intensidade pluviométrica (mm/h) e altura de precipitação (mm), obtidos a partir da equação IDF - Brasília, para chuvas intensas com durações entre 5 e 120 minutos e períodos de retorno de 5, 10, 15, 20, 25, 50 e 100 anos.

Quadro 3: Intensidade Pluviométrica – I (mm/h) e Altura de Precipitação – P (mm)

INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA - I (mm/h) e ALTURA DE PRECIPITAÇÃO - P (mm)												
Duração (min)	PERÍODO DE RECORRÊNCIA (anos)											
	5		10		15		25		50		100	
	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)
5,00	14,65	175,83	16,37	196,45	17,47	209,62	18,96	227,47	21,18	254,15	23,66	283,96
10,00	23,48	140,88	26,23	157,40	27,99	167,95	30,38	182,25	33,94	203,63	37,92	227,51
15,00	29,59	118,37	33,06	132,25	35,28	141,12	38,28	153,14	42,77	171,10	47,79	191,16
20,00	34,19	102,56	38,20	114,59	40,76	122,27	44,23	132,68	49,42	148,25	55,21	165,63
25,00	37,83	90,79	42,27	101,44	45,10	108,24	48,94	117,46	54,68	131,24	61,10	146,63
30,00	40,83	81,66	45,62	91,24	48,68	97,36	52,82	105,65	59,02	118,04	65,94	131,88
35,00	43,37	74,35	48,46	83,07	51,71	88,64	56,11	96,19	62,69	107,47	70,05	120,08
40,00	45,57	68,36	50,92	76,37	54,33	81,49	58,95	88,43	65,87	98,80	73,60	110,39
45,00	47,50	63,34	53,08	70,77	56,63	75,51	61,46	81,94	68,66	91,55	76,72	102,29
50,00	49,23	59,07	55,00	66,00	58,69	70,43	63,69	76,43	71,16	85,39	79,50	95,40
55,00	50,78	55,40	56,74	61,90	60,54	66,05	65,70	71,67	73,41	80,08	82,02	89,47
60,00	52,20	52,20	58,32	58,32	62,23	62,23	67,53	67,53	75,45	75,45	84,30	84,30
65,00	53,50	49,38	59,77	55,18	63,78	58,87	69,21	63,89	77,33	71,38	86,40	79,75
70,00	54,70	46,88	61,11	52,38	65,21	55,89	70,76	60,65	79,06	67,77	88,34	75,72
75,00	55,81	44,65	62,36	49,89	66,54	53,23	72,21	57,77	80,68	64,54	90,14	72,11
80,00	56,85	42,64	63,52	47,64	67,78	50,84	73,55	55,16	82,18	61,64	91,82	68,86
85,00	57,83	40,82	64,61	45,61	68,94	48,67	74,82	52,81	83,59	59,01	93,40	65,93
90,00	58,75	39,17	65,64	43,76	70,04	46,69	76,01	50,67	84,92	56,61	94,88	63,25
95,00	59,62	37,65	66,61	42,07	71,08	44,89	77,13	48,71	86,18	54,43	96,29	60,81
100,00	60,44	36,27	67,53	40,52	72,06	43,24	78,20	46,92	87,37	52,42	97,62	58,57
105,00	61,23	34,99	68,41	39,09	72,99	41,71	79,21	45,26	88,50	50,57	98,88	56,50
110,00	61,98	33,80	69,24	37,77	73,89	40,30	80,18	43,73	89,58	48,86	100,09	54,59
115,00	62,69	32,71	70,04	36,54	74,74	38,99	81,10	42,31	90,61	47,28	101,24	52,82
120,00	63,37	31,69	70,81	35,40	75,55	37,78	81,99	40,99	91,60	45,80	102,34	51,17

6.1.5. Tempo de Recorrência

Os tempos de retorno utilizados no dimensionamento são apresentados a seguir:

- 10 anos para as redes e dispositivos de drenagem superficial;
- 10 anos para os reservatórios de detenção (atendimento aos aspectos de qualidade e quantidade da ADASA).

6.2. Dimensionamento hidráulico

Projetaram-se os seguintes tipos de dispositivos para o sistema de drenagem:

- Valetas de proteção com recobrimento em grama funcionando como valas de infiltração;
- Micro bacias de amortecimento e infiltração;
- Bacias de qualidade;
- Bocas de lobo com reservatórios de detenção;
- Canaleta retangular de concreto polímero;
- Estrutura de dissipação de energia;
- Sarjetas de bordo de via;

- Meios-fios conjugado com sarjetas;
- Bocas de lobo;
- Caixas coletoras;
- Descidas d'água;
- Poços de visitas;
- Redes coletoras;
- Dissipadores de energia.

Os tipos dos dispositivos adotados atendem ao padrão do DNIT, DER/SP e DER/MG. Na elaboração do projeto buscou-se propor um sistema de drenagem superficial e profundo adequado às condições topográficas dos trechos a ser implantado de modo a atender simultaneamente aos aspectos de economia, exequibilidade e funcionalidade.

6.2.1. Parâmetros de Projeto

- Para as canaletas, sarjetas e valetas a lâmina d'água máxima admitida deve garantir uma borda livre mínima de 20% de altura da seção.
- Para a rede tubular considerou-se lâmina d'água máxima (y_0/D) igual a 0,82 e 0,90 para galerias, respeitando os limites de velocidades e tirantes expressos pelo Termo de Referência (NOVACAP, 2012).
- O diâmetro mínimo adotado para a rede foi de 600 mm e, para os ramais de captação com boca-de-lobo simples foi adotado 400 mm. Para os ramais de captação que não forem simples (dupla ou tripla) será adotado o diâmetro de 600 mm.
- O recobrimento mínimo da tubulação é de 1,5 multiplicado pelo diâmetro da tubulação, conforme recomenda a NOVACAP, a não ser quando ela for projetada em área verde, hipótese em que deverão ser adotados outros valores em função da cota de via a ser drenada, e em situações onde se necessita um menor recobrimento em função da altimetria do greide (greide enterrado).
- Declividades:
 - ✓ Mínima: declividade mínima de 0,5%;
 - ✓ Máxima: declividade que assegure uma velocidade não superior a $V_{máx}$.
- Toda a rede será assentada em berço de brita, conforme especificações da NOVACAP. As resistências e classes dos tubos atenderão padrão NOVACAP e em acordo com a NBR-9794/87– “Tubos de Concreto Armado de Seção Circular para Águas Pluviais”.

Dimensionaram-se os dispositivos hidráulicos a partir da fórmula de *Manning* associada à Equação da Continuidade, considerando-se regime permanente, para a determinação do nível d'água e velocidade de escoamento nos dispositivos.

A fórmula de *Manning* associada à Equação da Continuidade está descrita conforme a Equação a seguir:

$$Q = \frac{1}{n} * A * R^{\frac{2}{3}} * \sqrt{I}$$

Onde:

Q - vazão na seção (m³/s);

n - coeficiente de rugosidade de Manning (adimensional);

A - área molhada da seção transversal (m²);

R - raio hidráulico (m);

I - representa a declividade do coletor (m/m).

6.2.2. Coeficiente de rugosidade de Manning (n)

Os coeficientes de rugosidade de *Manning* adotados foram os seguintes:

Quadro 4: Coeficiente de Rugosidade de *Manning* (n).

TIPO DE DISPOSITIVO	n
Revestimento em grama	0,041
Revestimento em concreto	0,015
Revestimento em PAD	0,009 a 0,010

6.2.3. Velocidades Limites

Os limites de velocidades de escoamento foram estabelecidos para não causar danos aos dispositivos hidráulicos projetados, tanto pelo grande valor de energia cinética como poder abrasivo do material sólido em suspensão, evitando os processos de erosão do leito. E também para que não haja sedimentação natural do material sólido em suspensão, principalmente areia, de forma que as condições de autolimpeza sejam assim preservadas. Os limites de velocidade estão relacionados conforme quadro a seguir:

Quadro 5: Velocidades Limites de Escoamento.

TIPO DE DISPOSITIVO	$V_{\text{mín}}$ (m/s)	$V_{\text{máx}}$ (m/s)
Valetas - revestimento em grama	0,60	1,80
Valetas e tubos – revestimento em concreto	1,00	6,00

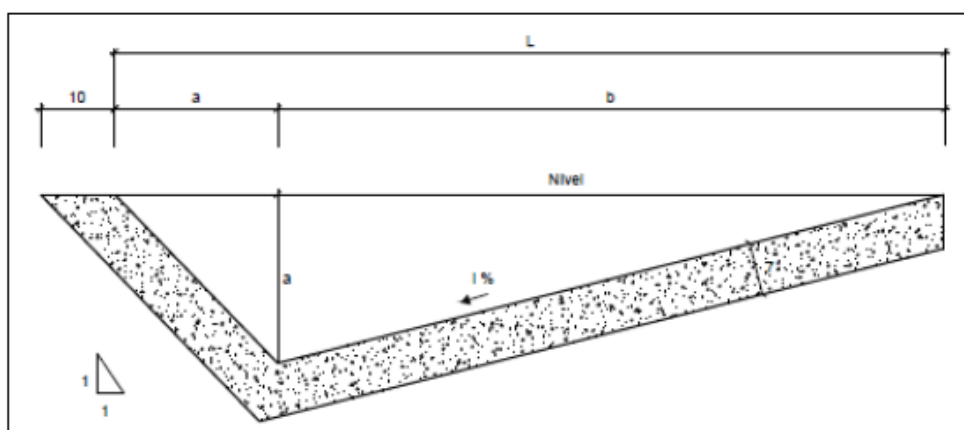
6.3. Concepção do sistema de drenagem

6.3.1. Aspecto Quantitativo e hidráulico

O trabalho desenvolvido abordou, basicamente, as obras de drenagem superficial para dar escoamento às águas precipitadas sobre o corpo estradal, e seguiu os projetos tipo do Álbum do DNIT, DER/SP, DER/MG e NOVACAP, buscando a melhor solução com o dispositivo que melhor se adaptava as condições de projeto.

No cálculo do espaçamento entre bocas de lobo a fim de evitar alagamento das vias, adotou-se os espaçamentos conforme sua capacidade de engolimento e declividade da via. Além desses espaçamentos, a geometria do bordo das vias balizou o seu posicionamento.

Também foi considerada uma largura de no máximo 1,00m das laterais da via para escoamento superficial junto aos meio-fios com sarjetas, de modo a proporcionar maior conforto aos motoristas. Como a região em estudo trata-se de uma área urbana usaram-se sarjetas urbanas, com menor profundidade, de forma a evitar situações com risco de acidentes.



DIMENSÕES

TIPO		DIMENSÃO (cm)	
		a	b
L = 50	SCC 50/10	10	40
	SCC 50/15	15	35
	SCC 50/20	20	30
L = 60	SCC 60/10	10	50
	SCC 60/15	15	45
	SCC 60/20	20	40
	SCC 60/25	25	35

Ilustração 12: Detalhe tipo e dimensões de sarjeta, profundidade de 0,10 a 0,20m - DER/MG.

Na elaboração do projeto buscou-se propor um sistema de drenagem superficial e profunda adequado às condições físicas, topográficas e de ocupação apresentadas, de modo a atender simultaneamente aos aspectos de economia e funcionalidade.

Nos trechos onde houve a necessidade de atravessar a ciclovias com os dispositivos de drenagem, propôs-se a utilização de dispositivos lineares para a drenagem superficial, denominado canal com grelha de cobertura, peça monobloco de concreto polímero, de formulação por mistura de agregados e resinas, sem adição de cimento, sem partes móveis.

O sistema de encaixe entre módulos deve ser do tipo macho/fêmea, rápido e fácil de instalar, com espaço para junta de vedação.

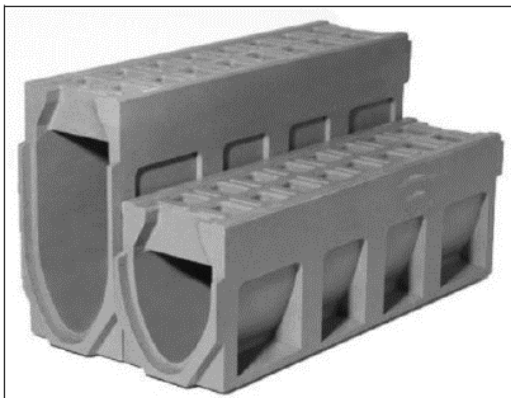


Ilustração 13: Detalhe esquemático de Canal de Concreto Polímero (CCP).



Foto 2: Detalhe de aplicação de canal monobloco de concreto polímero em rodovias.

6.3.2. Apresentação dos resultados de dimensionamento hidráulico

A apresentação dos resultados de dimensionamento hidráulico está no formato do Software Microsoft Office Excel e estarão inseridas no Anexo II – Planilhas de Dimensionamento Hidráulico.

6.3.2.1. Escolha do dissipador de energia

A amortização do lançamento no reservatório de detenção/qualidade se dá através de um dispositivo de dissipação padrão NOVACAP do tipo A4, conforme ilustrado no Anexo V – Projeto do Reservatório de Detenção/Qualidade.

Os dissipadores padrão NOVACAP já foram analisados pelo Prof^o. Coimbra, em 2002, no Parecer Técnico sobre a utilização de "Bacia de Dissipação por Impacto no Lançamento Final dos Sistemas de Drenagem Urbana", onde, concluiu-se que este tipo de dissipação é mais eficiente na redução de energia do fluxo à superfície livre, se comparado àqueles que funcionam com base no ressalto hidráulico, sendo, portanto, o mais recomendado.

- Pode ser utilizado para pequenas descargas;
- Em condições médias de operação, suporta vazões de até 9,60m³/s e velocidades de até 9,14m/s;
- Para descargas maiores que 9,60m³/s poderão, eventualmente, serem utilizados dissipadores múltiplos, em paralelo;
- Podem ser utilizadas na saída, tanto de canais como de condutos.



Foto 3: Extravasador da bacia de drenagem com lançamento final no córrego do Açude.



Foto 4: Extravasador da bacia de drenagem com lançamento final no córrego do Açude.



Foto 5: Lançamento final no ribeirão do Torto.



Foto 6: Lançamento final no ribeirão do Torto.

6.3.2.2. Aspecto Qualitativo/Ambiental

Adotaram-se dispositivos e sistemas hidráulicos voltados aos preceitos do tripé quantidade, qualidade e amenidade/biodiversidade, aplicando os conceitos de BMP's (*Best Management Practices*), com intuito de favorecer a manutenção e melhoria da qualidade da água através da remoção de poluentes com a utilização de sistemas de pré-tratamento com coleta de resíduos e sedimentos, filtragem e a recarga do lençol freático pela infiltração, dessa forma, propiciando a proteção das cabeceiras dos corpos hídricos. A finalidade dessa solução é a redução do pico de cheia e poluentes em geral, antes do escoamento ser lançada no corpo hídrico receptor.

Em vistoria do local, no dia 09/02/2017, com a ADASA e fiscal do DER/DF, levantou-se a possibilidade das áreas verdes não construídas, como miolos das alças, ramos e rotatórias poderão ser utilizados para a implantação das micros bacias de amortecimento e infiltração, valas de infiltração, trincheiras de percolação e infiltração, com a modelagem do *routing* para a verificação do comportamento hidráulico dos reservatórios.

Dentro dessa concepção, de acordo com a disponibilidade de área livre e sem comprometer a segurança dos usuários no anel viário, será implantado os dispositivos de controle de qualidade, visando atender uma parcela do volume estipulado pela resolução da ADASA. O funcionamento operacional, a maneira construtiva e a disposição dos componentes dos dispositivos qualitativos inferem de forma significativa na performance de remoção de poluentes. Isso foi analisado de forma sistemática e detalhada, até alcançar a melhor solução. Esta concepção foi acordada conjuntamente com a ADASA e o DER/DF em reunião realizada no dia 10/04/2017 na ADASA.

As bacias de qualidades serão executadas de tal forma que estabeleça harmonia com a paisagem existente, os taludes serão em solo revestidos de grama, além de atender os aspectos de segurança, com cercas, portão de acesso, placa de indicação e dispositivo de controle e segurança. O quadro a seguir apresenta alguns valores médios de porcentagem no desempenho para remoção de poluentes, demonstrando a importância desse tipo de medida de controle.

Quadro 6: Porcentagem de remoção de poluentes por tipo de BMP utilizado.

Porcentagem de remoção por tipo de BMP							
	DBO	TSS	Fósforo	Nitrogênio	Cobre	Zinco	Chumbo
Trincheira de infiltração	90	75	65 a 75	60 a 70	85 a 90	85 a 90	85 a 90
Bacia de Infiltração	92	85	61	92	80	80	80
Filtro de areia	51	87	61	82	60	80	80
Faixa de filtro Gramada	20	20 a 40	20	20	20 a 40	20 a 40	20 a 40
Canais Gramados	-	60 a 83	29 a 45	25	2 a 46	16 a 63	15 a 67

Fonte: Soluções para o controle da poluição difusa em áreas urbanas (Poli-USP/SP, 2011).

6.3.2.3. Bacia de qualidade tipo I

Esse dispositivo possui um sistema de camadas filtrantes e percolantes em série composta por camada de gabião e brita. Possui função principal de dissipar energia do escoamento, recarga do lençol freático e remoção de poluentes.

O fluxo das águas, quando atinge as camadas filtrantes, retarda sua velocidade, ocorrendo a sedimentação de partículas, percolam pelos vazios entre as pedras, e infiltram para o solo até atingir o lençol freático, durante esse processo a água passa por camadas filtrantes e manta geotêxtil, garantindo a remoção de poluentes. Os principais mecanismos que agem na remoção destes poluentes são a adsorção e a filtração.

Conforme Tomaz (2010), estima-se que 90% das precipitações que produzem *runoff* carrega a poluição difusa para os corpos hídricos (*first flush*) e estimamos que assim, tratando essa precipitação faça uma redução de sólidos totais em suspensão (TSS) de 80%, bem como outros parâmetros dos poluentes.

De acordo com a ocorrência de precipitação no DF, identificou-se que as precipitações próximas de 10mm tem a ocorrência de praticamente 90% do tempo.

Dessa forma, estimou-se a vazão determinada por essa precipitação e calculou a lâmina d'água produzida por essa precipitação na rede de drenagem. Essa lâmina d'água, obrigatoriamente, vai passar pelos dispositivos da bacia de qualidade antes de ser lançada no corpo hídrico, por uma camada mais densa de filtragem, com maior performance de remoção de poluentes (brita, areia grossa e geotêxtil).

As ilustrações a seguir apresentam a precipitação pluviométrica de série histórica de histórica de 1974 a 2008, obtidos no sistema *hidroweb* da ANA (Agência Nacional das Águas).

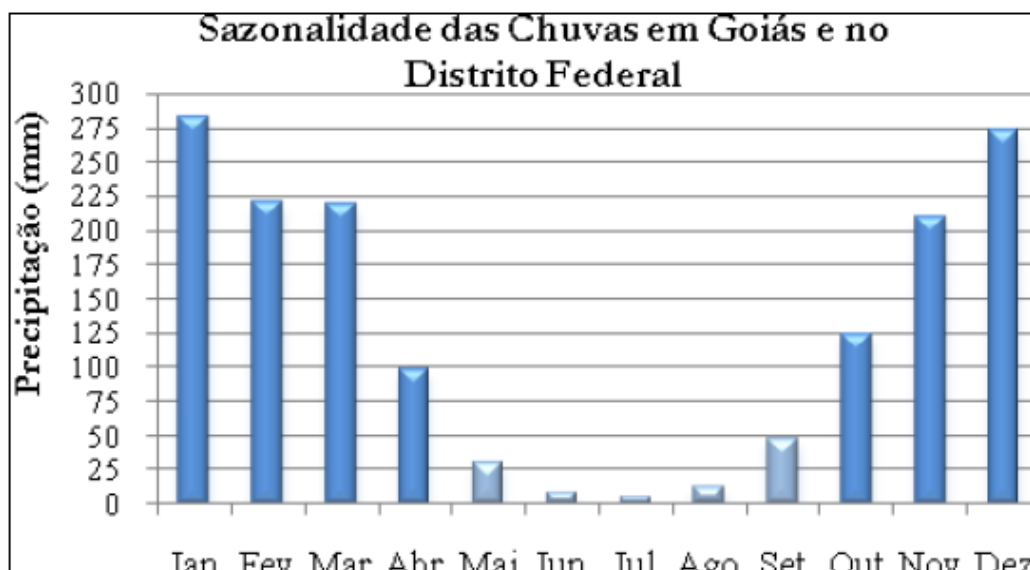


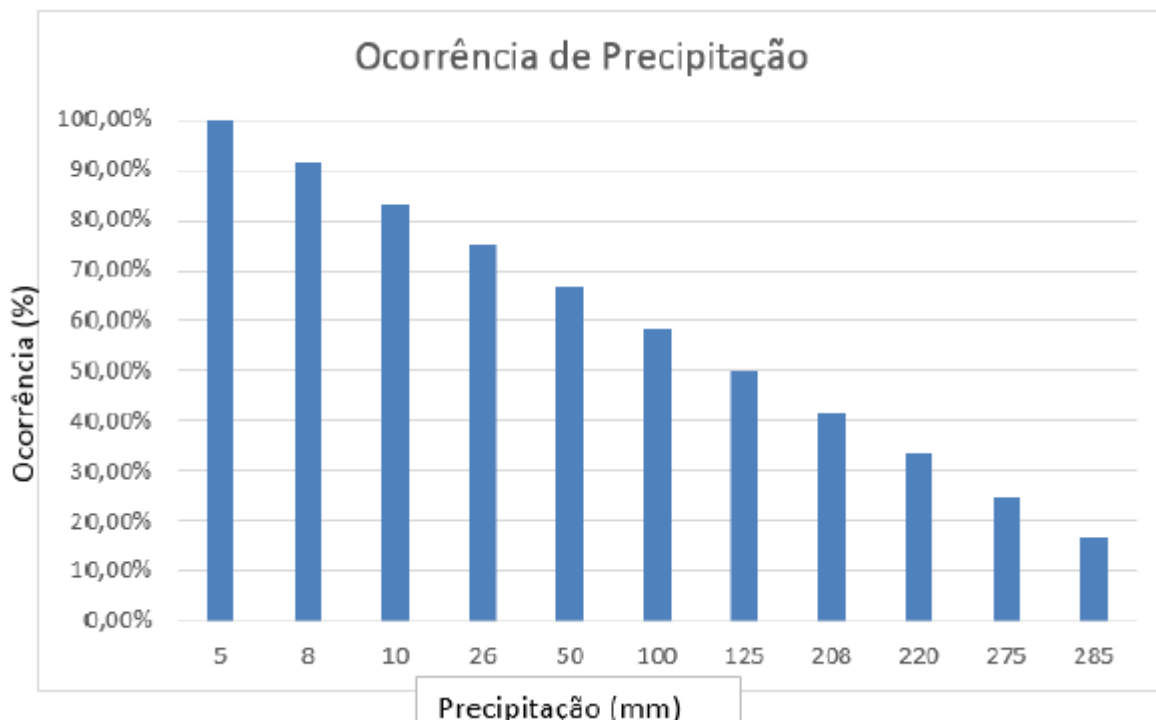
Ilustração 14: Precipitação (mm) acumulada de 24h - Médias mensais.

Fonte: Revista Brasileira de Geografia Física, 2012.

Ilustração 15: Precipitação média mensais acumuladas de 24h e precipitação com ocorrência de 90% de frequência.

Meses	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Precipitação média mensal (mm)	285	220	220	100	26	8	5	10	50	125	208	275
Precipitação média das médias mensais = 127,67												
Precipitação com 90% de ocorrência <= 10mm												

Ilustração 16: Gráfico em barras - % de ocorrência das precipitações no DF.



Segundo Tomaz, 2010 o Quadro a seguir mostra a estimativa de remoção de poluentes em um sistema semelhante, trincheira de percolação.

Quadro 7: Estimativa da remoção de poluentes em trincheira de percolação/infiltração.

TSS Sólidos totais em suspensão	TP Fósforo total	TN Nitrogênio Total	Metais	DBO Demanda bioquímica de oxigênio	Bactéria	First flush
75%	50 a 55%	45 a 55%	75 a 80%	70%	75%	P=12,7mm
90%	60 a 70%	55 a 60%	85 a 90%	80%	90%	P=50,8mm

Fonte: FHWA, 2004

A ilustração a seguir apresenta um croqui esquemático da camada filtrante.

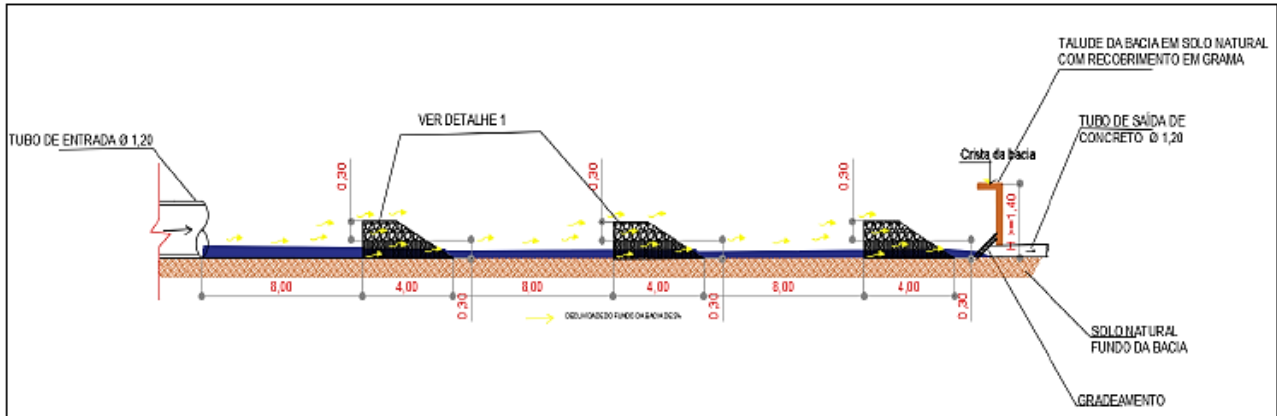


Ilustração 17: Camada filtrante na bacia de qualidade tipo I.

➤ Práticas de manutenção:

Conforme Tomaz, 2011, e o PDDU-DF, 2009, recomendam-se algumas práticas de manutenção:

- ✓ A camada filtrante deve ser inspecionada inicialmente nos primeiros seis meses e depois poderá ser mais espaçada;
- ✓ Deverão ser removidos os detritos e realizar inspeções para evitar entupimentos;
- ✓ A remoção e limpeza das pedras britadas poderão ser visto anualmente;
- ✓ Verificada a colmatação da camada filtrante esta deve ser removida e substituída juntamente com o geotêxtil;
- ✓ Nos casos onde a perda de capacidade de infiltração é significativa (>50%) deve-se realizar a remoção completa do material de preenchimento da camada filtrante e substituí-lo (ou lavá-lo), inclusive o geotêxtil.

6.3.2.4. Bocas de lobo com reservatório de detenção

Para amortecimento e tratamento de pontos específicos das águas escoadas pelas vias, onde não está previsto a implantação de reservatórios de detenção/qualidade, optou-se por alternativas compensatórias através de sistemas de qualidade conjugados a rede de drenagem, como as bocas de lobo com reservatório de detenção (ilustração a seguir). Também com função de amortecer o pico da vazão a jusante e procurando manter as condições de vazão naturais na área desenvolvida.

São estruturas projetadas não só para o controle de vazão, mas principalmente, para melhorar a qualidade da água das enxurradas, quando a quantidade de sedimentos produzidos, é significativa. Esse tipo de sistema retém parte dos sedimentos e poluentes, para que sejam posteriormente retirados do sistema de drenagem. Esses dispositivos já foram utilizados em projetos anteriores pela NOVACAP e pelo DER/DF.

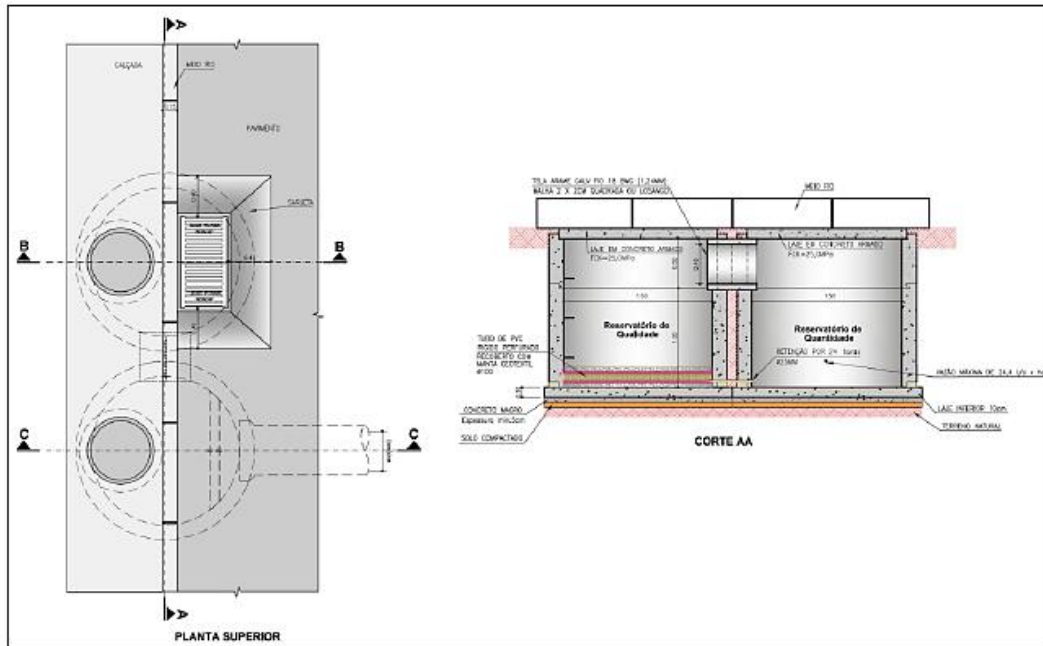


Ilustração 18: Caixas coletoras de sarjeta com reservatório de detenção.

6.3.2.5. Valetas de proteção - vala de infiltração

Valetas de proteção são dispositivos destinados à captação e tratamento das águas superficiais das áreas externas, ou seja, a contribuição dos terrenos adjacentes que escoam para o corpo estradal.

As valetas de proteção foram projetadas para funcionar como valas de infiltração. São sistemas formados por longas valas escavadas com recobrimento em grama densa, com declividade suaves, concentrando o fluxo e criando condições de infiltração ao longo do seu comprimento (ilustração a seguir). Esse sistema possui função principal de recarga do lençol freático e remoção de poluentes. A cobertura em grama funciona como pré-tratamento através da filtração, agindo na retenção dos sólidos e outros poluentes. De acordo com Tomaz, 2010, o Quadro a seguir apresenta a estimativa de remoção de poluentes em canais gramados.

Quadro 8: Remoção de poluentes em canais gramados.

Poluente	Redução
Sólidos totais em suspensão (TSS)	50%
Fósforo total (PT)	25%
Nitrogênio total (NT)	20%
Coliformes fecais	Dados insuficientes
Metais pesados	30%

Fonte: ESTADO da GEORGIA, 2001.

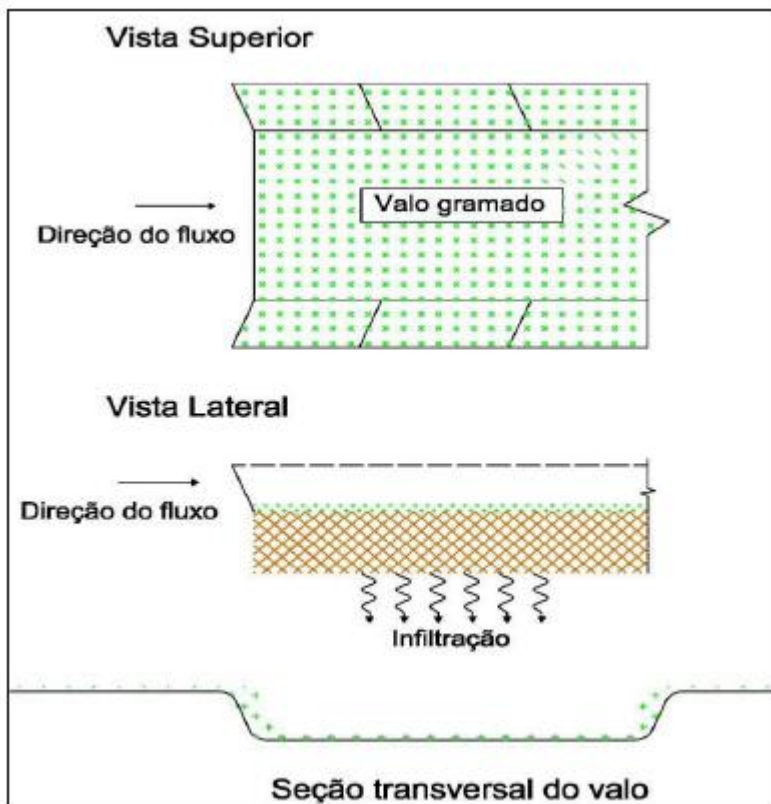


Ilustração 19: Valo de infiltração (CIRIA, 1996).
Fonte: Plano Diretor de Drenagem Urbana - DF, 2009.

Esse dispositivo também funciona como um reservatório de detenção, à medida que a drenagem que escoar para o valo é superior à capacidade de infiltração. Nos períodos com pouca precipitação ou de estiagem, ele é mantido seco.

➤ Práticas de manutenção:

Conforme o PDDU-DF, 2009, recomendam-se algumas práticas de manutenção:

- ✓ Realizar inspeções semestralmente ou depois de um evento chuvoso considerado;
- ✓ Remover os sedimentos acumulados nos pontos de estagnação do escoamento, antes do início do período de chuvas, ou sempre que estiver prejudicando o escoamento;
- ✓ Reconstruir os pontos que o talude sofreu erosão, bem como repor a grama.

6.3.2.6. Micro bacias de amortecimento e infiltração (microbacia I)

Nos lançamentos em terreno natural foram adotadas bacias de amortecimento. São obras de drenagem destinadas, mediante a dissipação de energia, a diminuir a velocidade da água, quando esta passa de um dispositivo de drenagem superficial para o terreno natural, de modo a evitar o fenômeno da erosão, e tendo também como função a alimentação do lençol freático e a melhoria de qualidade da água pelo controle de poluição difusa.

As bacias de amortecimento serão instaladas de um modo geral nos seguintes locais:

- ✓ No pé das descidas d'água nos aterros;
- ✓ Na boca de jusante dos bueiros de greide;
- ✓ Na saída das sarjetas de corte, nos pontos de passagem de corte-aterro.

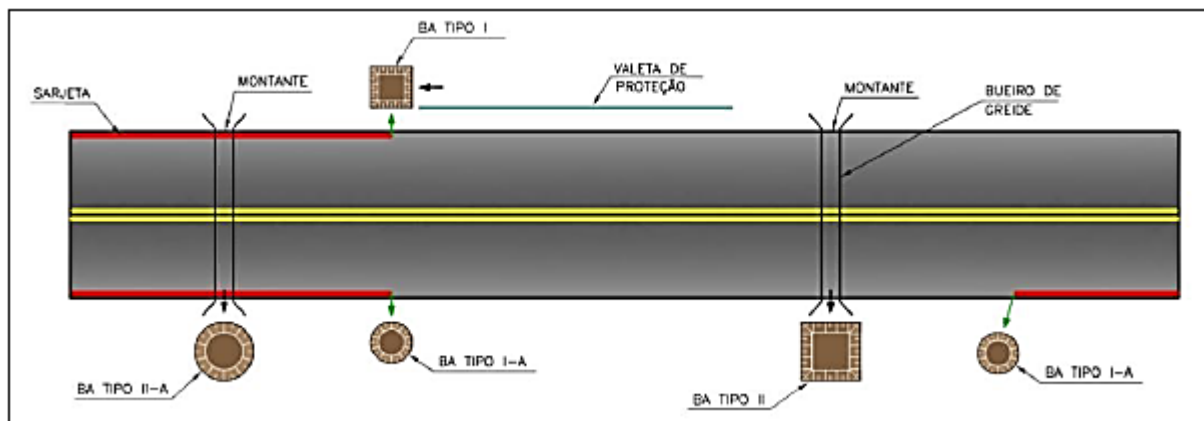


Ilustração 20: Croqui esquemático de locação de bacias de acumulação.

O Quadro a seguir apresenta a performance de remoção de poluentes em bacias de infiltração.

Quadro 9: Eficiência de remoção de poluentes em bacias/reservatórios de infiltração.

SUDS	TN	TP	Pb	Zn	TSS	Média
Bacia de infiltração	80	65	90	90	85	0,82

Fonte: Texas 2001, apud Tomaz, 2010.

➤ Práticas de manutenção:

Conforme Tomaz, 2011, e o PDDU-DF, 2009, recomendam-se algumas práticas de manutenção:

- ✓ Realizar inspeções semestralmente ou depois de um evento chuvoso considerado;
- ✓ Realizar a limpeza e raspagem dos finos acumulados no fundo e nos taludes da micro bacia, de forma a diminuir a colmatação;
- ✓ Remover os sedimentos acumulados nos pontos de estagnação do escoamento, antes do início do período de chuvas, ou sempre que estiver prejudicando o escoamento;
- ✓ Reconstruir os pontos que o talude sofreu erosão, bem como repor a grama;

6.3.2.7. Canal gramado com bacia de amortecimento

Segundo Tomaz 2009, os canais gramados são destinados a condução das águas pluviais na ocasião das chuvas (fluxo intermitente) e melhoria da qualidade das águas pluviais através da filtração no revestimento gramado. Geralmente os canais gramados são acompanhados de faixa

de filtro gramado que tem objetivo de funcionar como um pré-tratamento, conforme apresentado na foto a seguir.



Foto 7: Canal gramado usual a beira de uma estrada em local de baixa densidade habitacional.
Fonte: Tomaz, 2009.

A ilustração a seguir apresenta um esquema representativo da combinação do um canal gramado trapezoidal com bacia de amortecimento.

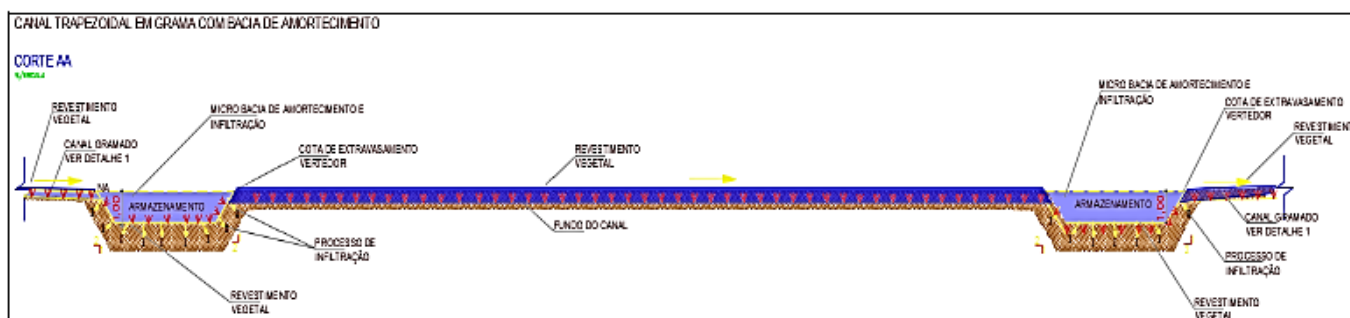


Ilustração 21: Canal Trapezoidal em grama com bacia de amortecimento.

O Quadro a seguir apresenta uma estimativa de redução de poluentes com a implantação do canal gramado.

Quadro 10: Estimativa de redução de poluentes com a implantação do canal gramado.

Poluente	Redução
Sólidos totais em suspensão (TSS)	50%
Fósforo total (PT)	25%
Nitrogênio total (NT)	20%
Coliformes fecais	Dados insuficientes
Metais pesados	30%

Fonte: Estado da Geórgia, 2001 apud Tomaz, 2009.

Algumas características (*Knox County Tennessee, apud Tomaz, 2009*):

- ✓ Velocidades baixas;

- ✓ São executados para escoamento de águas pluviais intermitentes, isto é, quando cai uma tormenta;
- ✓ Precisam de manutenção permanente.

6.4. Dimensionamento do Reservatório de Detenção/Qualidade

A Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal (ADASA), através da Resolução nº. 09 de 08 de abril de 2011 estabelecem as diretrizes e critérios gerais para obtenção de outorga de lançamento de águas pluviais em corpos hídricos superficiais do Distrito Federal.

A Resolução propõe a criação de reservatórios de detenção/qualidade para a amortização do deflúvio pluvial, e para garantir melhoria na qualidade da água, pela retenção dos resíduos sólidos e sedimentos carregados pela rede de drenagem, reduzindo a carga poluente a ser lançada no corpo hídrico receptor.

6.4.1. Metodologia de cálculo

Para o dimensionamento do volume dos reservatórios de detenção/qualidade, como parâmetro comparativo, utilizara-se e a metodologia da ADASA. Entretanto, os valores encontrados por essa metodologia se mostram superdimensionados, por se tratar de equações generalizadas. A modelagem do volume ótimo para os reservatórios é encontrada por tentativas, através de interação matemática, por meio da simulação hidrodinâmica (modelagem pelo *routing*), onde, analisam-se as características dos dispositivos de controle de vazão e os diferentes valores de tempo de concentração para cada situação, avaliando o balanço de massas ao longo do tempo. Para a modelagem, parte-se de um volume pré-estimado, estudando/calibrando os dispositivos de saída e controle, orifícios e vertedores, através de um processo iterativo até se obter a vazão efluente desejada. A seguir apresentam-se a metodologia da ADASA:

6.4.1.1. Metodologia da ADASA

A Resolução nº. 09, de 08 de abril de 2011 da ADASA apresentam dois capítulos que abordam os aspectos quantitativos e qualitativos do lançamento do deflúvio pluvial no corpo hídrico receptor.

O Capítulo III apresenta o aspecto qualitativo que propõe a criação de um reservatório de qualidade. O dimensionamento do reservatório é feito através da Equação 4 a seguir:

$$V_{qua} = (33,8 + 1,80 \times A_i) \times A_c$$

Onde:

V_{qua} - volume do reservatório de qualidade (m^3);

A_i - área impermeável em percentual – parcela da área que não favorece a infiltração (%);

A_c - área de contribuição (ha).

No Capítulo IV a Resolução apresenta o aspecto quantitativo que restringe o lançamento do deflúvio pluvial no corpo hídrico receptor em 24,4 L/s. ha. O dimensionamento do reservatório de quantidade é calculado conforme a Equação a seguir:

$$V = 4,705 \times A_i \times A_c$$

Onde:

V - volume do reservatório de qualidade (m^3);

4,705 → coeficiente de transformação de unidade (adimensional);

A_i - área impermeável em percentual – parcela da área que não favorece a infiltração (%);

A_c - área de contribuição (ha).

Conforme cálculos pelas equações acima, os valores estão apresentados no Quadro a seguir:

Quadro 11: Dimensionamento do Reservatório – Metodologia da ADASA e Vazão de Lançamento (ADASA).

Parâmetros	Equações	Descrição	Valor	Observações
A_c (ha)	-	Área de contribuição	83,10	Levantado
A_i (%)	-	Fração da área impermeável da bacia de contribuição	53,50	Calculado
$V_{qual-Adasa}$ (m^3)	$V_{qual} = (33,8 + 1,80 \cdot A_i) \cdot A_c$	Volume do reservatório de qualidade (ADASA)	10.812,20	Calculado
$V_{quant-Adasa}$ (m^3)	$V_{quant} = 4,705 \cdot A_i \cdot A_c$	Volume do reservatório de quantidade (ADASA)	20.919,79	Calculado

6.4.2. Simulação do Comportamento Hidráulico do Reservatório: *Routing*

Para a modelagem da simulação hidrodinâmica (*routing*) serão considerados 2 reservatórios trabalhando em série com volume útil de 4.725 m^3 cada. Será modelado o volume de cada reservatório com os dispositivos de controle de vazão: vertedor de alívio e orifício de descarga, de

forma a se obter a curva efluente de vazão amortizada, atendendo a vazão específica de pré-desenvolvimento (ADASA), de acordo à equação a seguir.

$$Q_{Adasa} = (24,4 * A_c) / 1000$$

Onde:

Q_{Adasa} - vazão de lançamento de pré-desenvolvimento (ADASA) (m³/s)

24,4 - constante da equação;

1000 - coeficiente de transformação de l/s para m³/s;

A_c - área de contribuição (ha).

Para a modelagem do *routing*, será considerado um dos métodos de armazenamento disponíveis na literatura, o Método Modificado de *Pulz* (McCuen, 1997). Utiliza-se a Equação a seguir para a determinação do *routing*:

$$(I_1 + I_2) + \left(\frac{2 \times S_1}{\Delta t - Q_1} \right) = \left(\frac{2 \times S_2}{\Delta t - Q_2} \right)$$

Onde:

- I_1 - vazão no início do período de tempo (m³/s);
- I_2 - vazão no fim do período de tempo (m³/s);
- Q_1 - vazão de saída no início do período de tempo (m³/s);
- Q_2 - vazão de saída no fim do período de tempo (m³/s);
- Δt - Incremento temporal (s);
- S_1 - volume no início do período de tempo (s);
- S_2 - volume no fim do período de tempo (s).

A seguir apresentam-se os passos para *routing* do reservatório:

- 1) Determinação da relação de altura x volume armazenado x vazão de saída do reservatório (balanço de massas);
- 2) Confecção do hidrograma Unitário de entrada para o Reservatório;
- 3) *Routing* do Reservatório (determinação da hidrógrafa de saída – vazão amortizada).

6.4.2.1. *Routing* – Lagoa 1A

As dimensões consideradas nos cálculos para o dimensionamento foram obtidas através do Levantamento Planialtimétrico Cadastral. Levantou-se o volume do reservatório modelagem com o auxílio do software AutoCAD civil 3D.

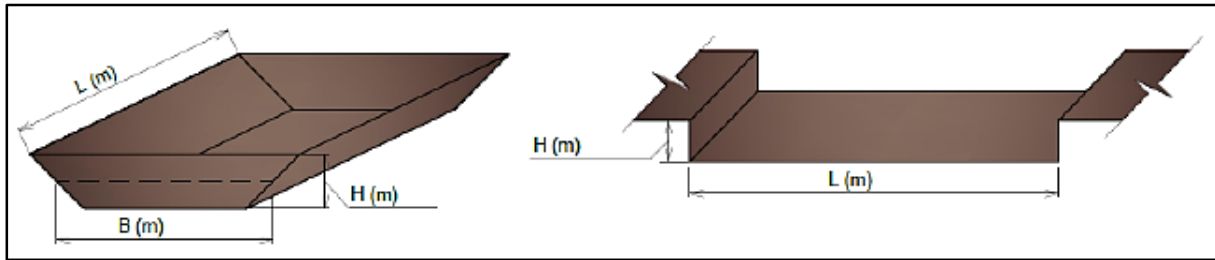


Ilustração 22: Croqui representativo de um reservatório e do vertedouro

Na ilustração a seguir apresenta-se um croqui de seção tipo de controle do *routing*, com vertedor de segurança com gradeamento para a retenção dos resíduos flutuantes e do lixo acumulado, a colocação de gabião filtro, tipo colchão, em frente à tomada d'água dos orifícios de descarga, funcionando como um filtro para os resíduos maiores e o orifício de saída para o controle quantitativo da vazão efluente.

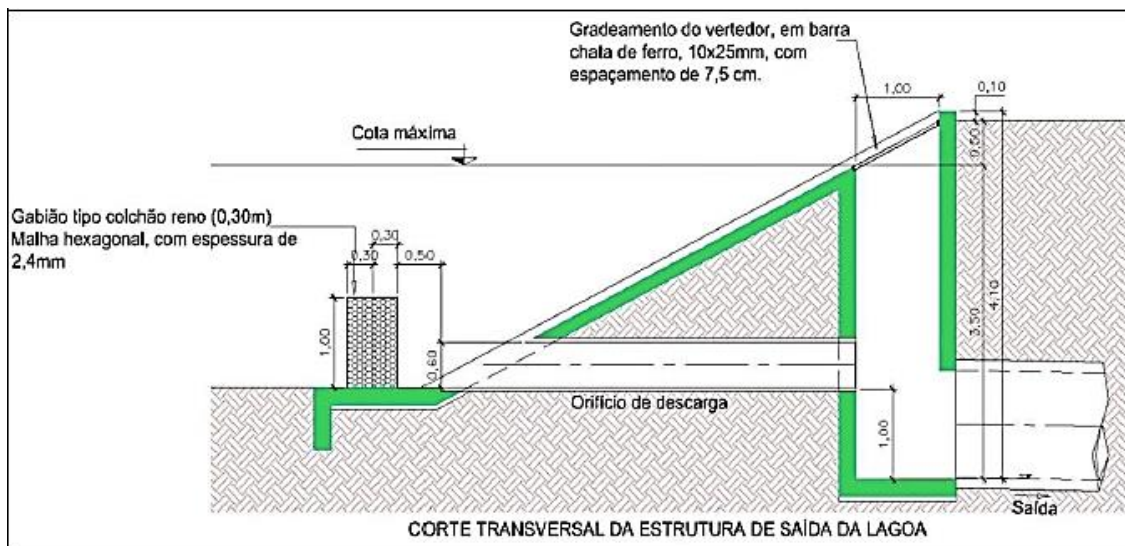


Ilustração 23: Detalhe de seção genérica de controle do *routing* reservatório de detenção/qualidade.

Primeiramente, calculam-se os parâmetros de entrada para determinar o hidrograma unitário triangular.

Para encontrar o incremento temporal para as hidrógrafas de entrada e saída, utiliza-se a Equação 8:

$$\Delta t = \frac{t_c}{5}$$

Na qual:

Δt - Incremento temporal (s);

t_c - tempo de concentração (s).

Para encontrar o tempo de pico do hidrograma utiliza-se a equação a seguir, conforme segue:

$$t_p = \frac{\Delta t}{2} + 0,6 \times t_c$$

Sendo:

t_p - tempo de pico (s);

Δt - duração do período de tempo (s);

t_c - tempo de concentração da reservatório (s).

O tempo de base (t_b) do hidrograma é encontrado através da equação já apresentada:

$$t_b = 2,67 \times t_p$$

Sendo:

t_b → tempo de base do hidrograma triangular unitário (s);

t_p → tempo de pico do hidrograma triangular unitário (s);

A seguir, apresentam-se os resultados obtidos conforme equações acima. O Quadro a seguir expõe os valores dos parâmetros de entrada para a simulação dos gradientes hidráulicos do reservatório. O diâmetro da descarga de fundo é de Ø 1,00m e a altura da lâmina d'água útil (h) é de 2,00 m.

Quadro 12: Valores dos parâmetros de entrada para o *routing* do reservatório.

Parâmetros	Descrição	Equações	Valor	Observações
V (m ³)	Volume de Projeto - Lagoa 1A	V = comprimento*largura*h	5.752,50	Calculado
L (m)	Largura do reservatório	-	32,50	Calculado
C (m)	Comprimento do reservatório	-	88,50	Calculado
h (m)	Altura útil da lâmina d'água	-	2,00	Calculado
Ø (m)	Diâmetro da descarga de fundo	-	1,00	Calculado
H (m)	Altura máxima do reservatório	-	2,50	Calculado
I _p (m ³ /s)	Vazão de entrada	vazão da rede de drenagem	9,28	Calculado
t _c (s)	Tempo de concentração	t _c da rede de drenagem	1.600,80	Calculado
K ₀ (adm)	Coefficiente de descarga do orifício	-	0,62	Tabelado
A ₀ (m ²)	Área do orifício	A0 = PI*D^2/4	0,79	Calculado
g (m/s ²)	Aceleração da gravidade	-	9,81	Tabelado
L (m)	Comprimento da crista do vertedor	-	20,00	Calculado

Parâmetros do Hidrograma Unitário Triangular				
Δt (s)	Duração do período de tempo	Δt = t _c /5	320,16	Calculado
t _p (s)	Tempo de pico do HUT	t _p = t _c *0,6+(Δt/2)	1.120,56	Calculado
I _p (m ³ /s)	Vazão de entrada	vazão da rede de drenagem	9,28	Calculado
t _b (s)	Tempo de base do HUT	t _b = 2,67*t _p	2.991,90	Calculado

Relações: altura - volume armazenado – vazão de saída do reservatório.

Inicialmente, para realizar o *routing* do reservatório confecciona-se o gráfico de armazenamento x vazão, efetuado com base nas colunas 5 e 4 do quadro a seguir apresentada a seguir. Tem-se o armazenamento máximo até a altura útil.

No Quadro a seguir, calcula-se a coluna 2 pela equação do orifício, conforme pela equação seguinte:

$$Q_p = K_0 \times A_0 \times \sqrt{2 \times g \times h}$$

Sendo:

Q_p → vazão do orifício de descarga (m³/s);

K₀ → coeficiente de descarga, tabelado - geralmente é usado 0,62 (adimensional);

A₀ → área molhada do orifício (m²);

g → aceleração da gravidade, tabelado g = 9,81 (m/s²);

h → lâmina d'água sobre o orifício (m) - varia conforme coluna 1 do quadro a seguir.

Calcula-se a coluna 3 do quadro a seguir pela equação do vertedor:

$$Q = C \times L \times h^{3/2}$$

Sendo:

Q → vazão do vertedouro de segurança (m³/s);

C → coeficiente de descarga, tabelado - geralmente é usado 1,71 (adimensional);

L → comprimento da crista do vertedor (m);

h → lâmina d'água sobre o vertedor (m).

A seguir apresenta-se o Quadro com as Relações altura – volume armazenado – vazão, e a ilustração a seguir, armazenamento por vazão efluente:

1	2	3	4	5	6
Carga - Altura total reservatório - h(m)	Vazão saída orifício - $q=k_0 \cdot A_0 \cdot ((2 \cdot g \cdot h)^{1/2})$ (m ³ /s)	Vazão saída vertedor - $Q=C \cdot L \cdot H^{3/2}$ (m ³ /s)	Soma das vazões saída - Orifício+Vertedor (m ³ /s)	Vol armazenado - S (m ³)	$(2S/\Delta t)+Q$ armazenamento (m ³ /s)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,20	0,00	0,00	0,00	575,25	3,59
0,40	0,00	0,00	0,00	1150,50	7,19
0,60	0,68	0,00	0,68	1725,75	11,46
0,80	1,18	0,00	1,18	2301,00	15,56
1,00	1,53	0,00	1,53	2876,25	19,49
1,20	1,80	0,00	1,80	3451,50	23,37
1,21	1,82	0,00	1,82	3480,26	23,56
1,22	1,83	0,00	1,83	3509,03	23,75
1,23	1,84	0,00	1,84	3537,79	23,94
1,24	1,86	0,00	1,86	3566,55	24,14
1,25	1,87	0,00	1,87	3595,31	24,33
1,30	1,93	0,00	1,93	3739,13	25,29
1,40	2,05	0,00	2,05	4026,75	27,20
1,45	2,10	0,00	2,10	4170,56	28,16

1,50	2,16	0,00	2,16	4314,37	29,11
1,60	2,26	0,00	2,26	4602,00	31,01
1,70	2,36	0,00	2,36	4889,62	32,91
1,71	2,37	0,00	2,37	4918,39	33,10
1,72	2,38	0,00	2,38	4947,15	33,29
1,73	2,39	0,00	2,39	4975,91	33,48
1,74	2,40	0,00	2,40	5004,67	33,67
1,75	2,41	0,00	2,41	5033,44	33,85
1,80	2,46	0,00	2,46	5177,25	34,80
1,90	2,55	0,00	2,55	5464,87	36,69
2,00	2,64	0,00	2,64	5752,50	38,58
2,10	2,73	1,08	3,81	6040,12	41,54
2,20	2,81	3,06	5,87	6327,75	45,40
2,30	2,89	5,62	8,51	6615,37	49,84
2,40	2,97	8,65	11,63	6903,00	54,75
2,50	3,05	12,09	15,14	7190,62	60,06
2,60	3,13	15,89	19,02	7478,25	65,74
2,70	3,20	20,03	23,23	7765,87	71,74
3,00	3,41	34,20	37,61	8628,75	91,51

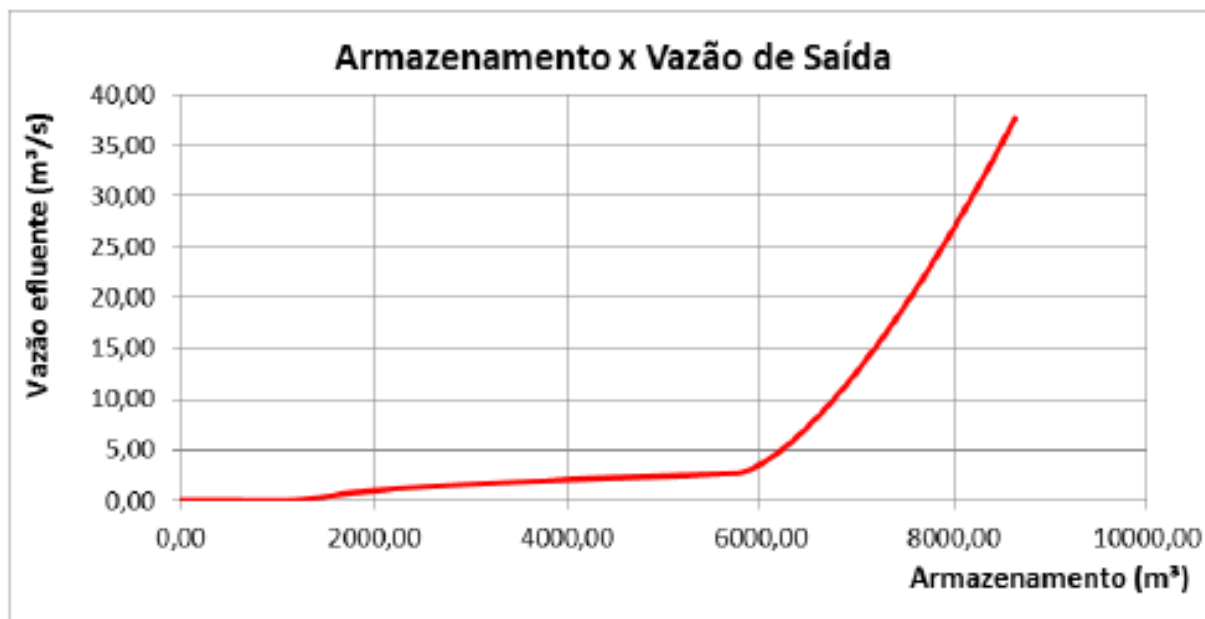


Ilustração 24: Gráfico armazenamento x vazão de saída para o reservatório.

6.4.2.2. Hidrograma unitário para o Reservatório

De posse dos dados calculados no Quadro apresentado, apresenta-se a seguir o hidrograma unitário triangular, ilustração a seguir:

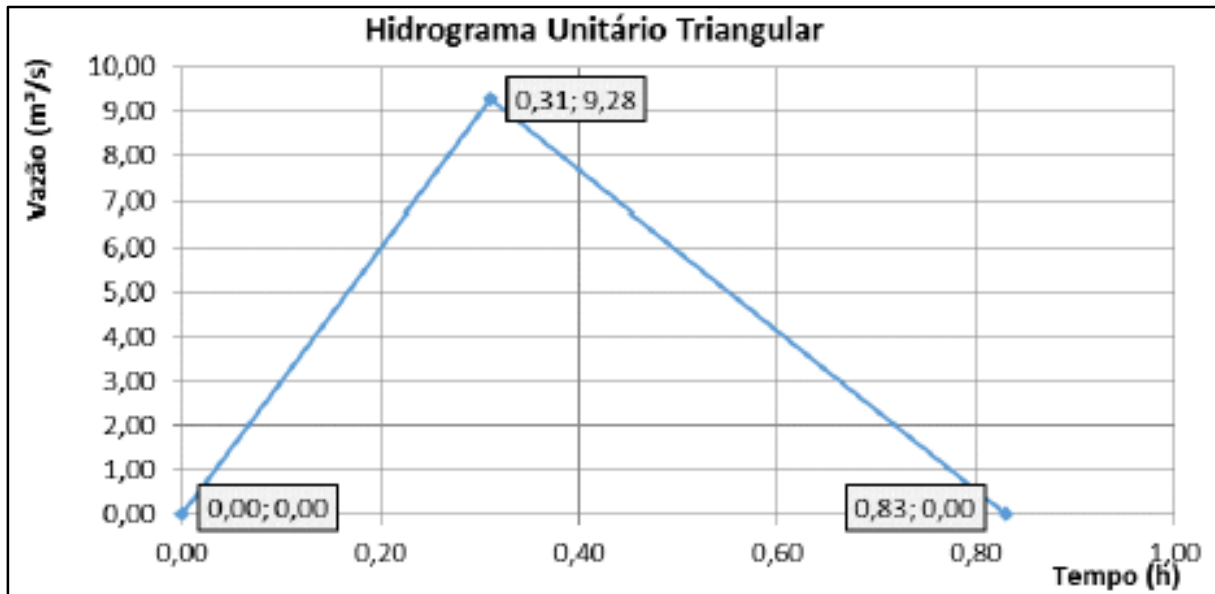


Ilustração 25: Hidrograma unitário triangular para o reservatório

6.4.2.3. Routing do Reservatório (determinação da hidrógrafa de saída – vazão amortizada)

A seguir, monta-se o quadro que representa o *routing* do reservatório. Nas colunas 4 e 5 do quadro estão as vazões de entrada nos tempos 1 e 2. Na coluna 9 são apresentadas as vazões de saída do reservatório ao longo do tempo.

Quadro 13: *Routing* do reservatório com a vazão máxima de saída.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tempo	t1 (h)	t2 (h)	I1 (m³/s)	I2 (m³/s)	I1+I2 (m³/s)	$(2S_1/\Delta t - Q_1)$ (m³/s)	$(2S_2/\Delta t + Q_2)$ (m³/s)	Q2 (m³/s)	$(2S_2/\Delta t - Q_2)$ (m³/s)
1	0,000	0,089	0,00	2,65	2,65	0	2,65	0,00	2,65
2	0,089	0,178	2,65	5,30	7,96	2,65	10,61	0,55	9,52
3	0,178	0,267	5,30	7,96	13,26	9,52	22,78	1,76	19,25
4	0,267	0,311	7,96	9,28	17,24	19,25	36,49	2,54	31,41
5	0,311	0,356	9,28	8,49	17,77	31,41	49,18	3,37	42,44
6	0,356	0,445	8,49	6,90	15,39	42,44	57,83	3,96	49,91
7	0,445	0,534	6,90	5,31	12,21	49,91	62,13	4,25	53,62
8	0,534	0,623	5,31	3,72	9,04	53,62	62,65	4,29	54,07
9	0,623	0,711	3,72	2,14	5,86	54,07	59,93	4,10	51,72
10	0,711	0,800	2,14	0,55	2,68	51,72	54,41	3,73	46,96
11	0,800	0,889	0,55	0,00	0,55	46,96	47,51	3,25	41,00
12	0,889	0,978	0,00	0,00	0,00	41,00	41,00	2,81	35,38
13	0,978	1,067	0,00	0,00	0,00	35,38	35,38	2,49	30,41
14	1,067	1,156	0,00	0,00	0,00	30,41	30,41	2,23	25,95
15	1,156	1,245	0,00	0,00	0,00	25,95	25,95	1,97	22,01

Com os elementos das colunas 4 e 9 do quadro apresentado, confecciona-se o gráfico a seguir, que mostra o comportamento do reservatório a partir das hidrógrafas afluente (pico de cheia) e efluente (amortizada).

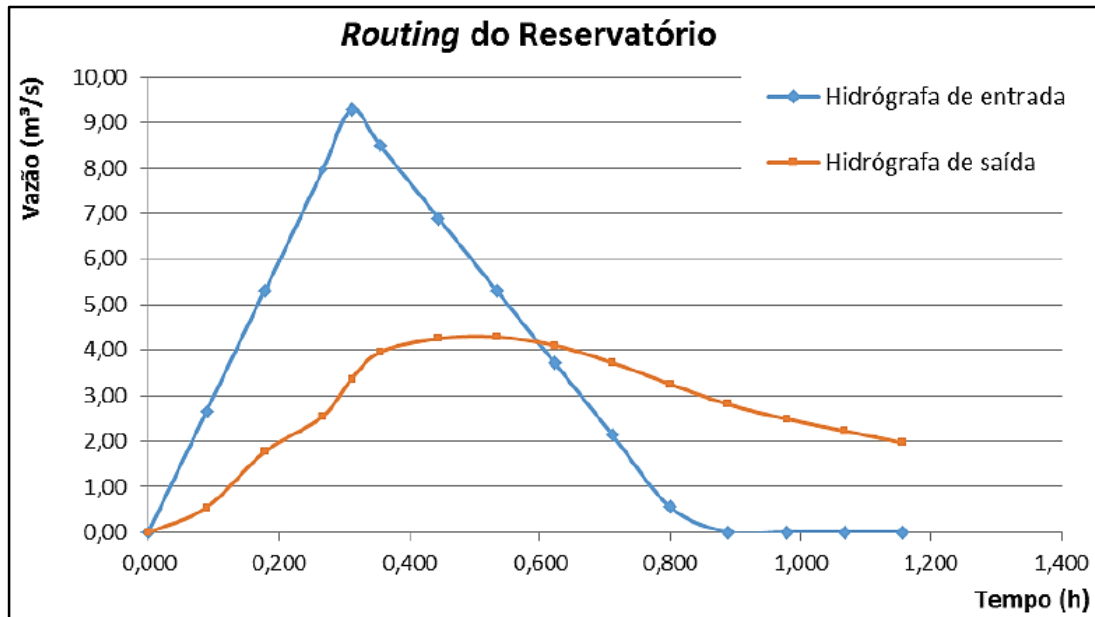


Ilustração 26: Hidrógrafas de entrada e saída do reservatório.

Assim, pode se observar que a vazão máxima de saída do reservatório é 4,29 m³/s. Essa será a vazão de entrada para a Lagoa 2A.

6.4.2.4. Routing – Lagoa 2A

Para este reservatório realiza-se o mesmo procedimento descrito anteriormente.

As dimensões consideradas nos cálculos para o dimensionamento foram obtidas através do Levantamento Planialtimétrico Cadastral. Levantou-se o volume do reservatório com o auxílio do software AutoCAD civil 3D.

Calcula-se o tempo de concentração (t_c) conforme a seguir. Procede-se com esse mesmo cálculo para o próximo reservatório:

De posse das equações do Hidrograma Unitário Triangular (HUT):

$$t_p = \frac{\Delta t}{2} + 0,6 \times t_c$$

$$\Delta t = \frac{t_c}{5}$$

Substitui-se (B) em (A), obtêm-se assim a Equação 13:

$$t_c = t_p / 0,7$$

Onde:

t_c → tempo de concentração(s);

t_p → tempo de pico (s) – é o tempo que ocorre a vazão máxima de saída do reservatório anterior.

A seguir, apresentam-se os resultados obtidos conforme equações acima. O quadro a seguir expõe os valores dos parâmetros de entrada para a simulação dos gradientes hidráulicos do reservatório. O diâmetro da descarga de fundo é de \varnothing 0,60m e a altura útil do reservatório (h) é de 2,00 m.

Parâmetros	Descrição	Equações	Valor	Observações
V (m ³)	Volume de Projeto - Lagoa 2A	$V = \text{comprimento} * \text{largura} * h$	5.752,50	Calculado
L (m)	Largura do reservatório	-	32,50	Calculado
C (m)	Comprimento do reservatório	-	88,50	Calculado
h (m)	Altura útil da lâmina d'água	-	2,00	Calculado
\varnothing (m)	Diâmetro da descarga de fundo	-	0,60	Calculado
H (m)	Altura máxima do reservatório	-	2,50	Calculado
I_p (m ³ /s)	Vazão de entrada	vazão da rede de drenagem	4,29	Calculado
t_c (s)	Tempo de concentração	$t_c = t_p / 0,7$ (saída do reservatório anterior)	2.744,23	Calculado
K_0 (adm)	Coefficiente de descarga do orifício	-	0,62	Tabelado
A_0 (m ²)	Área do orifício	$A_0 = \pi * D^2 / 4$	0,28	Calculado
g (m/s ²)	Aceleração da gravidade	-	9,81	Tabelado
L (m)	Comprimento da crista do vertedor	-	15,00	Calculado
Parâmetros do Hidrograma Unitário Triangular				
Δt (s)	Duração do período de tempo	$\Delta t = t_c / 5$	548,85	Calculado
t_p (s)	Tempo de pico do HUT	$t_p = t_c * 0,6 + (\Delta t / 2)$	1.920,96	Calculado
I_p (m ³ /s)	Vazão de entrada	vazão da rede de drenagem	4,29	Calculado
t_b (s)	Tempo de base do HUT	$t_b = 2,67 * t_p$	5.128,96	Calculado

Relações: altura - volume armazenado – vazão de saída do reservatório

Inicialmente, para realizar o *routing* do reservatório confecciona-se o gráfico de armazenamento x vazão, efetuado com base no Quadro a ser apresentado a seguir. Na tabela a seguir, calcula-se a coluna 2 pela equação do orifício, conforme já apresentado:

$$Q_p = K_0 \times A_0 \times \sqrt{2 \times g \times h}$$

Em que:

Q_p → vazão do orifício de descarga (m^3/s);

K_0 → coeficiente de descarga, tabelado - geralmente é usado 0,62 (adimensional);

A_0 → área molhada do orifício (m^2);

g → aceleração da gravidade, tabelado $g = 9,81$ (m/s^2);

h → lâmina d'água sobre o orifício (m) - varia conforme coluna 1 do quadro a seguir.

Calcula-se a coluna 3 do quadro a seguir pela equação do vertedor, já apresentada:

$$Q = C \times L \times h^{3/2}$$

Sendo:

Q → vazão do vertedouro de segurança (m^3/s);

C → coeficiente de descarga, tabelado - geralmente é usado 1,71 (adimensional);

L → comprimento da crista do vertedor (m);

h → lâmina d'água sobre o vertedor (m).

A seguir apresenta-se o quadro com as relações altura – volume armazenado – vazão e a ilustração a seguir, armazenamento por vazão efluente:

1	2	3	4	5	6
Carga - Altura total reservatório - h(m)	Vazão saída orifício - $q=k_0 \cdot A_0 \cdot ((2 \cdot g \cdot h)^{1/2})$ (m³/s)	Vazão saída vertedor - $Q=C \cdot L \cdot H^{3/2}$ (m³/s)	Soma das vazões saída - Orifício+Vertedor (m³/s)	Vol armazenado - S (m³)	$(2S/\Delta t)+Q$ armazenamento (m³/s)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,20	0,00	0,00	0,00	575,25	2,10
0,40	0,25	0,00	0,25	1150,50	4,44
0,60	0,43	0,00	0,43	1725,75	6,71
0,80	0,55	0,00	0,55	2301,00	8,93
1,00	0,65	0,00	0,65	2876,25	11,13
1,20	0,74	0,00	0,74	3451,50	13,31
1,21	0,74	0,00	0,74	3480,26	13,42
1,22	0,74	0,00	0,74	3509,03	13,53
1,23	0,75	0,00	0,75	3537,79	13,64
1,24	0,75	0,00	0,75	3566,55	13,75
1,25	0,76	0,00	0,76	3595,31	13,86
1,30	0,78	0,00	0,78	3739,13	14,40
1,40	0,81	0,00	0,81	4026,75	15,49
1,45	0,83	0,00	0,83	4170,56	16,03
1,50	0,85	0,00	0,85	4314,37	16,57
1,60	0,89	0,00	0,89	4602,00	17,66
1,70	0,92	0,00	0,92	4889,62	18,74
1,71	0,92	0,00	0,92	4918,39	18,84
1,75	0,94	0,00	0,94	5033,44	19,28
1,80	0,95	0,00	0,95	5177,25	19,82
1,90	0,98	0,00	0,98	5464,87	20,90
2,00	1,01	0,00	1,01	5752,50	21,97
2,10	1,04	0,81	1,85	6040,12	23,86
2,20	1,07	2,29	3,36	6327,75	26,42
2,30	1,10	4,21	5,31	6615,37	29,42
2,40	1,13	6,49	7,61	6903,00	32,77
2,50	1,15	9,07	10,22	7190,62	36,42
2,60	1,18	11,92	13,10	7478,25	40,35
2,70	1,20	15,02	16,23	7765,87	44,52
2,80	1,23	18,35	19,58	8053,50	48,93
2,90	1,25	21,90	23,15	8341,12	53,55
3,00	1,28	25,65	26,93	8628,75	58,37

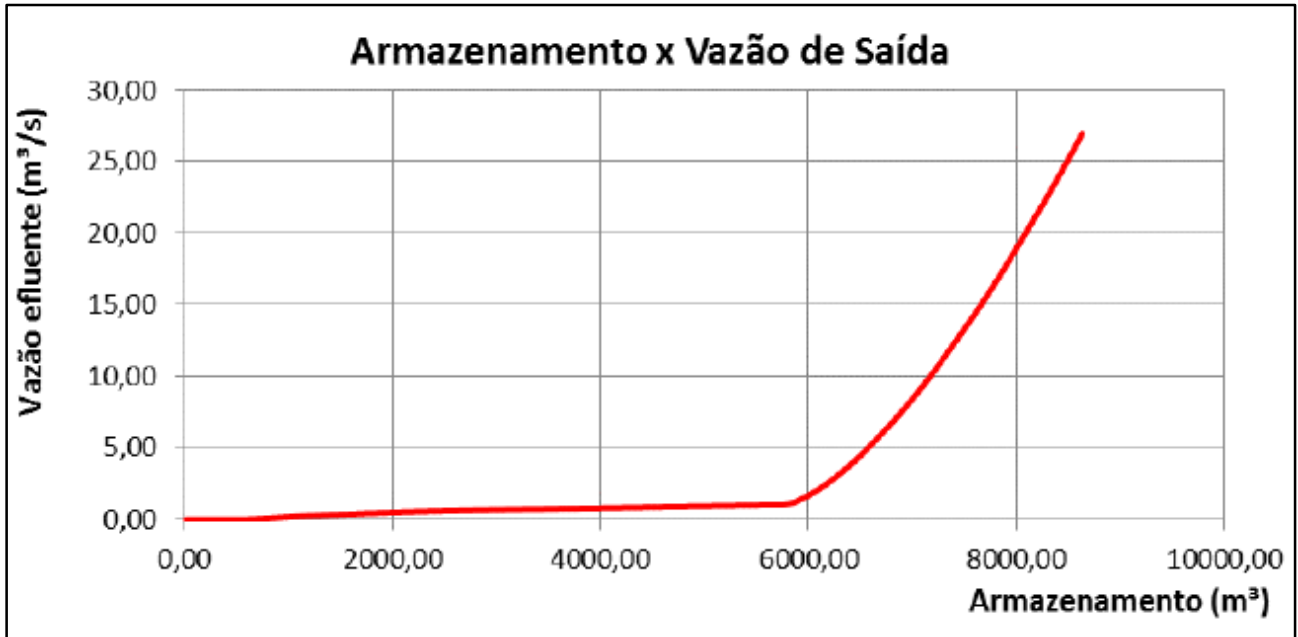


Ilustração 27: Gráfico armazenamento x vazão de saída para o reservatório

6.4.2.5. Hidrograma Unitário para o Reservatório

De posse dos dados calculados no quadro apresentado, apresenta-se, a seguir, o hidrograma unitário triangular, ilustração a seguir:

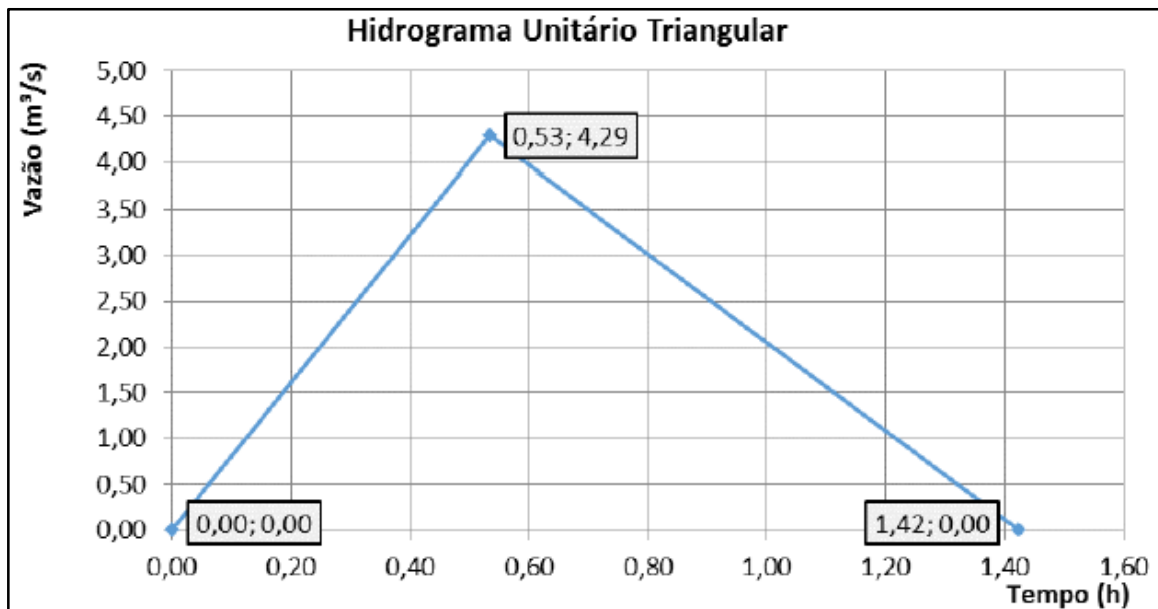


Ilustração 28: Hidrograma unitário triangular para o reservatório.

6.4.2.6. Routing do Reservatório

A seguir, monta-se o quadro que representa o *routing* do reservatório. Nas colunas 4 e 5 do quadro estão as vazões de entrada nos tempos 1 e 2. Na coluna 9 são apresentadas as vazões de saída do reservatório ao longo do tempo.

Quadro 14: Comportamento hidráulico, *routing*, com a vazão máxima de saída do reservatório.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tempo	t1 (h)	t2 (h)	I1 (m ³ /s)	I2 (m ³ /s)	I1+I2 (m ³ /s)	(2S ₁ /Δt-Q ₁) (m ³ /s)	(2S ₂ /Δt+Q ₂) (m ³ /s)	Q2 (m ³ /s)	(2S ₂ /Δt-Q ₂) (m ³ /s)
1	0,000	0,152	0,00	1,23	1,23	0	1,23	0,00	1,23
2	0,152	0,305	1,23	2,45	3,68	1,23	4,90	0,28	4,34
3	0,305	0,457	2,45	3,68	6,13	4,34	10,47	0,62	9,23
4	0,457	0,534	3,68	4,29	7,97	9,23	17,19	0,87	15,45
5	0,534	0,610	4,29	3,92	8,21	15,45	23,67	1,09	21,49
6	0,610	0,762	3,92	3,19	7,11	21,49	28,60	1,32	25,96
7	0,762	0,915	3,19	2,46	5,64	25,96	31,61	1,46	28,70
8	0,915	1,067	2,46	1,72	4,18	28,70	32,87	1,51	29,84
9	1,067	1,220	1,72	0,99	2,71	29,84	32,55	1,50	29,55
10	1,220	1,372	0,99	0,25	1,24	29,55	30,79	1,42	27,96
11	1,372	1,525	0,25	0,00	0,25	27,96	28,21	1,30	25,61
12	1,525	1,677	0,00	0,00	0,00	25,61	25,61	1,18	23,25
13	1,677	1,829	0,00	0,00	0,00	23,25	23,25	1,07	21,11
14	1,829	1,982	0,00	0,00	0,00	21,11	21,11	0,99	19,13
15	1,982	2,134	0,00	0,00	0,00	19,13	19,13	0,93	17,27

Com os elementos das colunas 4 e 9 do quadro apresentado confecciona-se o gráfico a seguir, que mostra o comportamento do reservatório a partir das hidrógrafas afluente (pico de cheia) e efluente (amortizada).

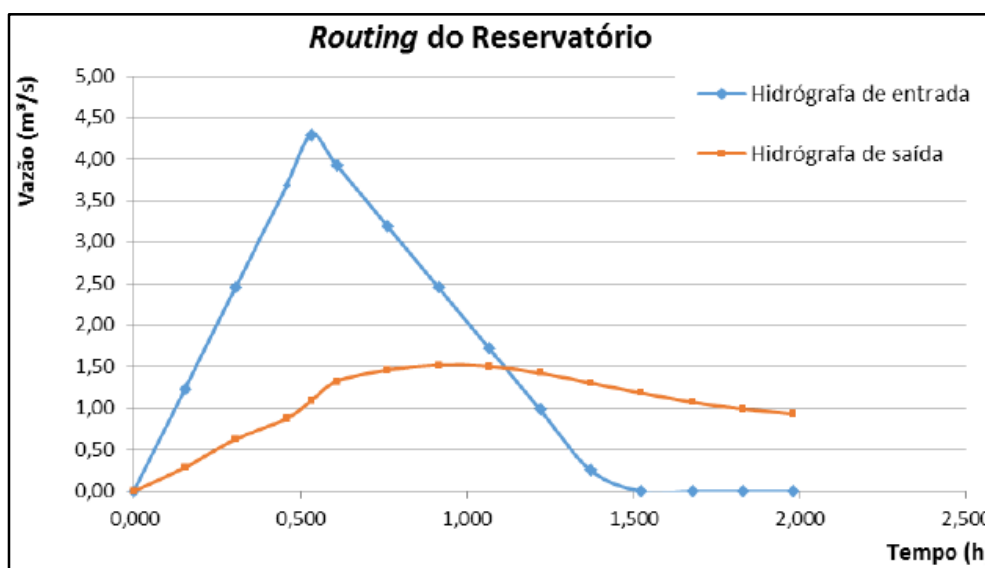


Ilustração 29: Hidrógrafas de entrada e saída do reservatório.

Assim, pode se observar que a vazão máxima de saída do reservatório é 1,51m³/s. Essa é a vazão amortizada de lançamento, que segue por uma rede de diâmetro de 1000mm até ser lançada em dissipador e depois no Córrego Açude.

6.4.3. Fluxograma Resumo do *Routing* do Sistema de Reservatórios

A seguir, tem-se um fluxograma esquemático das simulações dos gradientes hidráulicos para os volumes de reservação dos reservatórios Lagoa 1A e 2A, com as respectivas vazões afluentes e efluentes:

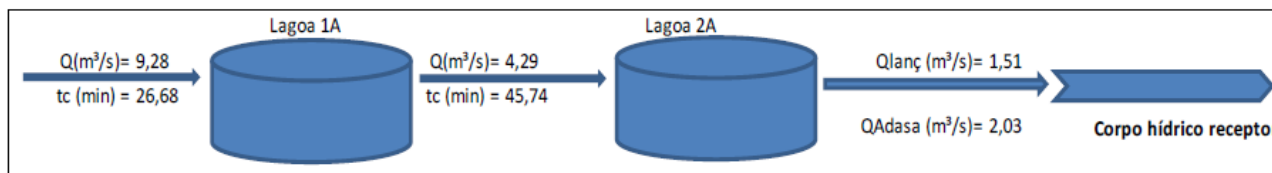


Ilustração 30: Fluxograma das simulações dos reservatórios.

O Quadro a seguir apresenta um comparativo entre os volumes de reservação requeridos pela ADASA e projetado, bem como a vazão de lançamento após o *routing* e a vazão de lançamento requerida conforme a Resolução da ADASA:

Parâmetros	Equações	Descrição	Valor	Observações
Ac1 (ha)	-	Área de contribuição 1 (pista, canteiro, ciclovia, acostamento)	48,83	Levantado
Ai1 (%)	-	Fração impermeável da área de contribuição 1	70,00	Levantado
Ac2 (ha)	-	Área de contribuição 2 (áreas externas, áreas verdes)	34,27	Levantado
Ai2 (%)	-	Fração impermeável da área de contribuição 2	30,00	Levantado
A total (ha)		Área de contribuição 1 + Área de contribuição 2	83,10	Levantado
Aponderado (%)	-	Área impermeável ponderada	53,50	Calculado
V _{qual-Adasa} (m³)	$V_{qual} = (33,8 + 1,80 \cdot Ai) \cdot Ac$	Volume do reservatório de qualidade (ADASA)	10.812,20	Calculado
V _{quant Adasa} (m³)	$V_{quant} = 4,705 \cdot Ai \cdot Ac$	Volume do reservatório de quantidade (ADASA)	20.919,79	Calculado
V _{projeto} (m³)	$V = \text{comprimento} \cdot \text{largura} \cdot h$	Volume de projeto dos reservatórios Lagoa 1A + 2A	11505,00	Calculado
Q (m³/s)	-	Vazão de Lançamento antes do <i>routing</i>	9,28	Calculado
QAdasa (m³/s)	$Q_{ad} = (24,4 \cdot Ac) / 1000$	Vazão de Lançamento (ADASA)	2,03	Calculado
Q _{routing} (m³/s)	-	Vazão de Lançamento amortizada - (após o <i>routing</i>)	1,51	Calculado

A metodologia da ADASA para o dimensionamento dos volumes de reservação para os reservatórios de detenção/qualidade, normalmente se mostra superdimensionada. No entanto, essas metodologias servem de ponto de partida para a simulação da modelagem hidrodinâmica (*routing*). O volume ótimo para os reservatórios é encontrado por tentativas, faz-se uma calibração do sistema hidráulico (reservatório e dispositivos de controle de vazão e de saída), através da modelagem pelo *routing*, partindo-se de um volume pré-estimado (por exemplo, o volume encontrado pela equação da ADASA), estudando os dispositivos de saída, orifícios e vertedores, através de um processo iterativo.

Dessa forma, conclui-se que, conforme os cálculos da modelagem pelo *routing* apresentados, o volume do sistema de reservação com dois reservatórios em série com 11.505,000m³ é suficiente para atender a amortização do deflúvio para lançamento, consoante a

Resolução nº. 09 de 08 de abril de 2011 da ADASA. De acordo com o quadro apresentado, a vazão de lançamento antes do routing é de 9,28m³/s e a vazão amortizada após o routing é 1,51m³/s, sendo a vazão de lançamento permitida pela ADASA de 2,03m³/s.

6.4.4. Rede de saída dos Reservatórios de retenção/qualidade

A rede de saída dos reservatórios irá lançar no Córrego Açude, através de uma tubulação de 1000mm.

Quadro 15: Rede de saída dos reservatórios de retenção/qualidade.

LOCALIZAÇÃO DO TRECHO		VAZÃO DE PROJETO (m ³ /s)	REDE DE DRENAGEM			Y/D	LÂMINA D'ÁGUA (m)	VELOC. (m/s)
INICIAL	FINAL		COMPRI-MENTO (m)	DECLIVIDADE (m/m)	DIÂMETRO (m)			
SAÍDA DO RESERVATÓRIO ATÉ CÓRREGO AÇUDE								
RESERVATÓRIO	CÓRREGO AÇUDE	1,51	45,00	0,0100	1,00	0,60	0,60	2,83

6.5. Drenagem Profunda - Drenos

A Drenagem Profunda foi projetada visando proteger a infraestrutura da sub-base, base e pavimento, contra os efeitos nocivos das águas subterrâneas. A necessidade de sua implantação foi definida em função da situação do lençol freático e da existência de estratos impermeáveis, obtidos através de sondagens realizadas nos cortes.

Através da vistoria técnica e sondagens a trado e percussão realizadas em todo o segmento do trecho, com espaçamentos variados indicaram a necessidade de rebaixamento do lençol freático em alguns trechos da rodovia, conforme indicação na planta de drenagem.

Os drenos profundos longitudinais em solo foram projetados para promover o rebaixamento do lençol freático, onde este é interceptado pelo corpo estradal e encaminhar as águas provenientes dos mesmos para fora dos cortes projetados, através de ligações às caixas coletoras dos bueiros.

Os colchões drenantes foram projetados para escoar as águas de infiltração no pavimento que viessem a percolar a camada de sub-base / base, prejudicando o pavimento.

7. PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Este capítulo visa apresentar a avaliação dos principais impactos ambientais a serem desencadeados junto aos meios físico, biótico e socioeconômico durante as etapas planejamento, instalação e operação do sistema de drenagem pluvial do melhoramento viário, de modo a possibilitar o conhecimento das principais atividades modificadoras da paisagem, as ações impactantes a serem desencadeadas, a sua amplitude e as transformações das características ambientais originalmente existentes.

A avaliação de impacto ambiental é um instrumento que contribui de maneira significativa para o processo de gestão ambiental do empreendimento, objetivando orientar a concepção dos projetos e/ou programas de desenvolvimento, identificando e avaliando as consequências ambientais da implementação destes.

7.1. Impactos na Fase de Planejamento do Sistema de Drenagem

A rodovia DF-003 (EPIA) já existe no local há mais de 40 anos, o que proporcionou ao longo dos anos a alteração da paisagem natural.

Além disso, a região de implantação do melhoramento viário é cortada por outras estradas não pavimentadas de acesso a chácaras, parcelamentos de terra irregulares, comércios, residências unifamiliares, entre outras atividades. Seu ambiente natural foi alterado de forma significativa e encontra-se fortemente perturbado pela ação antrópica.

As situações dos fatores ambientais anteriormente a implantação do melhoramento viário apontadas pelo EIA/RIMA são:

Qualidade da Água – O EIA/RIMA aferiu que os cursos d’água sofrem, de forma contínua, assoreamento em decorrência dos processos erosivos visíveis em toda a região, além de acumular ao longo de suas margens e leitos, resíduos de lixo doméstico e industrial. As nascentes não foram preservadas, sua vegetação natural foi suprimida e seu ambiente natural modificado, implicando em ocupações não permitidas.

Qualidade do Solo – O EIA/RIMA destacou que o relevo foi alterado e está situado sobre aterro de grande magnitude, o que proporcionou a movimentação de grande volume de solo.

Fauna e Flora – A vegetação nativa foi suprimida na maior parte da área, tendo sido substituída por gramíneas exóticas (*Hyparrhenia rufa*, *Andropogon gayanus*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha*), restando poucos estratos em bom estado de conservação. Foi introduzida grande quantidade de espécies exóticas nos pomares domésticos, para sombreamento de áreas residenciais e para formação de cercas vivas. As Áreas de Preservação Permanente –

APP's foram alteradas pela supressão da vegetação das matas ciliares e invasão por gramíneas exóticas (*Panicum maximum*, *Pennisetum purpureum*, *Brachiaria sp*).

Já na Área Diretamente Afetada – ADA do empreendimento há ausência de fauna nativa do cerrado, sendo observadas apenas algumas espécies de aves ou aqueles animais adaptados à convivência humana.

7.2. Ações Impactantes na Fase de Instalação do Sistema de Drenagem

Fase mais crítica do ponto de vista ambiental, a instalação do projeto apresenta os impactos mais severos, o que dificulta a determinação de sua persistência (permanente ou temporário). Nesta fase, as ações envolvem a implantação do canteiro de obras, movimentos de terra, implantação da infraestrutura e obras civis. Tais ações provocam grande geração de resíduos e descaracterização dos meios físico, biótico e antrópico.

Apesar da severidade dos impactos, nem todas as ações tem uma natureza negativa. Do ponto de vista econômico e da geração de emprego, os resultados da instalação de um empreendimento podem ser positivos pela oferta de empregos, serviços de infraestrutura, a valorização de imóveis.

É importante destacar que a implantação do melhoramento viário já está praticamente 70% executada, inclusive com a instalação e a operação de grande parte do sistema de drenagem pluvial previsto em projeto.

Dessa forma, já vem acontecendo a ocorrência dos impactos aqui relacionados.

Supressão da vegetação - Ação que apresenta impactos de longo prazo, a supressão da vegetação está relacionada à limpeza do terreno para a implantação do melhoramento viário. Esta fase da implantação apresenta alguns efeitos imediatos (retirada de árvores), mas em sua grande maioria os efeitos serão sentidos depois de anos com a modificação do microclima, alteração do ciclo hídrico da região e surgimento de erosões, além de efeitos cumulativos, como no caso do assoreamento, pois a ausência da proteção do solo pela vegetação favorece o carreamento de solo até os cursos d'água.

A redução do número de indivíduos arbóreos impactará diretamente a fauna em que nela se aloja e encontra alimentos, afetando diretamente na perda da biodiversidade local, o que demonstra o caráter permanente e local dos impactos. Isto por que o impacto da perda de biodiversidade irá perdurar por anos e em alguns casos poderá ser até irreversível.

Além desses fatores bióticos, a supressão da vegetação altera a estruturação do solo, o equilíbrio biológico da microfauna e a distribuição e ciclo dos nutrientes. Para os recursos hídricos, a supressão da vegetação altera o equilíbrio do ciclo hídrico na região, pela modificação da

interceptação, evapotranspiração, escoamento superficial e infiltração. Assim, causando efeitos de natureza negativa para a propriedade.



Foto 8: Supressão vegetal ocorrida no trecho em obras.

Movimentação do Solo - Ação que apresenta impactos imediatos, a movimentação de solo está relacionada à limpeza e preparação do terreno para a implantação do sistema de drenagem pluvial. Esta fase da implantação apresenta alguns efeitos de longo prazo (escavação, aterramento e compactação do solo), uma vez que estes efeitos serão sentidos depois de anos com a modificação da capacidade de infiltração de água no solo ou alteração do ciclo hídrico da região e surgimento de erosões, além de efeitos cumulativos como em cursos d'água, uma vez que a ausência da proteção e fragmentação do solo (devido à movimentação de máquinas) favorece o carreamento deste, e, conseqüentemente, o assoreamento dos cursos d'água a jusante.

O potencial impactante dessa ação, além dos aspectos imediatos relacionados ao solo e aos recursos hídricos, é o aumento da susceptibilidade à erosão, aumento de turbidez das águas das drenagens próximas e geração de ruído, poeira e vibrações pelo uso de máquinas. Tais impactos justificam a natureza negativa desta ação, já que a recuperação é possível somente com a regeneração completa da área e seus impactos podem perdurar por anos, pois a dinâmica ambiental da área será afetada.



Foto 9: Movimentação de solo para a construção das bacias de drenagem pluvial.

Implantação da Infraestrutura e Obras - Ação que apresenta impactos de curto prazo. A atividade de construção está relacionada à instalação dos dispositivos de contenção e de disciplinamento do fluxo d'água previstos no sistema de drenagem, ou seja, manilhamento de rede, sarjetas, calhas, descidas d'água e etc. Estas atividades apresentam efeitos diretos e imediatos, sendo que após a sua conclusão apenas será observado impacto mediante o funcionamento do sistema.

De forma geral os impactos mais significativos ocorrem pelo uso de matéria-prima ou de materiais de construção, produção de ruído, poeira e interferências na drenagem natural. Ressaltando-se, assim, o alcance local e regional desta ação, já que os impactos atingem as áreas de obtenção de matéria prima ou se restringem ao local de construção como no caso de geração de ruído e poeira.



Foto 10: Implantação do sistema de drenagem pluvial.

7.3. Ações Impactantes na Fase de Operação do Sistema de Drenagem

A fase de operação do sistema e drenagem pluvial exige ações que, de um modo ou outro, interferem com maior ou menor intensidade nos meios físico, biótico e antrópico. Nesta fase, ocorrerá o funcionamento e será possível avaliar a eficiência do sistema de drenagem implantado.

Desta maneira, os impactos negativos mais comuns são:

- 👁️ Desenvolvimento de processos erosivos nos pontos de lançamento;
- 👁️ Carreamento de sedimento e lixo oriundos da rodovia para os pontos de lançamento;
- 👁️ Mudança na qualidade da água superficial e subterrânea;
- 👁️ Aumento da vazão dos cursos d'água nos picos de chuva.

Quadro 16: Síntese dos Impactos Gerados pela implantação do Sistema de Drenagem.

Ações Impactantes	Impactos
Fase de Planejamento do Sistema de Drenagem	
Planejamento e Estudos Preliminares	- Geração de emprego. - Preservação de áreas ambientalmente sensíveis. - Minimização dos impactos gerados.
Serviços de Campo	- Geração de emprego.
Fase de Implantação do Sistema de Drenagem	
Mobilização de Mão de Obra e Instalação de Canteiro	- Geração de emprego. - Retirada da cobertura vegetal. - Dinamização da economia da região.
Supressão da Vegetação	- Diminuição da biodiversidade do local. - Aumento da susceptibilidade do solo à erosão. - Alteração do microclima.
Movimentação do Solo	- Dispersão de partículas de solo no ar. - Aumento da susceptibilidade do solo à erosão. - Alteração do ciclo hídrico da região. - Assoreamento dos córregos da região.
Fase de Implantação do Sistema de Drenagem	
Implantação da Infraestrutura e Obras	- Dispersão de partículas de poeira no ar. - Dinamização da economia da região. - Geração de ruído. - Poluição do ar pelo uso de combustível fóssil. - Impermeabilização do solo.

Ações Impactantes	Impactos
Fase de Operação do Sistema de Drenagem	
Operação do Sistema de Drenagem Pluvial	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolvimento de processos erosivos nos pontos de lançamento. - Carreamento de sedimento e lixo oriundos da rodovia para os pontos de lançamento. - Aumento da vazão dos cursos d'água nos picos de chuva. - Mudança na qualidade e disponibilidade hídrica superficial e subterrânea.

7.4. Avaliação dos Impactos Decorrentes das Ações Impactantes

A avaliação de impacto ambiental é um instrumento que contribui de maneira significativa para o processo de gestão ambiental do empreendimento, objetivando orientar a concepção dos projetos e/ou programas de desenvolvimento, identificando e avaliando as consequências ambientais da implementação deste.

A avaliação do impacto ambiental é de extrema importância para a correta implantação das atividades desejadas, uma vez que é por meio dessa avaliação que se pode verificar os possíveis impactos inerentes à atividade a ser implantada e, assim, propor medidas de mitigação e minimização desses impactos.

Baseando-se no Quadro Síntese apresentado, a seguir serão discutidos os impactos negativos e positivos decorrentes da atividade proposta para a área.

7.4.1. Impactos Positivos

Os impactos positivos são potencialmente observados quando avaliamos a implantação do melhoramento viário como um todo, onde nele está embutido o sistema de drenagem pluvial e seus efeitos benéficos.

Valorização das Terras - Impacto permanente, a valorização das residências próximas ao empreendimento em instalação é passível de ocorrer em todas as fases do projeto, e principalmente com o funcionamento do melhoramento viário. Logo, não apresenta período determinado para ser encerrado e pode perdurar durante anos.

Os desdobramentos dos impactos ambientais gerados sobre o meio socioeconômico estão ligados, principalmente, à especulação e à valorização dos imóveis nas áreas próximas e pelo movimento de compra e venda de lotes e alterações no mercado imobiliário local. Tais desdobramentos indicam que os efeitos deste impacto podem ser de curto prazo, pois o impacto é sentido antes mesmo do início das obras, na fase de planejamento do empreendimento.

Dinamização da economia - Impacto permanente, a dinamização da economia estará ligada à entrada de recursos na região, por meio da oferta de empregos, aquisição de materiais, equipamentos e matéria-prima. Outros fatores proporcionarão maior dinamismo da economia, principalmente nos setores secundário e terciário.

Assim, este impacto apresenta efeitos de curto prazo. Já o caráter permanente se explicará pela difícil determinação de prazo para conclusão de seus efeitos, que estarão ligados ao movimento (entrada e saída) constante dos moradores na região e causarão efeitos diferenciados na economia, de acordo com este movimento.

7.4.2. Impactos Negativos

Destacamos que a área atingida pela implantação do sistema de drenagem pluvial se sobrepõe a área diretamente afetada pelo melhoramento viário em instalação, com isso, a magnitude dos impactos proporcionados pelo sistema de drenagem é reduzida.

Supressão da Vegetação e Fragmentação da Paisagem (Cobertura Vegetal) – Impacto predominante da fase de instalação e ligado às ações de movimento de solo, instalação de canteiro, implantação da infraestrutura e construção civil – a supressão da vegetação representa impacto direto nos meios físico e biótico.

Neste contexto, são esperados rebatimentos relacionados aos impactos de segunda e terceira ordem, tais como perda de habitats naturais e de biodiversidade. Rebatimentos que poderão ser minimizados com o planejamento e a execução da obra.

Isentos os demais impactos, os maiores agravantes estão relacionados aos impactos sobre o meio físico, possivelmente ocorrendo as seguintes situações:

- 👁 Impacto sobre a paisagem local dando um aspecto mais urbano;
- 👁 O microclima poderá ser alterado acarretando em desconfortos térmicos ocasionados pela redução na capacidade de retenção de umidade e aumento da temperatura nas áreas descobertas (sem sombra);
- 👁 A supressão vegetal também acarreta em efeitos imediatos e permanentes na perda da biota (supressão da flora e dispersão da fauna), uma vez que a área não retornará ao seu status anterior;
- 👁 Os aspectos do meio físico também se mostrarão alterados com a retirada da vegetação, uma vez que a exposição do solo favorece o surgimento de processos erosivos durante a fase de instalação da infraestrutura, construção e operação do sistema;
- 👁 Além dos aspectos imediatos relacionados à supressão, seus desdobramentos sobre o solo e os recursos hídricos incluem, ainda, atividades relacionadas ao uso de máquinas, geração

de resíduos e riscos de incêndio nos processos de queima dos resíduos vegetais, o que causa dispersão de partículas no ar;

- Em decorrência desta supressão ocorrem processos erosivos devido à exposição do solo às chuvas. Na fase de operação, a menor proteção do solo pela ausência da vegetação causa maior escoamento superficial da água, o que poderá acarretar em assoreamento dos cursos d'água. Estes efeitos acarretam em impacto de longo prazo na área do empreendimento;

- A supressão da vegetação favorece o aparecimento de espécies invasoras, que ameaçam a manutenção das espécies autóctones, uma vez que competem por nutrientes, água, luz e espaço, sem possuir predadores naturais. No entanto, cabe destacar que já se trata de uma área que se apresenta com alto grau de degradação sobre a vegetação nativa, e espécies invasoras são comumente identificadas.

Desenvolvimento de Processos Erosivos (Escoamento Superficial e Impermeabilização do Solo) - É importante ressaltar que as ações desenvolvidas na fase de instalação do sistema de drenagem pluvial apresentam o maior impacto possível no meio físico, isto por que a ausência de planejamento no momento da instalação do projeto pode potencializar os processos erosivos existentes, tornando-os permanentes, assim como pode favorecer o surgimento de novos, a longo prazo (efeitos observados depois do impacto gerado).

Dentro deste contexto, a fase de instalação do sistema de drenagem envolve ações que favorecerem a ação negativa da chuva no solo e o fluxo superficial da água. Logo:

- O aumento do fluxo superficial ocorre, principalmente, devido às mudanças na cobertura natural do terreno e no relevo (terraplanagens e remoção da cobertura vegetal). Estas ações fazem com que a alíquota de água pluvial, que deveria ser absorvida pelo solo, se transforme em fluxo superficial concentrado. Logo, existe um aumento no carreamento de solo e, conseqüentemente, na quantidade de erosões;

- O carreamento do material erodido para as vias da região podem causar sujeira e dispersão de poeira, já que as partículas de poeira presentes nas vias podem ser transportadas e dissipadas com a passagem dos caminhões que estarão auxiliando na obra;

- Nos lançamentos naturais das águas pluvial existem problemas com efeitos de longo prazo que podem ocorrer. Entre estes, o assoreamento dos cursos d'água, que é um impacto cumulativo e que ocorre com o passar do tempo, demonstrando seus efeitos depois de anos de ocupação da área. Além de erosões nas margens dos corpos hídricos, causada pelo aumento do fluxo superficial.

Em relação ao assoreamento dos cursos d'água, o impacto pode ser revertido com uso de alta tecnologia e investimento. Entre os cursos d'água que sofrem diretamente os impactos estão o córrego Açude e o ribeirão do Torto.

Aumento do Volume de Particulados (Geração de Poeira) na Atmosfera e Ruído - Impactos predominantes na fase de implantação do sistema de drenagem pluvial, sendo causados pelo aumento da dispersão de poeira e pela geração de ruídos. Estes estão intimamente relacionados ao funcionamento dos veículos (tratores, “bobcat” e caminhões) e as porções com solo exposto. Os principais efeitos desses impactos são:

- Depreciação da qualidade do ar, devido ao lançamento de gases provenientes dos motores e da suspensão de partículas de solo no ar;

- Depreciação das áreas comerciais da região e das moradias limítrofes, trazendo piora à qualidade do ar e, conseqüentemente, para a população que utiliza estes locais para trabalhar e morar. A menor qualidade do ar pode trazer danos diretos às pessoas, atingido o sistema respiratório, pele e olhos;

- Em relação aos ruídos das máquinas utilizadas na implantação do sistema de drenagem, o maior impacto será proporcionado aos moradores limítrofes, embora se trate de incremento na quantidade de veículos que já transitam no local pelo uso da rodovia, ou seja, trata-se de um efeito que sempre foi sentido por essa população.

De forma geral, este impacto é temporário, pois se restringe ao período de obra e apresenta efeitos de curto prazo, pois os efeitos deste impacto serão observados imediatamente, ou seja, durante a fase de implementação do empreendimento.

Aumento do Volume de Descarga Durante Períodos de Picos de Escoamento (Escoamento Superficial) - mudanças na cobertura natural do terreno (terraplanagens, remoção da cobertura vegetal, construção de estradas), impermeabilizam os níveis superiores do solo, fazendo com que a alíquota de água pluvial, que deveria ser absorvida pelo solo, se transforme em fluxo superficial.

Isso proporciona o aumento do fluxo superficial em função da impermeabilização do solo e o desenvolvimento de processos erosivos, com o conseqüente carreamento de sedimentos para áreas a jusante.

Assoreamento das Drenagens Receptoras e Cursos D'Água (Escoamento Superficial) - Este tipo de impacto é decorrente das mudanças na cobertura natural do terreno (terraplanagens, remoção da cobertura vegetal, construção de estradas), que impermeabilizam os níveis superiores do solo, fazendo com que a alíquota de água pluvial, que deveria ser absorvida pelo solo, se transforme em fluxo superficial.

Esse problema resulta no transporte de material sólido (argila, silte e areia) para a drenagem receptora das águas de chuva, podendo ocorrer em todas as fases do projeto. Este impacto é caracterizado como permanente.

O assoreamento ocorre principalmente na etapa de implantação do sistema de drenagem pluvial, quando há exposição e desagregação do solo. Mas pode também persistir na fase de operação do sistema pela má destinação dos resíduos sólidos jogados na rodovia e carreados pelo sistema de drenagem.

O aporte de sedimentos até o córrego Açude e o ribeirão do Torto provocou o assoreamento de suas calhas. Este aporte ocorre de forma cumulativa e demonstrará seus efeitos depois de alguns anos (longo prazo), podendo trazer efeitos permanentes (extinção do curso d'água), pois os efeitos podem durar por anos, caso as ações de correção não sejam realizadas.

Modificação da Qualidade Química Natural das Águas (Produtos Químicos e Efluentes Sanitários) – O funcionamento do melhoramento viário por si só causará problemas à qualidade química das águas do curso d'água receptor, uma vez que se trata de obra de emissão de efluente (Ex: drenagem pluvial). Os principais parâmetros indicativos de qualidade que potencialmente serão afetados são:

- Sólidos em suspensão - relacionado ao aumento de particulados na água, sendo sempre observados durante e logo após o evento de precipitação;

- Nitratos e fosfatos - são indicativos de contaminação por efluentes domésticos, sendo os principais parâmetros indicativos de lançamento de esgotos na drenagem natural;

- Resíduos sólidos como plásticos, vidros e latas - atribuídos à presença destes componentes na superfície e seu transporte pelo fluxo superficial. Este tipo de contaminação é minimizado ou até evitado pelo estabelecimento de bacias de contenção de quantidade e de qualidade receptoras do fluxo d'água;

- Óleos e graxas - os níveis destes componentes na água poderão aumentar com a ocupação, em função da maior movimentação de veículos nas áreas de captação;

- Coliformes fecais e termotolerantes - este tipo de contaminação está relacionado ao lançamento de esgotos tratados ou não, na rede de drenagem a ser implantada. O risco real está associado à emissão clandestina de esgotos na rede pluvial. Este efeito deverá ser controlado a partir de um monitoramento rigoroso dos pontos de lançamento.

Com tais parâmetros sujeitos a modificação, este impacto apresentará caráter permanente, uma vez que mudanças, por exemplo, nos índices de coliformes fecais podem trazer efeitos permanentes na qualidade de água, inviabilizando seu uso tanto para agropecuária, quanto para o ser humano. Não esquecendo, também, que seus efeitos podem durar anos, sendo necessários

planos de recuperação da qualidade da água para retorno dos padrões originais. No que diz respeito à temporalidade do impacto, seus efeitos podem ser sentidos de forma cumulativa e a longo prazo.

Aumento na Geração de Resíduos da Construção Civil - a indústria da construção civil é a que mais explora recursos naturais. Além disso, a construção civil também é a indústria que mais gera resíduos. Em termos de composição, os resíduos da construção civil são uma mistura de materiais inertes, tais como concreto, argamassa, madeira, plásticos, papelão, vidros, metais, cerâmica e terra. A implantação do sistema de drenagem pluvial leva a produção de resíduos, os quais são direcionados ao Aterro da Estrutural, evitando os seguintes efeitos conforme Resolução Conama nº 307/02, alterada pela Resolução Conama nº 348/04, Lei Distrital nº 4704/2011.

8. MEDIDAS MITIGADORAS E PROGRAMAS DE AÇÃO

As medidas de controle ambiental, a seguir apresentadas, visam minimizar os impactos negativos e riscos potenciais gerados pela implantação do sistema de drenagem pluvial, de modo a otimizar seus efeitos positivos.

Com isso, será possível a redução dos efeitos indesejáveis de uma ação impactante no meio ambiente. Assim, o conjunto de medidas propostas representa uma importante ferramenta de gestão ambiental, podendo reduzir a consequência das alterações ambientais identificadas e avaliadas ou mesmo tornar alguns impactos pouco expressivos.

Para a proposição das medidas foram considerados:

- A avaliação dos impactos ambientais identificados;
- Aspectos legais pertinentes à mitigação ou compensação de cada fator ambiental afetado negativamente;
- Práticas atuais de mitigação e controle de impactos ambientais negativos;
- Práticas atuais de potencialização de impactos positivos.

Portanto, a seguir serão apresentadas as medidas mitigadoras e compensatórias propostas para o empreendimento, de acordo com o respectivo impacto ambiental.

Destacamos, novamente, que a implantação do melhoramento viário já está praticamente 70% executada, inclusive com a instalação e a operação de grande parte do sistema de drenagem pluvial previsto em projeto.

Dessa forma, as etapas construtivas que contemplavam a supressão vegetal e de terraplenagem, etapas que mais proporcionam impactos ambientais já não são expressivas.

Com isso, grande parte dos processos erosivos e do carreamento de sedimentos que existiam ao longo do trecho em obras, foram sanados pelo avanço da obra e a execução das próximas etapas construtivas do projeto, principalmente, de implantação de capa asfáltica e a instalação do sistema de drenagem pluvial.



Foto 11: Processos erosivos que existiam em 2016.



Foto 12: Mesmo trecho já com a capa asfáltica e sistema de drenagem pluvial em 2018.

Além do mais, associado ao desenvolvimento da execução da obra, estão sendo propostos Planos Básicos Ambientais – PBA, os quais definem ações a serem desenvolvidas, nas etapas de implantação e operação do melhoramento viário, visando evitar, mitigar e/ou compensar os impactos negativos inerentes a este tipo de obra, além de maximizar os impactos positivos esperados.

8.1. Fase de Instalação

Como já vem ocorrendo a instalação e a operação de grande parte do sistema de drenagem pluvial previsto em projeto será dado foco nas ações que ainda estão em implantação.

Quadro 17: Síntese dos Impactos e Medidas Mitigadoras na fase de instalação do Sistema de Drenagem.

Impacto Ambiental	Medida Mitigadora
Remoção da vegetação e fragmentação da paisagem (Já realizada)	- O Termo de Compromisso de Compensação Florestal nº 018/2016 firmado entre o Departamento e o IBRAM contempla a compensação florestal de 16.000 indivíduos arbóreos nativos, sendo indicado o Parque Ecológico Três Meninas como local de plantio, ainda não iniciado.
Desenvolvimento de processos erosivos	- Suspender as movimentações de solo quando ocorrer precipitações volumosas (alta intensidade) ou de longa duração; - Conter e recuperar os processos erosivos que surgirem durante a obra; - Monitorar os pontos onde ainda ocorre escavação para acompanhar os pontos de escoamento de águas residuais em todo canteiro; - Evitar a concentração de lançamentos, a fim de evitar a aceleração dos processos erosivos, com elevados volumes de lançamentos e velocidades de escoamentos, provocando desprendimentos de partículas do solo.
Aumento do volume de particulados na atmosfera e ruído	- Utilizar lonas em veículos de transporte de matéria-prima e resíduos; - Aspersão de água nos pontos com muita poeira.
Aumento na Geração de Resíduos da Construção Civil	- Capacitação constante de todos os funcionários da obra. - Realização diária da correta triagem e acomodação dos resíduos gerados na obra.

8.2. Fase de Operação

Na fase operação do sistema de drenagem pluvial será possível verificar seu funcionamento e aferir se os dispositivos projetados apresentam a eficiência desejada.

Quadro 18: Síntese dos Impactos e Medidas Mitigadoras na fase de operação do Sistema de Drenagem.

Impacto Ambiental	Medida Mitigadora
Desenvolvimento de processos erosivos	- Monitorar os pontos de lançamentos; - Conter e recuperar os processos erosivos que surgirem; - Supervisionar sistematicamente o sistema de drenagem de forma a detectar falhas operacionais ou estruturais; - Monitorar constantemente os bueiros realizando limpezas periódicas;

Impacto Ambiental	Medida Mitigadora
Aumento do volume de descarga durante períodos de picos de escoamento	<ul style="list-style-type: none"> - Revegetação de pontos com solo exposto; - Instalação de dispositivos de amortecimento do fluxo pluvial, caso necessário. - Implantação de bacias de quantidade e de qualidade para a contenção do fluxo d'água oriundo do sistema de drenagem antes do lançamento no curso d'água.
Modificação da qualidade química natural das águas superficiais	<ul style="list-style-type: none"> - Implantação de bacias de quantidade e de qualidade para a contenção do fluxo d'água oriundo do sistema de drenagem antes do lançamento no curso d'água; - Monitoramento da qualidade da água que chega ao corpo receptor; - Conscientização Ambiental dos usuários da rodovia.
Proliferação de doenças de veiculação hídrica	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar monitoramento constante das bacias de retenção nos períodos de estiagem. Havendo a detecção de focos, realizar o controle e a erradicação dos vetores com aplicação de larvicidas e cloro.

9. MONITORAMENTO AMBIENTAL

Entende-se como monitoramento ambiental o conjunto de estratégias destinadas a gerar, sistematizar e processar informações oriundas de diversas estruturas de acompanhamento e de fiscalização de empreendimentos licenciados.

O monitoramento constitui-se num mecanismo permanente de acompanhamento do empreendimento na fase de sua instalação/operação, e de suporte a tomada de decisões, quando detectadas possíveis falhas ou distorções no processo.

É importante ressaltar que associado à apresentação deste PCA/PRAD para o sistema de drenagem pluvial, estão sendo elaborados Planos Básicos Ambientais – PBA, os quais definem ações a serem desenvolvidas, nas etapas de implantação e operação do melhoramento viário, onde se insere o sistema de drenagem, visando evitar, mitigar e/ou compensar os impactos negativos inerentes a este tipo de obra, além de maximizar os impactos positivos esperados.

Deste modo, serão aqui apresentados os programas e as recomendações que possam contribuir com os PBA's, de modo a otimizar com a proteção do meio ambiente, da saúde e do bem estar da população afetada.

Os programas recomendados pelo o presente estudo são:

- 👁️ Monitoramento de Recursos Hídricos;
- 👁️ Monitoramento do Sistema de Drenagem Pluvial.

9.1. Monitoramento do Sistema de Drenagem Pluvial

Na fase de implantação do sistema de drenagem todas as medidas de acompanhamento da adoção de práticas preventivas e corretivas ambientalmente adequadas, deverão ser acompanhadas por profissional habilitado, que deverá ser um interlocutor entre o DER-DF e as empreiteiras responsáveis pela execução da obra.

Na fase de operação, um dos maiores problemas na manutenção das estruturas de drenagem é a introdução de lixo e sedimentos a partir das bocas-de-lobo nas galerias subterrâneas. As principais medidas para evitar ou minimizar a ocorrência do problema é a limpeza frequente da rodovia e a conscientização ambiental junto aos usuários da rodovia.

Após a plena operação da rede de drenagem será importante que o serviço de limpeza faça, periodicamente, a retirada do material oriundo do carreamento pela água pluvial e que ficam retidos na saída da rede.

Deverá ser realizada uma limpeza anual na rede de drenagem, coincidindo com o período seco do ano. Além dos dutos de águas pluviais, as bacias de contenção deverão receber limpeza

no mesmo período, com a retirada do lixo e sedimentos a elas carreados, de modo a manter a eficiência do sistema de drenagem.

Todo o resíduo coletado deverá ser destinado à local apropriado.

9.2. Monitoramento dos Recursos Hídricos

Este plano visa apresentar um programa de monitoramento da qualidade das águas dos corpos hídricos receptores do fluxo d'água, ou seja, o córrego Açude e o ribeirão do Torto.

Uma análise preliminar das informações pluviométricas da região indica que do total precipitado no Distrito Federal, 53% corresponde ao período de janeiro a maio e 44% ao período de setembro a dezembro. Assim, tem-se que 97% do total precipitado no Distrito Federal ocorrem com a exclusão dos meses de junho, julho e agosto, correspondendo ao período de máxima estiagem.

Adotando uma frequência de 2 (duas) campanhas de amostragens anuais, têm-se que as coletas de água deverão ser realizadas dentro dos seguintes períodos:

- Uma no período chuvoso (janeiro a março);
- E a outra no período seco (julho a setembro).

Os parâmetros para análise da qualidade da água correspondem às determinações físicas, químicas e bacteriológicas: Parâmetros Físico-Químicos; pH; Cor; Turbidez; Temperatura da água; Sólidos suspensos; Sólidos dissolvidos totais; Condutividade elétrica; Oxigênio dissolvido; Demanda Bioquímica de Oxigênio; Demanda Química de Oxigênio; Fósforo total; Nitrogênio total; Óleos e graxas; Parâmetros Bacteriológicos; Coliformes totais e Coliformes fecais.

Os 4 pontos de coleta de amostras de água sugeridos correspondem a:

- 1 ponto na primeira bacia de contenção que recebe o fluxo pluvial do sistema de drenagem (Lado viaduto do Colorado);
- 1 ponto na saída da segunda bacia de Contenção que lança o fluxo d'água no córrego Açude.

Com esses dois pontos será possível avaliar a qualidade da água que chega e também que sai das bacias de contenção, e verificar se elas atingiram o objetivo de funcionarem como barreiras de quantidade e qualidade do fluxo d'água.

Já para a drenagem oriunda do lado do viaduto do Torto e que chega ao ribeirão do Torto, propõe-se realizar as campanhas de coleta da seguinte forma:

- 1 ponto no ribeirão do Torto a montante das pontes de travessia (EPIA) e acima da foz do córrego Açude;

- 1 ponto no ribeirão do Torto a jusante das pontes de travessia (EPIA).



Ilustração 31: Pontos de coleta para análise da água.

Esse plano deverá ser revisto dentro do prazo mínimo de 12 meses após o seu início, procurando reavaliar seus objetivos e maximizar a obtenção de seus resultados.

Com base nos resultados obtidos deverão ser sugeridas medidas eficazes de controle ambiental, visando à minimização dos impactos na qualidade da água proporcionados pelo sistema de drenagem pluvial.

10. PLANO DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

Um plano de restauração de vegetação prevê restaurar o ambiente em médio prazo, ou seja, restituir a comunidade silvestre degradada e perturbada a uma não degradada, em período superior a 10 (dez) anos e inferior a 20 (vinte), conforme *Felfili*, 2002.

É sabido que mesmo com as intervenções a serem realizadas, nunca se retornará a condição de equilíbrio ecológico que ali existia. O que se busca é que o sítio degradado seja retornado a uma forma de utilização de acordo com um plano pré-estabelecido para o uso do solo. Implica que uma condição estável será obtida em conformidade com os valores ambientais, estéticos e sociais da circunvizinhança. Significa, também, que o sítio degradado terá condições mínimas de reestabelecer um equilíbrio dinâmico.

Neste capítulo serão descritos os métodos de trabalho propostos para a efetiva restauração da área, relacionados às técnicas de conservação e recomposição do solo, os preparos de substrato para cobertura vegetal e a seleção de espécies adaptadas às condições locais.

Destacamos que a área atingida pela implantação do sistema de drenagem pluvial está inserida na área diretamente afetada pelo melhoramento viário em instalação, por isso, pontos degradados por impactos relacionados, exclusivamente, ao sistema de drenagem são praticamente inexpressivos.

No caso em questão, os locais de impacto ambiental ou áreas degradadas pelo sistema de drenagem estão relacionados mais aos pontos de lançamento final do fluxo d'água captado.

Deste modo, como o ribeirão do Torto e o córrego Açude são os cursos d'água receptores do fluxo pluvial, e ainda, devido à exigência do ICMBio de que seja realizada a recuperação com vegetação nativa das áreas de preservação permanente alteradas pelo melhoramento viário, os procedimentos aqui tratados terão como objetivo o enriquecimento da cobertura vegetal nas APP's desses cursos d'água.

Aliás, já vem sendo feito o plantio e o replantio de grama nos taludes internos e externos das bacias de drenagem, com posterior instalação de placa informativa e cerca, para evitar acidentes com pessoas e animais.



Foto 13: Plantio de grama no entorno da bacia de drenagem – lado viaduto do Torto.



Foto 14: Replântio de grama nos taludes internos das bacias de drenagem – lado viaduto do Colorado.

10.1. Situação atual das Áreas de Preservação Permanente - APP's

● APP do córrego Açude

A fitofisionomia observada em sua área de preservação permanente que margeia a rodovia é caracterizada como mata ciliar não inundável com transição para o cerrado ralo.

De maneira geral ela se encontra modificada, devido à ação antrópica constante na área e entorno ao longo dos anos. Ali ocorrem mosaicos de cobertura vegetal que variam de bastante alterados, a outros com grau satisfatório de cobertura e regeneração natural.



Foto 15: Vista do córrego Açude e a cobertura vegetal de seu entorno (Set. 2018).

No trecho estudado, as porções da mata de galeria que mais estão alteradas são: a localizada na confluência do córrego Açude com o ribeirão do Torto e a próxima às duas bacias de drenagem pluviais instaladas. Ali, seu estrato arbóreo é mais ralo e a infestação por gramíneas exóticas é mais acentuada.



Foto 16: Vista do córrego Açude e a cobertura vegetal de seu entorno (Jan. 2018).



Foto 17: Vista da mata ciliar na confluência do córrego Açude com o ribeirão do Torto (Jan. 2018).

Percorrendo a área e analisando as imagens de satélite de anos anteriores (2002 a 2018) é possível verificar que vem ocorrendo a recolonização gradativa dos estratos herbáceo, arbustivo e arbóreo da vegetação nativa no entorno do córrego Açude.

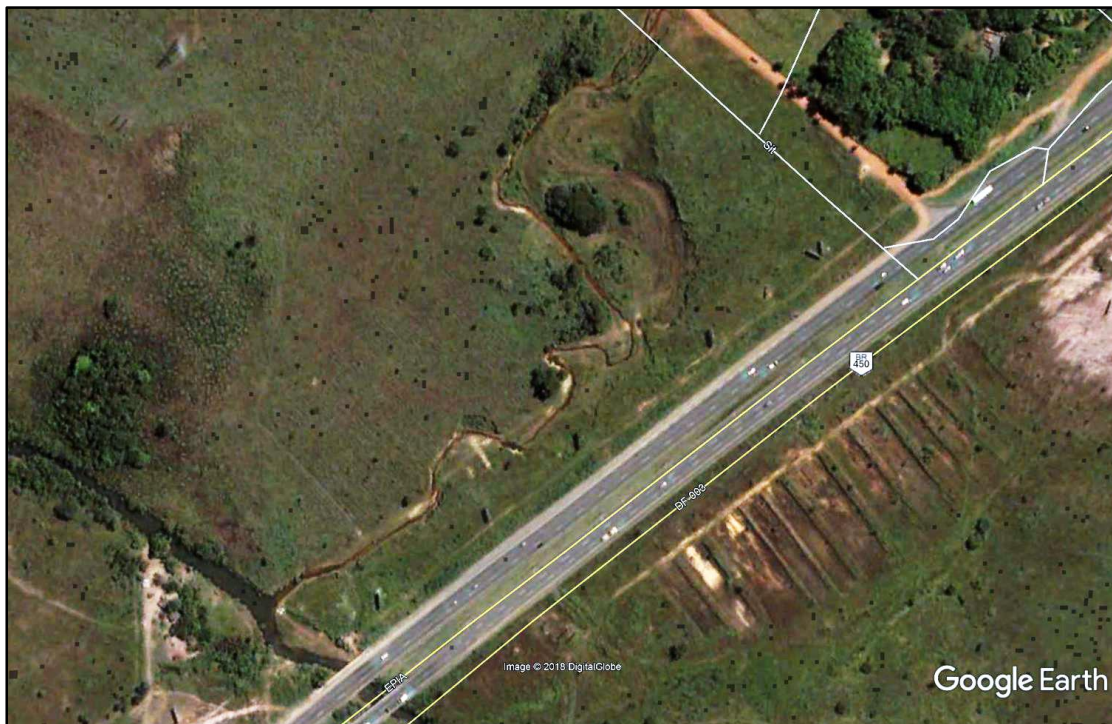


Ilustração 32: Situação da cobertura vegetal no ano de 2002.



Ilustração 33: Situação da cobertura vegetal no ano de 2018.



Foto 18: Recolonização gradativa dos estratos herbáceo, arbustivo e arbóreo da vegetação nativa no entorno do córrego Açude.

APP do ribeirão do Torto

Aqui também a fitofisionomia observada em sua área de preservação permanente, próxima à rodovia, é caracterizada como mata ciliar não inundável com transição para o cerrado ralo. Ela se apresenta modificada, devido à ação antrópica constante na área e entorno ao longo dos anos, com mosaicos de cobertura vegetal que variam de bastante alterados, a outros com grau satisfatório de cobertura e regeneração natural.



Foto 19: Vista da APP do ribeirão do Torto (Set 2018).

Percorrendo a APP numa distância de 100 m da rodovia, também é possível verificar que vem ocorrendo a recolonização gradativa dos estratos herbáceo, arbustivo e arbóreo nativos.

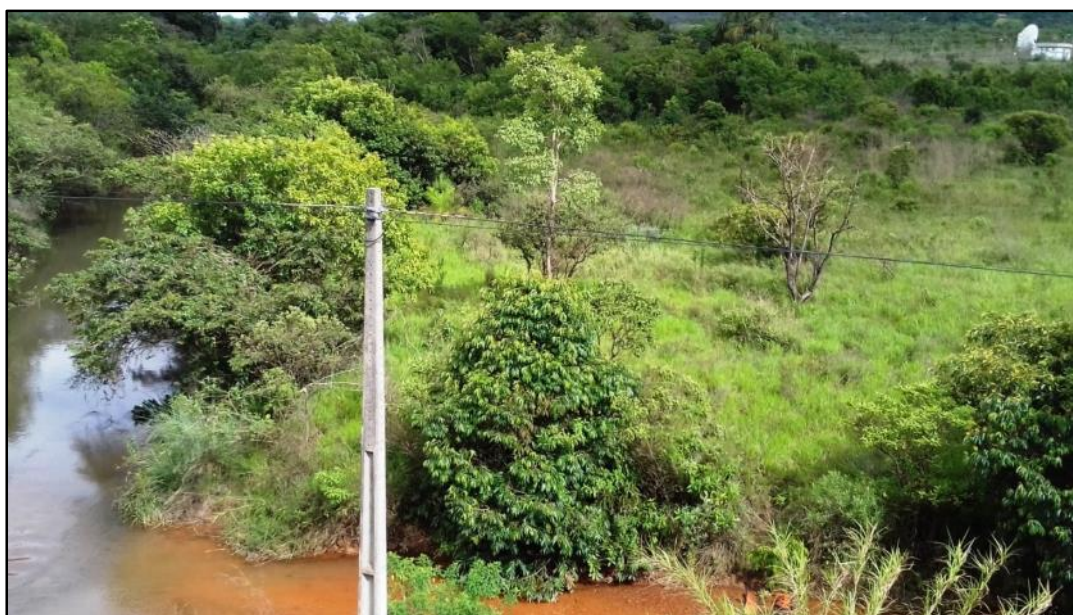


Foto 20: Vista da APP do ribeirão do Torto (Nov 2018).

10.2. Delimitação da Área de Restauração Ecológica

Um dos primeiros aspectos a ser considerado nessa restauração é a demarcação física da poligonal (estacas) que receberá o enriquecimento com espécies nativas, de modo a facilitar sua visualização e impedir/dificultar o pastejo de animais e trânsito de pessoas sobre a área em processo de restauração ecológica.

É importante que seja fixada placa informando que o local se encontra em processo de recuperação para que isso possa contribuir na conscientização ambiental e na otimização dos tratamentos silviculturais ali implantados.

Como se tratam de cursos d'água com largura inferior a 10 m será adotado uma faixa lateral de 30 metros como área de preservação permanente como definido na Resolução Conama nº 302, de 20 de março de 2002.

Dentro desta faixa de 30 m de largura serão aplicadas técnicas de restauração para ambientes de mata ciliar e de cerrado ralo, visto o que ocorre naturalmente no local.

A largura média estimada a ser restaurada para a mata ciliar será de 15 m, a partir da calha dos cursos d'água. Já os 15 m restantes serão tratados como cerrado ralo.

Com isso, evitar-se-á a possível frustração da tentativa de criação de um ambiente florestal (mata ciliar), onde naturalmente ocorre a fitofisionomia de cerrado ralo.

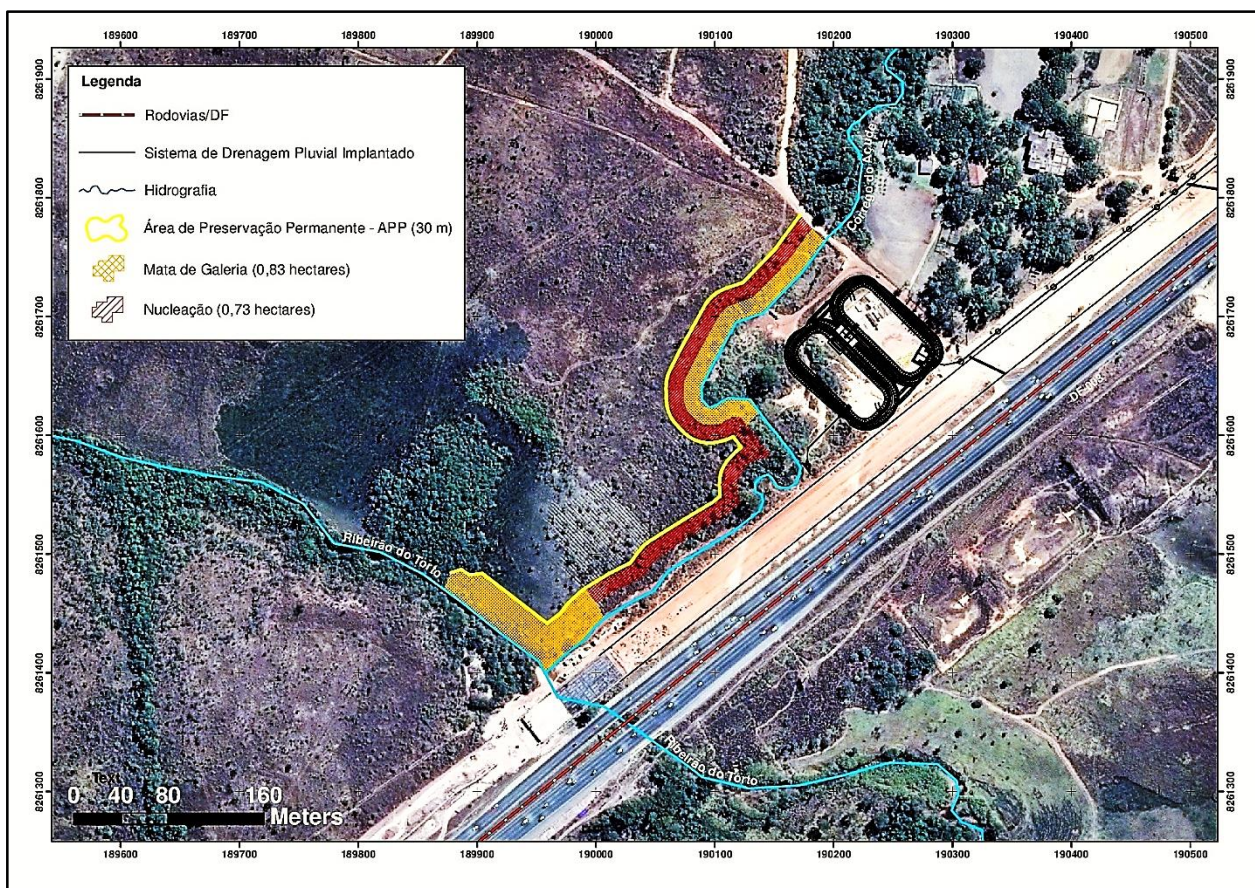


Ilustração 34: Área onde ocorrerá o enriquecimento da vegetação.

10.3. Recomposição Vegetal

A recomposição da cobertura vegetal do solo é de fundamental importância para o sucesso do processo de restauração ecológica de áreas perturbadas, pois torna possível a instalação de ciclos de nutrientes, contribuindo com o restabelecimento de sua biota.

Estudos vêm demonstrando que estratégias de manejo de gramíneas exóticas aliadas ao recrutamento de espécies nativas de rápido preenchimento do solo podem ser efetivas na restauração ecológica de ecossistemas savânicos. Com isso, um controle mecânico realizado eficientemente no sentido de retirá-las do sistema ou diminuir seu retorno pode promover a geração de nichos vagos a serem ocupados pela introdução de espécies nativas.

É importante pensarmos que o princípio básico não é encher uma área de espécies, mas ajudar a natureza para que se criem condições básicas para que as espécies cheguem gradativamente, de forma a se integrarem dentro das funções que a nova comunidade exerce no tempo e nos seus distintos espaços.

Por isso, as ações em um projeto de restauração buscam devolver o ecossistema até o ponto em que ele seja resiliente, ou seja, tenha a capacidade de se sustentar.

Como se tratam de fitofisionomias diferentes serão adotadas as metodologias e os procedimentos indicados pela literatura à restauração de cada fitofisionomia.

10.3.1. Área de Mata Ciliar

Como anteriormente descrito, na área objeto de restauração ocorre a recolonização gradativa dos estratos herbáceo, arbustivo e arbóreo nativos, que competem com o capim exótico. Por isso, de modo a otimizar esta colonização, será realizado o plantio de mudas, de modo a promover as condições básicas para a restauração da mata ciliar.

Como estratégia de restauração para formações florestais, indica-se como densidade arbórea o valor de 2.500 a 3.500 árvores por hectare (Ribeiro, 1998). Tendo isso em consideração adotou-se o espaçamento entre indivíduos de 2 m x 1 m.

O plantio se dará a partir da borda ou clareira da mata ou vegetação existente. Não serão plantadas mudas no interior da vegetação preservada ou nas entrelinhas das covas, para evitar a perturbação na regeneração natural que ali ocorre.

O plantio de enriquecimento possui como vantagem o aproveitamento da regeneração natural no auxílio a restauração ecológica. Espera-se com isso, que o sombreamento gerado pelo desenvolvimento das mudas contribua na redução das gramíneas exóticas que ali existem, visto

que estas espécies necessitam de grande incidência solar, favorecendo assim, a recolonização dos estratos herbáceo, arbustivo e arbóreo nativos que vem ocorrendo.

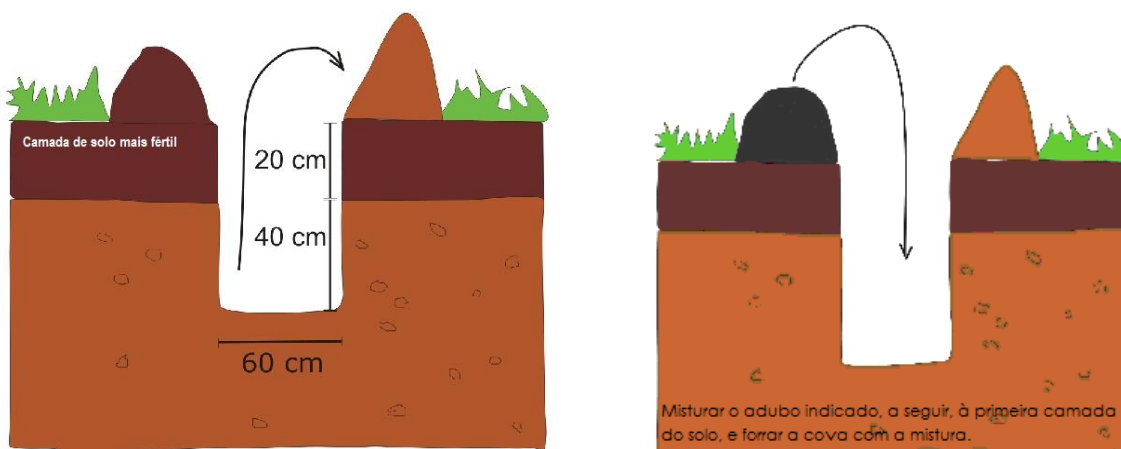
Considerando que serão recuperados aproximadamente 0,83 hectares, serão plantadas cerca de 3.200 mudas típicas dessas fisionomias, distribuídas no terreno de forma a otimizar a diversidade de espécies.

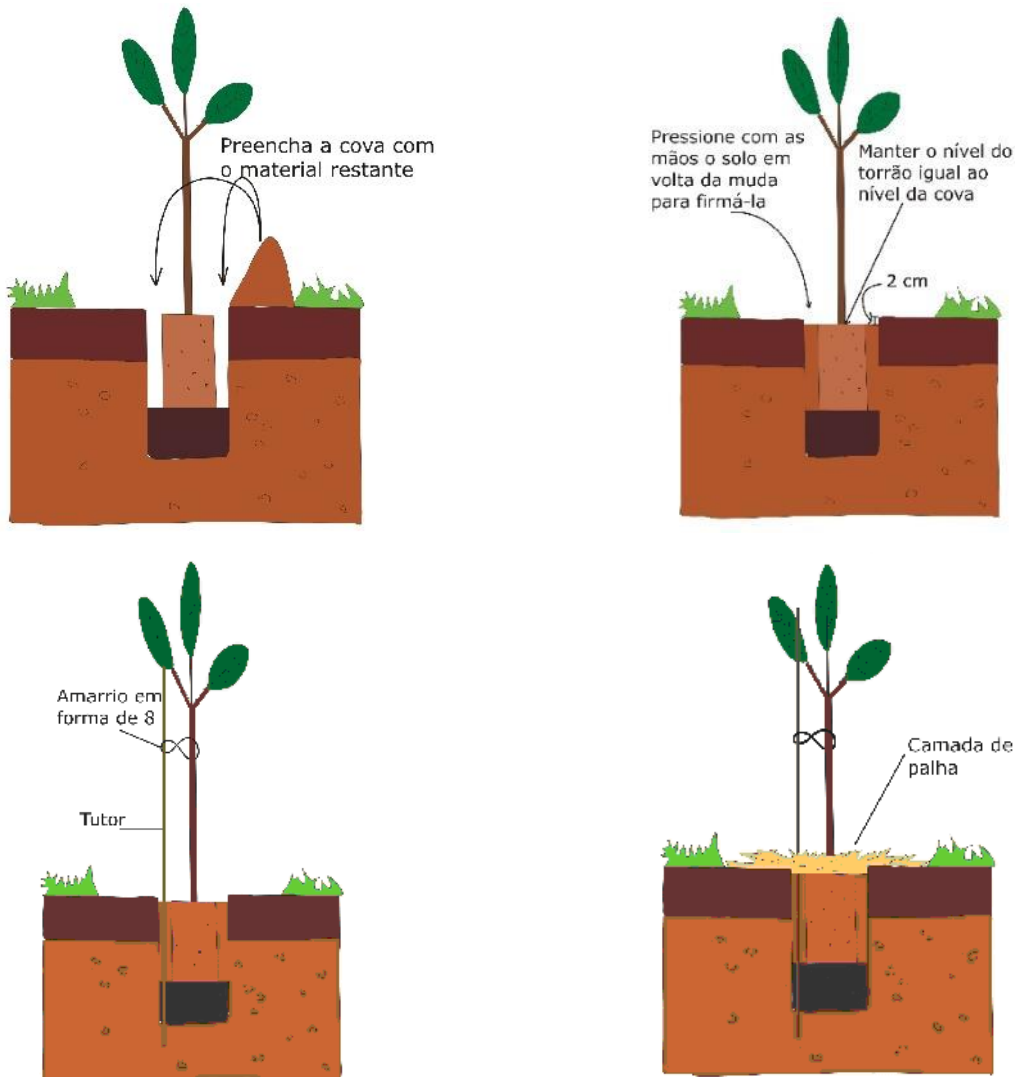
10.3.1.1. Metodologia de Plantio

Essa atividade deve ter início no período chuvoso, logo após haver a estabilização das precipitações pluviométricas. As mudas selecionadas devem possuir altura mínima de 1,20 m e apresentarem bom aspecto fitossanitário.

A metodologia descrita a seguir procurou consorciar espécies nativas, principalmente de mata ciliar, com as espécies típicas de cerrado ralo, objetivando um maior incremento e biodiversidade na área.

A seguir será apresentada uma sequência de ilustrações obtidas no site www.vivaterra.org.br/vivaterra_plante.htm, as quais demonstram a forma mais adequada de se executar o plantio das mudas.



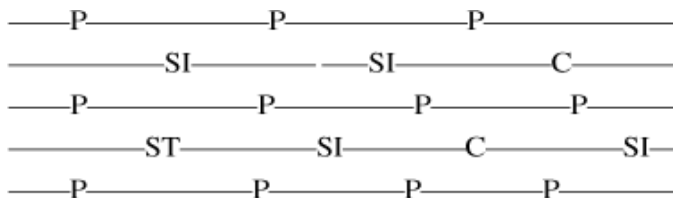


Para combinação de espécies de diferentes grupos ecológicos (pioneiras, secundárias e/ou climáticas) é recomendado o plantio em linhas alternadas. Dessa forma, as linhas de plantio alternam espécies de grupos ecológicos distintos, que representarão os módulos sucessionais.

Para a implantação dessas linhas, a lista de espécies nativas é dividida em dois grupos funcionais: Grupo de Recobrimento e Grupo de Diversidade.

O Grupo de Recobrimento é constituído por espécies que possuem rápido crescimento e boa cobertura de copa, proporcionando o rápido sombreamento da área plantada. Essas espécies em sua maioria são classificadas como pioneiras, mas as espécies secundárias iniciais também podem fazer parte desse grupo, que pode ser referido como grupo das pioneiras (P). Com o rápido recobrimento da área, as espécies desse grupo criam um ambiente favorável ao desenvolvimento dos indivíduos do grupo de diversidade e desfavorecem o desenvolvimento de espécies competidoras como gramíneas e lianas agressivas, através do sombreamento da área de restauração.

A disposição das mudas será realizada de forma a se alternar as espécies de crescimento mais lento (secundárias e clímax) com as espécies de crescimento mais rápido (pioneiras), conforme diagrama abaixo:



Em que:

P= espécie pioneira (Recobrimento)

SI= espécie secundária inicial (Recobrimento);

ST= espécie secundária tardia (Diversidade)

C= espécie clímax (Diversidade).

Tabela 1. Relação de espécies sugeridas para plantio na área de mata ciliar.

Nº.	ESPÉCIE	NOME VULGAR	ESTÁGIO SUCESSIONAL
1	<i>Anadenanthera colubrina</i>	Angico vermelho	Clímax
2	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Murici	Secund/Clímax
3	<i>Byrsonima verbascifolia</i>	Murici	Secund/Clímax
4	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Landim	Pioneira
5	<i>Cecropia iyratiloba</i>	Embaúba	Pioneira
6	<i>Cecropia pachystachia</i>	Embaúba	Pioneira
7	<i>Croton urucurana</i>	Sangra d'água	Pioneira
8	<i>Dimorphandra mollis</i>	Faveiro	Pioneira
9	<i>Dipteryx alata</i>	Baru	Secund/Clímax
10	<i>Enterolobium gummiferum</i>	Tamboril-do-cerrado	Pioneira
11	<i>Hymenea courbaril</i>	Jatobá da mata	Secund/Clímax
12	<i>Inga alba</i>	Ingá	Pioneira
13	<i>Inga cylindrica</i>	Ingá	Pioneira
14	<i>Inga nobillis</i>	Ingá	Secund/Clímax
15	<i>Magonia pubescens</i>	Tingui	Pioneira
16	<i>Psidium myrsinoides</i>	Araçá	Pioneira
17	<i>Tapirira guianensis</i>	Pombeiro	Pioneira
18	<i>Tibouchina candollena</i>	Quaresmeira	Pioneira

a) Abertura das Covas

As covas para plantio das espécies nativas de cerrado, sugeridas anteriormente, deverão ter dimensões de 0,45m x 0,45m x 0,45m.

Essas covas deverão ser abertas de forma manual ou mecanizada (trado), aleatoriamente, e com o espaçamento acima descrito.

A muda deverá estar no mesmo nível do solo, devendo ser pressionada junto à altura deste, para mantê-la firme ao chão e não deixar bolsões de ar. Em seguida, devem ser colocadas nas covas e fixadas em tutores com cerca de um metro de altura.

Todas as embalagens ou sacos plásticos devem ser recolhidos e depositados em locais apropriados.

b) Adubação

A perda da cobertura vegetal nativa, bem como as alterações nos perfis de solo, provocam o empobrecimento deste, tornando-se necessária uma prévia adubação para uma melhor adaptação e crescimento das espécies a serem introduzidas.

É importante considerar que por se tratar de uma recuperação no entorno de cursos d'água, o plantio das espécies deverá ser realizado com uma menor utilização de fertilizantes, para que estes não sejam carregados para os córregos.

Com base na literatura científica e dados da obtidos na EMBRAPA foram utilizados as adubações recomendadas.

Para plantio das espécies nativas deverá ser utilizado à adubação NPK (4-14-8) na quantidade de 150 gramas/cova e 6 litros/cova de adubo orgânico (esterco curtido), a fim de favorecer o vigoroso crescimento das mudas.

Após misturar o adubo ao solo, as covas serão fechadas com esse substrato.

10.3.2. Área de Cerrado Ralo

De modo a reduzir o impacto sobre a recolonização nativa que vem ocorrendo, especialmente dos estratos graminoso e herbáceo, para a restauração da área de cerrado ralo buscou-se a aplicação da metodologia de nucleação, que é a proposta de criar pequenos habitats (núcleos) dentro da área degradada, de forma a induzir uma heterogeneidade ambiental, propiciando ambientes distintos no espaço e no tempo.

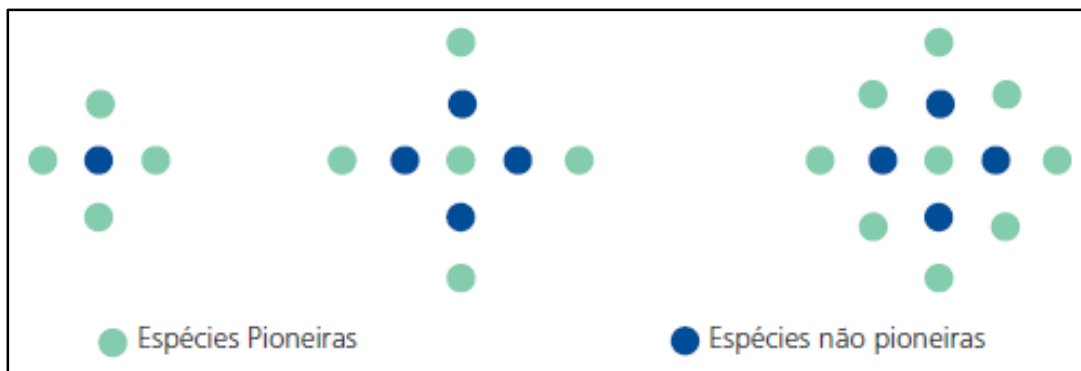
Os núcleos têm o papel de facilitar o processo de recrutamento de novas espécies dos fragmentos vizinhos, do banco de sementes local e também influenciam os novos núcleos formados ao longo do tempo.

A ideia da nucleação é disparar gatilhos ecológicos no processo de regeneração natural. Os núcleos são elementos capazes de formar novas populações, novos nichos de regeneração e gerar conectividade na paisagem.

Para isso, deve-se buscar espécies nativas, principalmente as que possuem forte interação com a fauna (espécies com frutos e sementes atrativos à fauna) e com funções nucleadoras (forrageiras, abrigo, fixadoras de nitrogênio, etc.).

O plantio de espécies em grupos de Anderson é a técnica de nucleação cujos resultados são mais promissores para o sucesso do projeto de restauração de área degradada. Sugere-se dispor o grupo com as espécies pioneiras (crescimento rápido) e espécies não pioneiras (crescimento mais lento).

Aconselha-se plantar as mudas em grupos de 5, 9 ou 13, espaçadas a 0,5 m ou 1 m de distância entre elas.



10.3.2.1. Método de Nucleação (Plantio)

Os núcleos serão distribuídos ao longo da área prevista para a restauração com o plantio de 5 mudas em cruz com distância de 1 m entre elas, associada a semeadura a lanço de sementes de espécies nativas de herbáceas, gramíneas e arbustos.

Com essa semeadura espera-se alcançar alta densidade por metro quadrado, que compensará a mortalidade natural das plantas introduzidas por muda, bem como o recobrimento do solo com as espécies de gramíneas, herbáceas e arbustos nativos.

A distância média entre os núcleos será de 2 m e haverá a roçada do capim exótico e o revolvimento do solo (enxada) antes da entrada das mudas e do *mix* de sementes. As sementes devem ser depositadas no solo e levemente cobertas, ou apenas apertadas contra o solo na área capinada.

Espera-se que a introdução de espécies nativas de rápido preenchimento do solo promova o combate às gramíneas exóticas, proporcionando um controle mecânico menor.



Ilustração 35: Exemplo de núcleo de Anderson.

10.3.2.2. Escolha das espécies

Para o plantio de mudas serão utilizadas espécies que possuem rápido crescimento e boa cobertura de copa, proporcionando o rápido sombreamento da área plantada.

A abertura das covas e sua adubação, e o tamanho das mudas seguirão os mesmos critérios já mencionados para a mata ciliar.

Tabela 2: Relação de espécies sugeridas para nos núcleos.

Nº.	ESPÉCIE	NOME VULGAR	ESTÁGIO SUCESSIONAL
1	<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	Peroba-do-cerrado	Pioneira
2	<i>Handroanthus aureus</i>	Ipê-amarelo-do-cerrado	Secund/Clímax
3	<i>Dimorphandra moliis</i>	Faveiro	Pioneira
4	<i>Dipteryx alata</i>	Baru	Pioneira
5	<i>Magonia pubescens</i>	Tingui	Secund/Clímax
6	<i>Hymenaea stilbocarpa</i>	Jatobá do cerrado	Secund/Clímax
7	<i>Inga cylindrica</i>	Ingá	Pioneira
8	<i>Inga nobilllis</i>	Ingá	Pioneira
9	<i>Tibouchina candollena</i>	Quaresmeira	Pioneira

Já para o *mix* de sementes serão semeadas as espécies que apresentam melhor germinação e crescimento em campo de acordo com o Guia de Restauração do Cerrado: Semeadura Direta (SAMPAIO et al., 2015).

Tabela 3: Lista de espécies sugeridas.

HÁBITO	NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO	QUANTIDADE
--------	------------	-----------------	------------

ARBUSTIVO	Mimosa	<i>Mimosa clausenii</i>	10kg/ha
	Assa- peixe	<i>Vernonanthura phosphorica</i>	20kg/ha
	Amargoso	<i>Lepidaploa aurea</i>	20kg/ha
HERBÁCEO	Aristida grande	<i>Aristida riparia</i>	20kg/ha
	Aristida pequena	<i>Aristida recurvata</i>	20kg/ha
	Brinco-de-princesa	<i>Loudetiopsis chrysothrix</i>	20kg/ha
	Capim-pé-de-alinha	<i>Axonopus aureus</i>	20kg/ha
	Andropogon nativo	<i>Andropogon fastigiatus</i>	20kg/ha
	Capim Roxo	<i>Schyzachirium sanguineum</i>	20kg/ha
	Capim fiapo	<i>Trachypogon spicatus</i>	20kg/ha

10.3.2.3. Tratos Silviculturais Aplicados na Área em Restauração Ecológica

Um dos aspectos de nítida importância para o sucesso da recuperação é o manejo pós-plantio, compreendendo todas as operações técnicas necessárias para uma boa efetivação e condução das espécies introduzidas.

As vistorias regulares são fundamentais para correção de eventuais falhas, bem como para propor novas soluções que visem o atendimento das condições de equilíbrio ambiental esperado para a área.

a) Avaliação da Sobrevivência

A avaliação da sobrevivência é efetuada através da contagem de mudas perdidas ou condenadas em relação à quantidade plantada. É aceitável a perda de 20% (vinte por cento) da comunidade plantada para mata de galeria e 10% (dez por cento) para cerrado. Perda superior aos valores retromencionados exige a reposição de mudas.

b) Identificação de Pragas e Patógenos

É observado, através de amostragem, o estado fitossanitário da comunidade, identificando a eventual presença de pragas (insetos, fungos, bactérias, nematóides e vírus) e patologias de origem abióticas.

Na eventualidade de detecção de alguma praga ou doença, deve ser aplicado o tratamento recomendado por um profissional habilitado.

c) Reposição de Mudanças

Efetua-se ao observar que o percentual de perda é superior aos valores mencionados no item “a”. Serão usadas no replantio mudas pertencentes às espécies que se ambientarem satisfatoriamente no terreno.

d) Controle do Capim Exótico

A área objeto da restauração ecológica (mata ciliar e cerrado ralo) e seu entorno estão infestados por capim exótico a exemplo do braquiária e gordura.

A maneira corriqueira de controle consiste numa capina da biomassa e seu recolhimento e destinação a um local apropriado.

Para as mudas plantadas na mata ciliar deve ser feita a capina no raio de 0,60m da muda. Nos núcleos deve-se capinar toda sua superfície que possui diâmetro de 2,0 m.

Entretanto, esta ação de capina manual pode provocar danos a recolonização graminosa e herbácea nativa que vem ocorrendo no local, uma vez que ela se desenvolve no meio do capim exótico. Por isso, o cuidado na sua execução deve ser grande.

O controle mecânico do capim exótico favorecerá principalmente o desenvolvimento das espécies nativas de herbáceas, gramíneas e arbustos que serão introduzidos pela semeadura a lanço de sementes.

e) Prevenção a Incêndios Florestais

Devido ao histórico de fogo no local, recomenda-se a confecção de aceiro com 2 a 4 metros de largura no entorno da área em restauração. Neste ponto a vegetação graminosa deve ser completamente eliminada da superfície do solo. A finalidade é prevenir a passagem do fogo para a área em restauração.

O aceiro pode ser feito de forma manual (enxada) ou mecanizada com auxílio de trator acoplado a equipamento agrícola.

A manutenção do aceiro deve ser feita no início do período estiagem, quando a vegetação começa a secar (mês de maio).

Na execução desta atividade, deve-se ter o cuidado para que não seja erradicada a regeneração da vegetação nativa.

10.4. Monitoramento da Área em Restauração Ecológica

A área em restauração ecológica deve ser monitorada mensalmente por profissional habilitado, durante o período de 24 meses, devendo ser emitido relatório técnico acerca das

condições das regenerações artificial e natural, com vistas ao fornecimento de subsídios para otimizar os tratamentos silviculturais a serem aplicados.

De acordo com o Protocolo de Monitoramento da Recomposição da Vegetação Nativa no Distrito Federal (Sousa. A e Vieira. D et al., 2017) a recomposição da vegetação nativa deve ser monitorada por meio de indicadores ecológicos da sustentabilidade da recomposição. Assume-se que a área em recomposição, ao atingir os valores de referência, será capaz de avançar a estágios mais maduros da vegetação nativa sem mais intervenção.

Os indicadores ecológicos são: cobertura do dossel (copas de árvores) e do solo; densidade de regenerantes nativos; e número de espécies de nativos. Os valores de referência dos indicadores variam de acordo com a formação da vegetação pretendida pelo restaurador como meta da recomposição.

A formação estabelecida como meta poderá ser feita considerando o tipo de vegetação original ou remanescente do entorno, condições de solos entre outras características ambientais relevantes.

11. CRONOGRAMA EXECUTIVO DE ATIVIDADES

O cronograma de atividades deverá seguir a Tabela 4, apresentada a seguir.

Tabela 4: Cronograma de acompanhamento do local em restauração.

AÇÕES	Cronograma Executivo - Monitoramento Ambiental do Plano de Recuperação de Área Degradada - Ano Base 2019																							
	Meses (1º ao 24º)																							
	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
Planejamento	█																							
Demarcação da Poligonal em recuperação	█																							
Demarcação das covas e dos núcleos	█																							
Abertura das covas		█	█	█																				
Adubação das covas		█	█	█																				
Plantio de mudas		█	█	█																				
Semeadura direta das sementes nos núcleos		█	█	█																				
Avaliação de sobrevivência das mudas						█					█				█				█					
Reposição de mudas, caso necessário															█	█								
Programas de Monitoramento				█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Apresentação de Relatórios de Monitoramento Ambiental				█						█					█									█

12. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando que os estudos técnicos apresentados atestaram a viabilidade ambiental dos Melhoramentos e Adequação de Capacidade da rodovia DF-003, trecho compreendido entre o Balão do Torto e o Balão do Colorado, que culminou na concessão da Licença de Instalação nº. 034/2017 – IBRAM/DF;

Considerando que o presente estudo ambiental procurou identificar e analisar os principais impactos ambientais causados pela execução das obras, bem como da implantação e operação dos dispositivos de drenagem pluvial advindos dos Melhoramentos e Adequação de Capacidade da rodovia DF-003, Ligação Torto - Colorado;

Considerando que a Agência Reguladora de águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal (ADASA), concedeu outorga prévia, com validade até 2020, para o lançamento das águas pluviais;

Considerando que a alternativa implantada, foi conduzida atendendo às questões ambientais e aspectos socioeconômicos.

Considerando que a boa execução da obra deverá apresentar resultados positivos à população lindeira e aos usuários da rodovia, promovendo a segurança e o desenvolvimento econômico da região.

Considerando que a avaliação dos impactos constatou que no cenário futuro, os impactos ambientais positivos irão superar aqueles impactos considerados como negativos.

Considerando que os impactos negativos identificados deverão ser minimizados a partir da implantação e execução dos programas ambientais apresentados. Por outro lado, os impactos positivos estarão presentes com mais intensidade na fase de operação do empreendimento.

Considerando que o presente estudo sugeriu a recuperação de partes específicas das Áreas de Preservação Permanente do córrego Açude e do ribeirão do Torto, no intuito de tentar restabelecer a vegetação antes existente, evitar que processos erosivos se desenvolvam e impedir o avanço da ocupação desordenada na região.

Conclui-se que, com base nos estudos realizados, desde que se respeitadas todas as medidas mitigadoras e orientações técnicas contidas no estudo, a operação do sistema de drenagem pluvial dos Melhoramentos e Adequação de Capacidade da rodovia DF-003 possui viabilidade ambiental e representa solução necessária, com menor agressão ao meio ambiente em relação às alternativas analisadas.

13. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DER-DF – Departamento de Estradas de Rodagem – **Estudo de Impacto Ambiental** – Empresa ECOTECH – Tecnologia Ambiental e Consultoria LTDA. Ano 2011.

EMBRAPA-CPNS, 1999. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Solos – **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília – DF, 412p.

MANUAL DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL – **Instrumento de Apoio à Adequação Ambiental de Propriedades Rurais do Pará**. 2013.

MANUAL TÉCNICO DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA – **Adequação Ambiental de Imóveis Rurais do Extremo Sul da Bahia**. BIOFLORA Tecnologia da Restauração. 2015.

NOVAES PINTO, M. 1994a. Caracterização geomorfológica do Distrito Federal. In: NOVAES PINTO, M. (org). **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. Brasília. Editora UnB. 2a ed.. p. 285-320.

NOVAES PINTO, M. 1994b. Paisagens do cerrado no Distrito Federal. In: NOVAES PINTO, M. (org). **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. Brasília. Editora UnB. 2a ed.. p. 511-542.

RIBEIRO, J. F. & WALTER, B. M. T. 1998. **Fitofitofisionomias do bioma cerrado**. In: S. M. Sano & S. P. Almeida (eds.). Cerrado: ambiente e flora. EMBRAPA - CPAC, Planaltina Pp. 89-166.

SAMPAIO et al., 2015. **Guia de Restauração do Cerrado: Semeadura Direta**.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO - **Restauração Ecológica Sistemas de Nucleação**. 2011.