

**TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS EM DRENAGEM URBANA PARA OS PONTOS
CRÍTICOS DE ALAGAMENTO DO MUNICÍPIO DE GOIÂNIA/GO.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como parte dos requisitos para obtenção do
grau de Especialista em Gestão Pública com
ênfase em governo Local.

Aluna: Josiane Amara Leite da Silva.

Orientador (a): Prof.(a) Patricia Finamore.

Tutor(a):

Brasília – DF

Agosto/2018

TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS EM DRENAGEM URBANA PARA OS PONTOS CRÍTICOS DE ALAGAMENTO DO MUNICÍPIO DE GOIÂNIA/GO.

Autora (es): Josiane Amara Leite da Silva.

Instituição do(s) autor(es): Prefeitura Municipal de Goiânia, GO.

Resumo analítico em português

Goiânia está localizada no coração do Brasil, capital do Estado de Goiás com distância de 209 km de Brasília, a capital nacional. Caracterizada por ser uma região do Planalto Central do Brasil, possui uma extensão territorial em torno de 739 km² e aproximadamente 1.302.001 habitantes, segundo o Censo de 2010 do IBGE, estimando em 2018 uma população de 1.495.705 pessoas. O município não dispõe de plano de Drenagem Urbana e nem um sistema de drenagem eficaz capaz de reduzir os impactos da impermeabilidade do solo, que foram ocasionados pela pavimentação asfáltica e as construções urbanas, essas intervenções humanas geram diversos transtornos para a sociedade, uma vez que ao impedir a absorção da água da chuva provocam inundações que colocam em risco a segurança e conforto da população, além da preservação do patrimônio público, tais como a durabilidade da capa asfáltica e outras estruturas. Dessa forma, se faz necessária a implantação de ações e infraestrutura de drenagem urbana. Tendo em vista esses problemas, este projeto prevê apresentar as tecnologias alternativas em drenagem urbana para minimizar os impactos dos principais pontos de alagamento de Goiânia, GO, contemplando desafios e soluções para o sistema de drenagem urbana do município.

Três palavras-chave: Impermeabilidade do solo, Escoamento, Inundações.

SUMÁRIO

1.	Diagnóstico.....	04
1.1.	Definição do problema.....	04
1.2.	Contexto/justificativa do problema.....	05
1.3.	Metodologia de coleta de dados.....	06
1.4.	Localização do Plano de Intervenção.....	06
1.5.	Localização da Bacia Hidrográfica do Córrego Botafogo.....	11
1.6.	Público-Alvo.....	12
1.7.	Duração.....	12
1.8.	Valor previsto.....	13
2.	Objetivos.....	15
2.1.	Objetivos Específicos.....	15
3.	Marco Técnico e Teórico.....	16
3.1.	Tecnologias Alternativas em Drenagem Urbana.....	19
3.1.1.	Trincheiras de Infiltração.....	19
3.1.2.	Bacias de Infiltração.....	22
3.1.3.	Valas ou Valetas de Infiltração.....	22
3.1.2.	Bio-Retenção.....	23
4.	Escopo.....	25
4.1.	Estrutura Analítica.....	25
4.2.	Não escopo.....	26
4.3.	Levantamento de restrições.....	26
4.4.	Premissas.....	27
4.5.	Riscos.....	27
4.6.	Estrutura de gestão e principais atores envolvidos.....	28
5.	Cronograma.....	29
6.	Considerações finais.....	30
7.	Referências bibliográficas.....	32

1. DIAGNÓSTICO

1.1. Definição do problema

A drenagem urbana é um dos principais pontos do saneamento básico, e o tema sempre foi um problema para os municípios, porém só é lembrada no período das chuvas, sendo justamente quando os transtornos ocorrem nas cidades, colocando em risco a segurança e o conforto da população, sem contar que compromete a preservação do patrimônio público, principalmente a durabilidade da capa asfáltica e outras estruturas e o mais grave pode ocasionar tragédias com risco a integridade das pessoas, no município de Goiânia essa realidade não é diferente.

Os problemas ocasionados pela drenagem são as inúmeras ocorrências de alagamentos, de enchentes, de inundações e das enxurradas que provocam impactos ao meio ambiente e a sociedade, e geram as erosões e escorregamento de encostas, além de interdição de vias públicas com prejuízos ao trânsito de veículos, comprometendo a mobilidade urbana e alterações da qualidade das águas superficiais, também envolvem problemas relacionados à saúde pública, tais como doenças de veiculação hídrica. (MONTES & LEITE, 2008).

No município de Goiânia, GO as chuvas deixam as ruas alagadas e causam diversos contratempos, é comum serem registradas quedas de árvores na capital, casas invadidas pelas enxurradas, falta de energia, os semáforos ficam inoperantes e há presenças de danificações no asfalto, que são alguns dos problemas detectados, além de ser muito comum a Marginal Botafogo, uma das principais vias de acesso rápido da cidade, ter o córrego, que é canalizado, transbordado e parte da via ser interditada.

A população sofre por vivenciar momentos de pânico com a invasão das águas pluviais, com risco de as residências desabar colocando suas vidas a mercê e prejuízos dos móveis e eletrodomésticos que podem ser danificados.

Esta problemática se aplica a diversos pontos de Goiânia, GO e com a chegada do período chuvoso, a Defesa Civil Municipal monitora 57 (cinquenta e sete) pontos com risco de alagamento, segundo o órgão, também há 18 (dezoito) pontos críticos que correm riscos de desabamentos e inundações de casas, o que gera uma situação de alerta, e merece uma observação redobrada do município a fim de evitar tragédias. (DEFESA CIVIL MUNICIPAL, 2017).

Essa situação se agrava principalmente com a chegada do final do mês de outubro, quando o período chuvoso se aproxima do estado de Goiás, o que traz alívio para o clima e para os reservatórios de abastecimento de água, que geralmente estão em baixa, porém as chuvas costumam vir acompanhadas de alagamentos em diversas regiões da capital, se tornando um problema eminente para a população.

1.2. Contexto/justificativa do problema

A urbanização das cidades provoca a impermeabilização do solo, o que reduz a infiltração e o escoamento subterrâneo, por isso é comum em poucos minutos após o início de uma precipitação começar a aparecer os primeiros sinais de alagamento (SARABIA, 2013).

Os inúmeros problemas que surgem em decorrência dos impactos da urbanização sobre o meio ambiente, podem ser minimizados com tecnologias alternativas de drenagem, e quando o manejo de águas pluviais são eficientes trazem importantes benefícios, entre eles a melhor condições de tráfego de pessoas e veículos, o favorecimento ao meio ambiente, a saúde humana e redução de custo de manutenção das vias e das infraestruturas entre outros.

Hoje mesmo possuindo o Plano Diretor, o município de Goiânia, GO sofre com diversos problemas ambientais, muitos são decorrentes do processo de urbanização e do ordenamento urbano, devido ao crescimento desordenado, e o uso e a ocupação indevida, principalmente dos fundos de vale, com a supressão vegetal em Áreas de Preservação Permanente (APP), e com a impermeabilização excessiva dos solos nas áreas urbanas, entre outros.

A impermeabilização do solo é a principal causa da deficiência de absorção das precipitações pluviométricas, assim as águas da chuva formam grandes enxurradas, e os bueiros muitas vezes, encontram-se entupidos por falta de estrutura, e pela quantidade de resíduos que são gerados, acrescidos pela falta de educação ambiental da população, essas águas criam rapidamente uma lâmina sobre o asfalto, e arrasta motos e carros, tudo que tem pela frente.

O projeto de intervenção que aborda as tecnologias alternativas em drenagem urbana para os pontos críticos de alagamento do município proposto visa minimizar a problemática levantada.

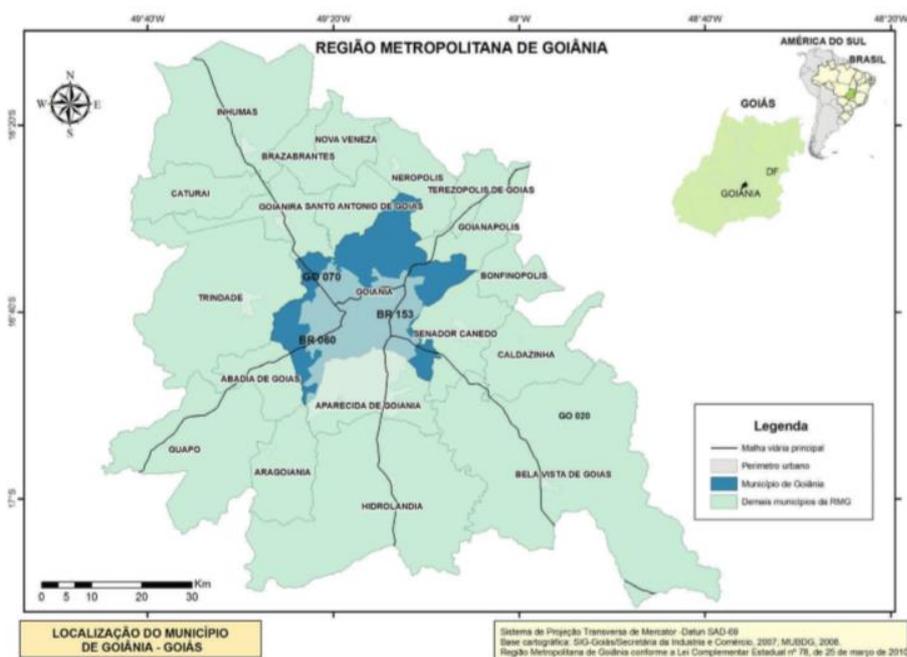
1.3. Metodologia de coleta de dados

Para elaboração deste projeto serão adotadas as seguintes metodologias:

COLETA DE DADOS E INFORMAÇÕES: Realizadas através de pesquisas bibliográficas e de visitas à secretaria de obras e infraestrutura da cidade de Goiânia, GO, com o objetivo de colher as informações a respeito da drenagem da cidade.

A coleta de dados possui caráter importante, uma vez que é por meio dessas informações podemos definir a direção que o projeto seguirá. Essas informações são essenciais, pois se referem ao levantamento dos principais pontos críticos que afetem diretamente o sistema de drenagem e o manejo de águas pluviais. Os pontos escolhidos, podem ser apreciados na Tabela 1, Defesa Civil Municipal entre 2014 e 2017, e consideram os fatores de drenagem natural, as obras de drenagem existente no município e os principais pontos de alagamento da cidade.

1.4. Localização do Projeto de Intervenção



Fonte: Nascimento e Oliveira, 2010.

Figura 1 - Localização do município de Goiânia.

O projeto de intervenção deverá abranger todo o território urbano do Município de Goiânia, GO, porém priorizando o início da implantação nos pontos críticos de alagamento, conforme Tabela 2, Defesa Civil Municipal entre 2014 e 2017.

Tendo em vista que o Município possui aproximadamente 57 (cinquenta e sete) pontos onde os alagamentos são mais frequentes, porém existem 03 (três) pontos que requerem mais atenção, devido ao grande fluxo, interferindo na mobilidade urbana que são a Avenida 87, referencialmente próximo à Praça do Ratinho, a Avenida Assis Chateaubriand, e a Avenida Pio XII, mais precisamente próximo ao Detran, , todos os pontos críticos de alagamento encontram-se na Bacia Hidrográfica do Córrego Botafogo, que será abordado no decorrer deste estudo.

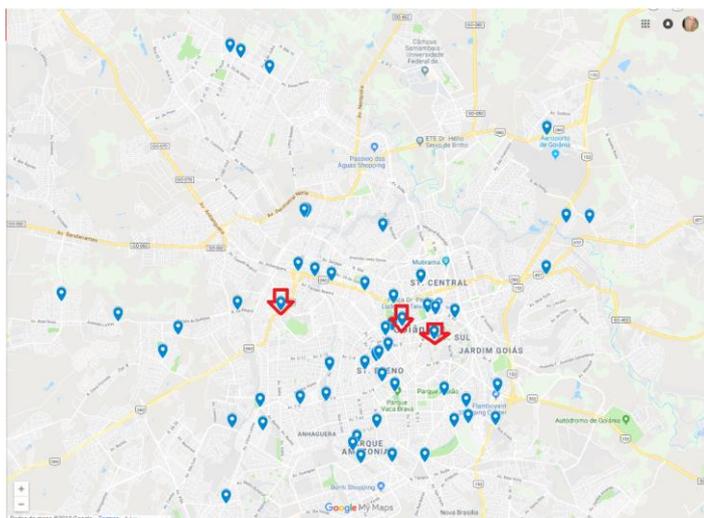


Figura 2 - Mapa com os pontos de Alagamento do Município de Goiânia, GO
Fonte: Levantamento da Defesa Civil Municipal entre 2014 e 2017

Tabela 3 - Pontos de Alagamento. Fonte: Levantamento da Defesa Civil Municipal entre 2014 e 2017

SETOR	DELIMITAÇÃO
1.	Parque Amazonas Avenida Feira de Santana (Córrego Serrinha)
2.	Vila Redenção Rua nonato Mota (Córrego Botafogo)
3.	Parque Amazonas Rua C-183 (Córrego Botafogo)
4.	Parque Amazonas Avenida José Rodrigues de Moraes Neto. (Córrego Serrinha)
5.	Parque Amazonas Rua Anacá, Chacra 67,107 e 108 (Córrego Minaçu)
6.	Jardim América Avenida C-107 (Córrego Cascavel)
7.	Setor Pedro Ludovico Avenida 2ª Radial (Córrego Botafogo)
8.	Vila Novo Horizonte Avenida Mauricio Gomes (Córrego Macambira)
9.	Jardim Presidente Avenida Presidente Kubischek (Córrego Macambira)
10.	Vila Alto da Glória Avenida Recife (Córrego Barreiro)
11.	Vila Novo Horizonte Avenida Miguel do Carmo (Córrego Macambira)
12.	Parque Amazonas Avenida D. Teresinha de Moraes (Córrego Mingau)
13.	Jardim Planalto Avenida T-9 (Córrego Cascavel)
14.	Jardim Esmeralda Rua Teresina (frente a UNIFAN)
15.	Vila Novo Horizonte Avenida Cesar Lates (Córrego Macambira)
16.	Setor Pedro Ludovico Avenida 3ª Radial (Córrego Botafogo)

17.	Jardim América	Rua C-107, com Rua C-190 (próximo a DPCA)
18.	Setor Aeroviário	Avenida Anhanguera com Rua 13 (terminal do DERGO)
19.	Setor Aeroviário	Córrego Cascavel (prox. Fac. Padrão)
20.	Jardim América	Av. C-206, com Av. C- 198 (prox. Bar Mourão)
21.	Setor Bueno	Av. T -9 (prox. Clube Oasis)
22.	Setor Bueno	Av. T-10 (ao lado do Parque Vaca Brava/Gyn shopping)
23.	Setor Bueno	Av. T-8, esq. C/ T- 27 (prox. Instituto Ortopédico)
24.	Setor Bueno	Avenida T-8, com T -30 (Prox. Praça Farias Brito)
25.	Conjunto Caiçara	Rua Dona Maria Kubstcheck c/ Irmã Helena de Figueiredo
26.	Campinas	Av. Anhanguera c/ Quintino Bocaiuva
27.	Centro	Av. Dona Gercina Borges C/Alameda dos Buritis
28.	Centro	Av. 85 c/ Praça Pedro Ludovico Teixeira
29.	Centro	Av. Paranaíba com Rua 23 (Frente ao Estádio Olímpico)
30.	Centro	Avenida Paranaíba (Frente ao Ginásio Rio Vermelho)
31.	Cidade Jardim	Av. Armando de Godoy (Prox. Detran)
32.	Setor Coimbra	Rua 217 com a Praça A
33.	Curitiba III	Av. Oriente c/ Rua JC51
34.	Estrela Dálva	Av. Oriente com Airton Sena
35.	Setor dos Funcionários	Av. Anhanguera com Avenida Perimetral
36.	Setor Goiânia Viva	Av. Tóquio (próximo ao terminal Gyn Viva)
37.	Pq. Ind. João Braz	Rua Marajoara (entre o Bairro Goyá e João Braz)
38.	Jardim Guanabara	Rua Belo Horizonte (prox. Igreja Católica Jesus Bom Pastor)
39.	Residencial Itamaracá	Rua RIT 13
40.	Residencial Itamaracá	Rua RIT c/ rua SP 19 (Prox. Ribeirão Anicuns)
41.	Jardim Novo Mundo	Av. Anhanguera (Prox. Viaduto da BR 153)
42.	Setor Oeste	Avenida Anhanguera (Baixada do Lago das Rosas)
43.	Setor Oeste	Avenida T-7 c/ a Rua 31 (Prox. à Fibrauto)
44.	Setor Oeste	Avenida T-7, c/ Ruy Brasil Cavalcante (Prox. Paróquia São Paulo Apóstolo)
45.	Setor Oeste	Av. Assis Chateaubriand (Prox. Fórum)
46.	Setor Pedro Ludovico	Av. 1ª Radial (Prox. ao HUGO)
47.	Setor Perim	Rua da Alegria com Viela da Geni e da Mina
48.	Recanto do Bosque	Av. Goiás com a Av. Mangalô (Prox. Igreja Comunidade Boas Novas)
49.	Setor Santo Hilário	Rua Abel Rodrigues (Prox. Córrego Ladeira)
50.	Setor Sul	Rua 87, próximo a (Praça do Ratinho)
51.	Setor Sul	Rua 83 com a Rua 83-A (Prox. à Praça)
52.	S. Centro Oeste	Avenida B, com rua 41
53.	Conjunto Vera Cruz	Av. Gercina Borges Teixeira (prox. Avenida Frei Confalone)
54.	Setor Bueno	Av. T-2 c/ Avenida T-8
55.	Jardim América	Avenida C -107 c/ a Rua C-187
56.	Jardim Goiás	Viaduto da avenida H c/ Av. Jamel Cecílio
57.	P. Ind. João Braz I e I	Av. Francisco Alves de Oliveira, Entre o João Braz I e o II (Córrego São José)

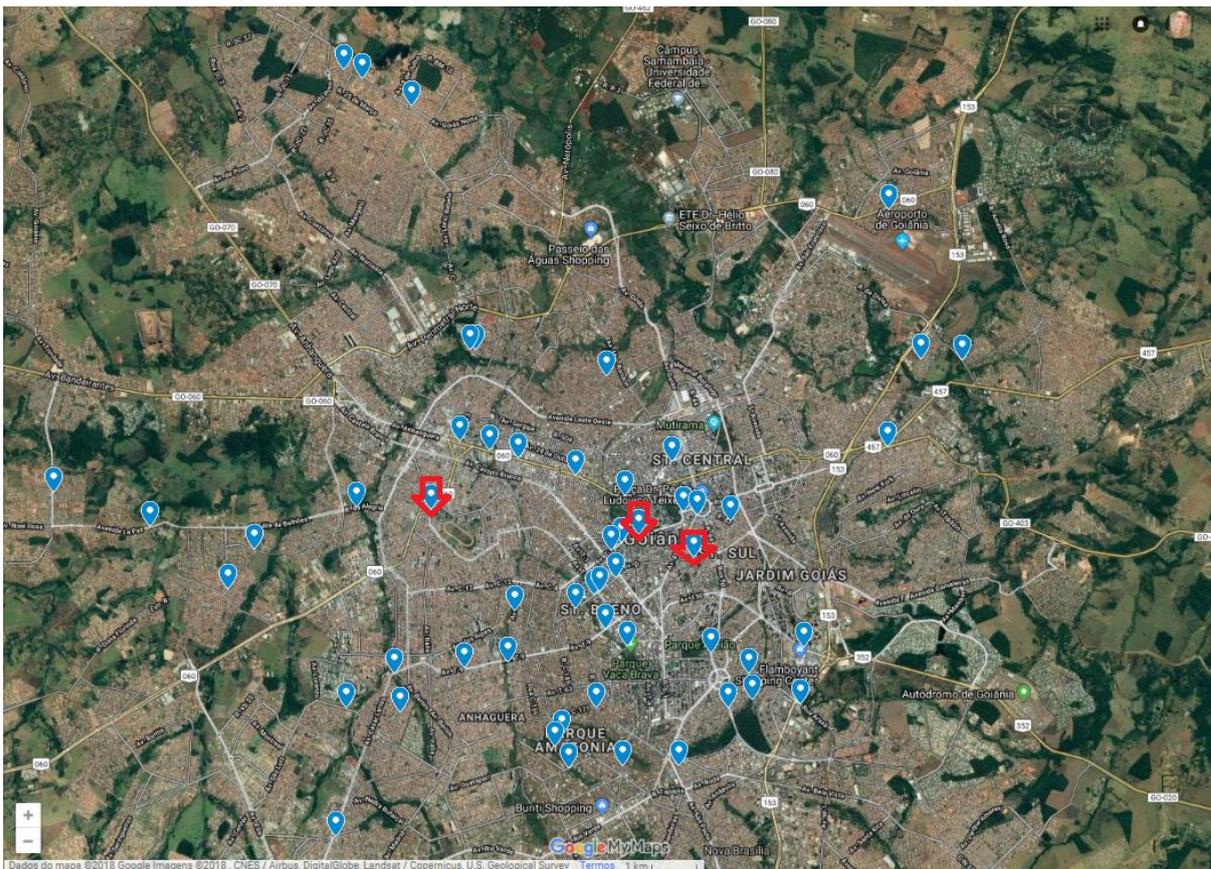


Figura 3- Mapa com os pontos de Alagamento do Município de Goiânia, GO
Fonte: Levantamento da Defesa Civil Municipal entre 2014 e 2017

A região Sul do município além de pontos de alagamento é a mais afetada com as quedas de galhos nas ruas e calçadas sendo comum após o período de precipitação na cidade, geralmente interdita as vias da Capital e essa somatória de ocorrências causam transtornos para os moradores, tais como a dificuldade da mobilidade urbana.



Figura 4 Alagamento na Marginal Botafogo. Fonte Reprodução/TV Anhanguera



Figura 5 - Marginal Botafogo com o com asfalto danificado após a precipitação. Fonte Reprodução/TV Anhanguera



Figura 6 - Alagamento na Avenida Jamel Cecílio.
Fonte Reprodução/TV Anhanguera



Figura 7 - Alagamento na Avenida 85, provoca capotamento de carro. Fonte Reprodução/TV Anhanguera

Além do registro das quedas das árvores e galhos, há quedas temporárias de energia, muitas regiões da cidade apresentam ruas danificadas, com asfalto sendo levado pela força das enxurradas.



Figura 8 - Queda de árvore ao lado do Pão de Açúcar Setor Alto da Glória. Fonte Reprodução/TV Anhanguera



Figura 9 - Queda de árvore na Rua T-68 com a T-15. Fonte Reprodução/TV Anhanguera



Figura 10 - Período chuvoso preocupa moradores das regiões de áreas de risco, em Goiânia. Fonte Reprodução/TV Anhanguera

1.6. Público-Alvo

A implantação de infraestrutura de drenagem urbana é de interesse comum a todos os cidadãos, pois impacta diretamente ou indiretamente na vida da comunidade, uma vez que os problemas gerados pela ausência ou ineficiência, coloca a vida das pessoas em risco e limita a mobilidade urbana, portanto se faz necessário a presença de alguns atores para garantir a efetividade e o avanço nos debates e ações propostas para as tecnologias alternativas em drenagem urbana do município.

Os atores podem ser definidos em 02 (dois) grupos.

- **SOCIEDADE CIVIL ORGANIZADA:** Associação de moradores, Conselho de classe (CREA), e urbanistas (CAU) e as Instituições acadêmicas e científicas, dentre outros.
- **PODER PÚBLICO:** Todas as secretarias da administração municipal são de extrema importância, porém há algumas essenciais tais como a Secretaria Municipal de Planejamento e Urbanismo (SEPLAN), Secretaria Municipal de Infraestrutura (SEINFRA), Companhia de Urbanização de Goiânia (COMURG), Companhia Saneamento de Goiás S.A. (SANEAGO), Secretaria Estadual do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos, Cidades, Infraestrutura e Assuntos Metropolitanos (SECIMA), Agência Municipal do Meio Ambiente (AMMA), Ministério Público de Goiás, Procuradoria e Gabinete do prefeito.

1.7. Duração

O projeto de Intervenção prevê sua elaboração até o monitoramento contara com profissionais multidisciplinares subdivididos em 02 (dois) grupos, sendo eles: Equipe de Campo e Equipe Técnica, como pode ser apreciada na Tabela 2.

Considerando que o Projeto de Intervenção na sua proposta se limita à elaboração dos estudos e projetos voltados para implantação e melhoria de infraestrutura de drenagem urbana do município de Goiânia, GO, com a aplicação de tecnologias alternativas em drenagem urbana definida pela equipe técnica a duração prevista será de 97 (noventa e sete) dias.

Tabela 4 - Duração das atividades do Projeto de Intervenção. Fonte: Autora

	Nome	Duração	Antecessores	Nomes dos Recursos
1	PLANO DE INTERVENÇÃO - TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS EM DRENAGEM URBANA	97 dias		
2	ESTUDO DE VIABILIDADE PARA IMPLANTAÇÃO	15 dias		
3	Estudo da Demanda	15 dias		Equipe de campo
4	Seleção do Modelo de Prestação de Serviço	7 dias		Equipe Técnica
5	ESTUDO DE VIABILIDADE PARA IMPLANTAÇÃO	66 dias		
6	Definir perfil da equipe de profissionais	7 dias		Equipe Técnica
7	Divulgação do Processo Seletivo	15 dias	6	Equipe Técnica
8	Seleção de Currículo	7 dias	7	Equipe Técnica
9	Avaliação e Divulgação de Resultado	7 dias	8	Equipe Técnica
10	Convocação dos Selecionados	15 dias	9	Equipe Técnica
11	Finalização do Processo Seletivo Interno	15 dias	10	Equipe Técnica
12	PROJETO PARA A IMPLANTAÇÃO	52 dias		
13	Levantamento dos Pontos Críticos	15 dias		Equipe de campo
14	Definir locais de Implantação	7 dias	13	Equipe Técnica
15	Elaboração de Projeto Básico	15 dias	14	Equipe de campo
16	Aprovação do Projeto	15 dias	15	Equipe de campo
17	IMPLANTAÇÃO DO PROJETO	45 dias		
18	Aplicar as tecnologias alternativas em drenagem urbana definida pela equipe técnica	15 dias	12	Equipe de campo
19	Monitoramento	30 dias	18	Equipe Técnica

1.8. Valor previsto

Vale ressaltar que as obras de drenagem possuem uma importância fundamental quando se refere a infraestrutura dos municípios, seu custo também é muito elevado, o que dificulta a sua implantação e exige a buscas de recursos dos governos estadual e federal.

Segundo Dal-Prá, (2016) o gráfico a seguir apresenta uma proporção dos valores gastos com as galerias de águas pluviais proporcionalmente aos custos com as demais infraestruturas entre elas estão às obras de pavimentação urbana, a rede de energia elétrica e iluminação pública, a rede de abastecimento de água, e a rede de coleta de esgoto.

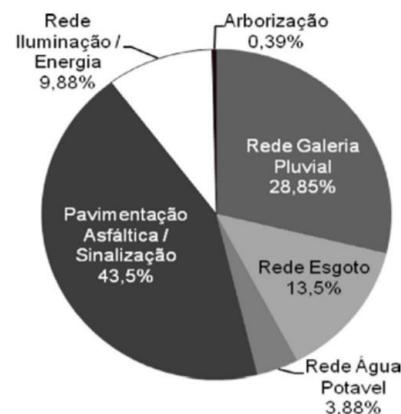


Gráfico 1 - Responsabilidade do Poder Público em relação à eficiência nos processos ligados à drenagem urbana. Fonte: CREA-PR

O gráfico demonstra a responsabilidade e a importância que o Poder Público quanto a eficiência nos processos ligados ao sistema de drenagem urbana, sendo imprescindível que o Poder Público, em especial as Prefeituras dos Municípios, contem com profissionais que possuam atribuição na área de elaboração de projetos, execução, fiscalização e acompanhamentos das obras, a fim de viabilizar o menor custo, alcançar a maior cobertura da rede de drenagem e garantir que a execução seja adequada e acordo com os projetos propostos.

O Projeto de intervenção tem entre as tecnologias sugeridas as Trincheiras de infiltração as Bacias de Infiltração, as Valas de Infiltração e os Bio-retenção que além de possui longas vidas úteis tem a vantagem de armazenar as águas superficiais, da infiltração e da recarga do lençol freático. (BOUWER, 2002).

Tabela 5 - Custos construtivos de trincheiras de infiltração Fonte: Melo T.A.T. et al.(2016)

Fonte	Souza (2002)		Graciosa, Mediondo e Chaudhry (2008a)
Área de contribuição (m ²)	600	450	250
Dimensão (m ³)	8,00	7,20	4,50
Custo * (R\$)	450,00	700,00	394,67

Nota: *o custo não inclui equipamentos de monitoramento.

As tecnologias alternativas em drenagem urbana, possui exclusivamente a colaboração das equipes multidisciplinares que já compõem o quadro de funcionários do próprio município, que foram estimadas considerando suas habilidades técnicas e distribuídas em 02 (duas) equipes de acordo com os profissionais:

- Equipe 01: Equipe de campo (Técnicos e Assistentes);
- Equipe 02: Equipe Técnica (Engenheiros e Arquitetos).

2. OBJETIVOS

O presente projeto de Intervenção tem como objetivo geral propor tecnologias alternativas em drenagem urbana para o município de Goiânia, GO, visa identificar e sugerir medidas para minimizar os impactos ambientais que foram provocados pela urbanização e estão associados à drenagem de águas pluviais.

2. 1. Objetivos Específicos:

- Melhorar a infraestrutura de drenagem urbana do município de Goiânia, GO;
- Apresentar as tecnologias alternativas em drenagem urbana;
- Incorporar o modelo atual e apresentar um conceito de drenagem urbana moderna, com enfoque ambiental, baseadas em técnicas de manutenção de áreas permeáveis, priorizando o armazenamento e infiltração da água no solo;
- Minimizar e / ou extinguir as áreas de Risco de Alagamento do Município;
- Garantir a mobilidade urbana, o livre acesso da população com segurança e conforto sem colocar os cidadãos em risco devido as constantes enxurradas;
- Manter a preservação dos patrimônios públicos, tais como a durabilidade da capa asfáltica e outras estruturas.

3. MARCO TÉCNICO E TEÓRICO

Devido a importância do conhecimento dos conceitos que estão relacionados a Drenagem Urbana e seus desafios para o município afim de prioriza o armazenamento e infiltração das águas no solo, para o desenvolvimento deste projeto de intervenção destacam-se os seguintes aspectos:

- **URBANIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE GOIÂNIA, GO.**

Em 1947, foi aprovado o 1º Código de Edificações de Goiânia, GO que envolveu toda a legislação urbana, entre elas as questões de Uso e Ocupação do Solo, Zoneamento e Loteamentos, porém pouco restritivo, principalmente no que refere aos aspectos que envolve a expansão urbana, o que fez o poder público municipal perder a autonomia sobre o uso e ocupação do solo, e gerou uma disseminação desordenada dos loteamentos.

A partir da década de 1950, com o intenso processo de expansão demográfico e crescimento urbano, o que resultou em diversos problemas socioambientais, evidenciando entre os eles a ocupação de áreas impróprias, a devastação da cobertura vegetal dentre elas as áreas de preservação permanente (APP), a formação de processos erosivos, a impermeabilização do solo, entre outros (NASCIMENTO e OLIVEIRA, 2010).

Apenas em 1980, regulamentou-se a nova Lei de Zoneamento, que introduziu medidas de proteção ao meio ambiente, incluindo a preservação das drenagens, das matas de galerias e fundos de vales, essa lei determina a existência da Zona Verde de Proteção, que visa preservar uma faixa de 50 m de largura nas laterais ao longo das drenagens, porém muitos fundos de vales, já naquela época se encontravam loteados (GOIÂNIA, 1980).

- **IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO NOS SISTEMAS DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS**



Figura 12 - Placas espalhadas na Cidade alertando riscos de Alagamento. Fonte Reprodução/TV Anhanguera

O crescimento e a expansão urbana, marcadas nas últimas décadas com um acelerado ritmo de urbanização das áreas que inicialmente eram rurais e tornaram se urbanas, contribuíram para o surgimento de profundas alterações no ciclo hidrológico natural, evidenciando ocorrências de situações que ameaçam o desenvolvimento equilibrado e estável do meio ambiente. Entre elas podemos citar alguns impactos provocados pelos sistemas de drenagem:

Devido a subdimensionamento e / ou os entupimentos e obstruções das secções de escoamento, provocam um aumento das descargas caudais para o meio ambiente e consequentemente o incremento de poluição para os meios receptores.

O comportamento hidráulico deficiente das redes de drenagem pluvial e a descarga de escorrências pluviais caídas em zonas pavimentadas ocasiona inundações em diversos pontos da cidade.

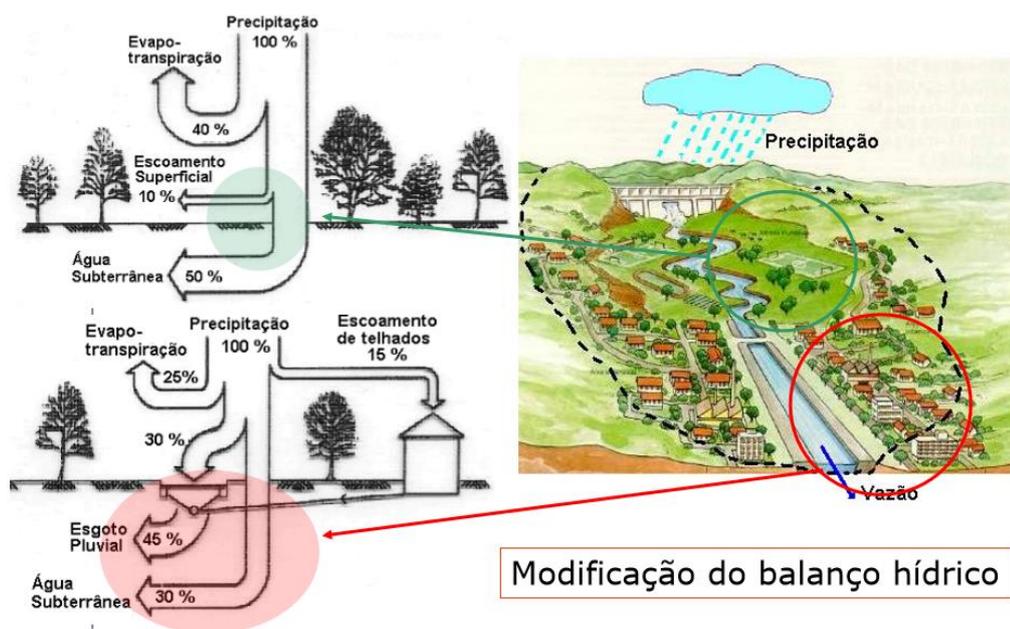


Figura 13 - Efeito da Urbanização sobre o Comportamento Hidrológico. Fonte ARAGÃO (2017)

- SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA

Pode ser definido como sistemas de drenagem urbana os sistemas preventivos de inundações, esses sistemas quando não considerado no início do planejamento urbano, apresenta uma probabilidade alta de ser projetado e posteriormente revelar-se com um custo alto e deficiente ao município.

Os sistemas de drenagem urbana são classificados conforme as suas dimensões sendo os sistemas de microdrenagem e sistemas de macrodrenagem, também conhecido como drenagem principal.

Institucionalmente a infraestrutura de microdrenagem no Brasil, é uma das competências dos governos municipais, sendo de total responsabilidade a definição das ações nesse setor, e amplia esta competência aos governos estaduais, quando crescem a relevância, e o sistema passa a ser de macrodrenagem.

As Macro drenagem são intervenções realizadas em fundos de vale para coletar as águas pluviais sendo elas providas ou não com os sistemas de microdrenagem e visam evitar as enchentes nas áreas urbanizadas, engloba as retificações e construções de canais.

Deve ser de competência da Administração Municipal, (Prefeitura), todos os serviços de infraestrutura urbana básica que são relativos à microdrenagem e serviços correlatos, o que inclui as terraplanagens, as guias também conhecidas como meio-fio, as sarjetas, as galerias de águas pluviais, as pavimentações e também as obras de contenção de encostas.

Segundo Sales e Nascimento (2003), as 02 (duas) principais causas das erosões no município de Goiânia são as galerias de águas pluviais nas áreas pavimentadas e o escoamento que ficam concentrados nas áreas sem asfaltamento.



Figura 14 - Microdrenagem e serviços correlatos.
Fonte: Sousa (2017)

3.1. TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS EM DRENAGEM URBANA

De acordo as diretrizes propostas na lei nº 9.511, e a Política Nacional de Saneamento Básico, que repassa aos municípios a responsabilidade pelo planejamento, regulação, operação, fiscalização, e gestão do funcionamento da drenagem urbana, do abastecimento de água, esgotamento sanitário e dos resíduos sólidos.

Faz parte do projeto de intervenção propor as tecnologias alternativas em drenagem urbana o que visa controlar e minimizar o risco das inundações e alagamentos nos pontos críticos da cidade.

Segundo Pompêo (2000) e Carvalho, Luiz e Gonçalves (2012) são necessário considerar 03 (três) aspectos que são o econômico, o social e o ecológico para obter uma adequada drenagem urbana adaptada ao crescimento urbano, pode contar as Técnicas compensatórias tais como as trincheiras de infiltração, os sistemas de biorretenção e as bacias de infiltração que são tecnologias implantadas nas áreas urbanas e que possuem a finalidade de diminuir as vazões a jusante, assim maximizar o controle dos escoamentos na fonte e resgatar os mecanismos naturais de escoamento no perímetro urbano.

Portanto o manejo adequado das águas pluviais priorize os métodos que controlem os deflúvios na fonte pode reduzir não só os alagamentos, minimizar os riscos, mas também todos os danos causados tanto aos cofres públicos quanto aos cidadãos.

3.1.1 TRINCHEIRAS DE INFILTRAÇÃO

Trata-se de uma técnica linear, é um sistema de infiltração que pode ser implantado em diversos locais, pois possui a facilidade de integrar ao ambiente através de suas propostas de design, não existe entre as dimensões da trincheira de infiltração um padrão de proporcionalidade, a dimensão de comprimento é superior às de largura e profundidade, são projetadas ao longo de superfícies impermeáveis e destinadas a amortecer os volumes superficiais.

As trincheiras de infiltração são sistemas construídos com finalidade de proporcionar uma infiltração mais direcionada das águas superficiais no solo as áreas escavadas e preenchidas por material granular, do tipo off-channel, tais como brita ou seixos rolados. (AKAN, 2002; BOUWER, 2002).

Não existe um padrão estrutural das trincheiras de infiltração, geralmente são separadas e protegidas por um geotêxtil, assim evita a entrada de elementos contaminantes e

de partículas finas, pode adicionar, uma camada de areia ou até mesmo de material orgânico sobre a superfície da estrutura, com isso potencializa a retenção de poluentes possíveis mediante o processo de adsorção (UNITED, 1999; AKAN, 2002; CHAHAR; GRAILLOT; GAUR, 2012).

Podem ser enterradas ou superficiais, apresentar formatos diferenciados, tais como trapezoidais ou retangulares, pois depende da disponibilidade espacial do local, geralmente implantadas em espaços limitados, tais como as calçadas, os estacionamentos, os lotes residenciais e as rodovias (DUCHENE; MCBEAN; THOMSON, 1994).

Por ser principalmente projetadas com a finalidade de armazenar as águas superficiais, posterior a percolação da água no solo e a recarga das águas subterrâneas e concomitantemente à retenção de elementos que são poluentes advindos do escoamento superficial, assim a implantação de uma trincheira de infiltração é um projeto que requer análises prévias sobre com informações gerais da realidade do local onde deve ser implantado, tais como os aspectos urbanos que engloba o uso e a ocupação, a infraestrutura já existente, os aspectos topográficos, os hidrogeológicos, entre outros.

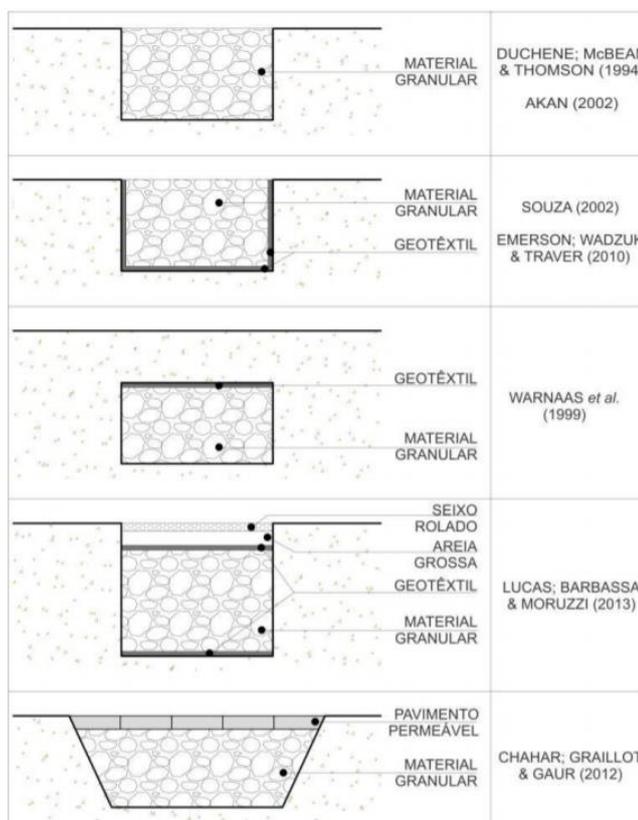


Figura 15 - Perfis de trincheiras de infiltração adotadas na literatura.
Fonte: Melo T.A.T. et al.(2016)

A Figura 15 retrata os perfis de trincheiras de infiltração trabalhadas e apresentadas por estudos, onde os autores citados constataam que não há uma uniformização de projeto para esse sistema.

De acordo com Creaco e Franchini (2012), pode ser baseado o dimensionamento na camada de armazenamento do sistema, sendo projetado para reter temporariamente as águas superficiais, ainda que o solo abaixo do sistema esteja saturado, a elaboração do projeto de uma trincheira de infiltração deve ser realizada de forma minuciosa, atentando para que os fluxos superficiais sejam atenuados antes da ocorrência de um próximo evento de precipitação.

Portanto as trincheiras são escavações rasas e preenchidas com pedras com finalidade de proporcionar um armazenamento que permita a infiltração das águas pluviais, subterrâneo e temporário no terreno.

De acordo com Ciria, (2007) sua configuração ideal deve receber o fluxo lateral de uma superfície adjacente impermeável, porém pode também receber entradas de fontes pontuais, além de possuir a largura e profundidade em sua forma reduzidas em relação ao comprimento.

A trincheira de infiltração pode ser usada tanto como parte de um grande sistema de drenagem de águas pluviais, quanto como integrante de um sistema de água de chuva para uma pequena área (PENNSYLVANIA, 2006).



Figura 16 - Execução de uma trincheira Perfis.
Fonte: CIRIA, (2007)

3.1.2 BACIAS DE INFILTRAÇÃO

Segundo IPH/DEP (2005) as bacias de infiltração são terrenos cercados por taludes que retêm as águas pluviais até que elas infiltrem por meio da base e de seus lados.

Geralmente são escavadas e utilizadas em pequenas encostas que já existe na área, e para adotar esse método é importante certificar a permeabilidade do solo e também o nível do lençol freático, se está suficientemente profundo, sua indicação é para áreas de até 20 (vinte) hectares; vale ressaltar que o uso do vertedouro precisa ser de caráter emergencial, uma vez que o volume retido é unicamente liberado por infiltração.

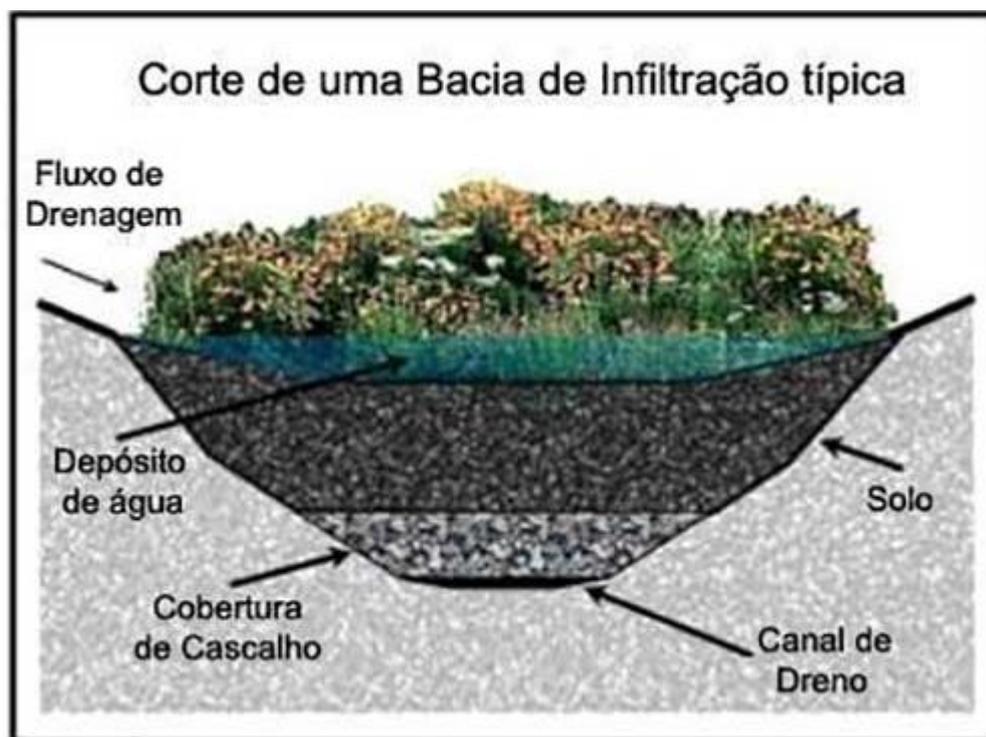


Figura 17 – Bacia de Infiltração.
Fonte: IPH/UFRGS,223p.,2005.

3.1.3 VALAS OU VALETAS DE INFILTRAÇÃO

Frequentemente esse método é empregado paralelos às ruas, as estradas, os estacionamentos e os conjuntos habitacionais, uma vez que as valas ou valetas de infiltração são dispositivos de drenagem lateral e concentram o fluxo das áreas próximas e propiciam condições para uma infiltração ao longo do seu comprimento.

Durante precipitações intensas o nível das águas se eleva bastante e permanecem com água durante um período de tempo, já que a infiltração é vagarosa. Assim o volume das valas ou valetas devem ser suficientemente grandes para evitar que ocorram alagamentos, quando o

escoamento for maior que a capacidade de infiltração, estrutura como um reservatório de detenção e nos períodos de precipitações escassas ou até mesmo de estiagem, a estrutura é mantida seco (TUCCI, 1998).

Vale ressaltar que esse tipo de estrutura é praticável apenas em áreas de solo permeável, e que o nível médio do lençol freático seja inferior ao fundo da vala, para evitar contaminação do mesmo.



Figura 18 – Vala de Infiltração.
Fonte: CIRIA, (2007)

3.1.4 BIO-RETENÇÃO

Os sistemas de bio-retenção são depressões não muito profundas em que são plantadas principalmente vegetações nativas que são selecionadas com o objetivo de reter as águas de chuva também são conhecidos por jardins da chuva, adequadamente projetadas, a técnica imita os ecossistemas florestais naturais por meio de uma diversidade de espécies, da densidade e da distribuição da vegetação, priorizando a utilização de espécies nativas, e resulta além da retenção das águas pluviais em um sistema resistente a insetos, a doenças, a poluição e as alterações climáticas. (PENNSYLVANIA, 2006).

Geralmente são inseridas plantas de diferentes espécies, tamanhos, que compõem a paisagem natural da região inserida, são estabelecidos nos terrenos baixos para que as águas precipitadas na bacia escoem até eles, as águas provenientes das chuvas intensas que empõem na superfície e infiltram no solo, assim por meio de adsorção, de filtração e

decomposição da matéria orgânica os poluentes são extraídos da água, já os elementos fundamentais do sistema são as plantas, que são as responsáveis pela retirada da água e dos poluentes (RIGHETTO, 2009).

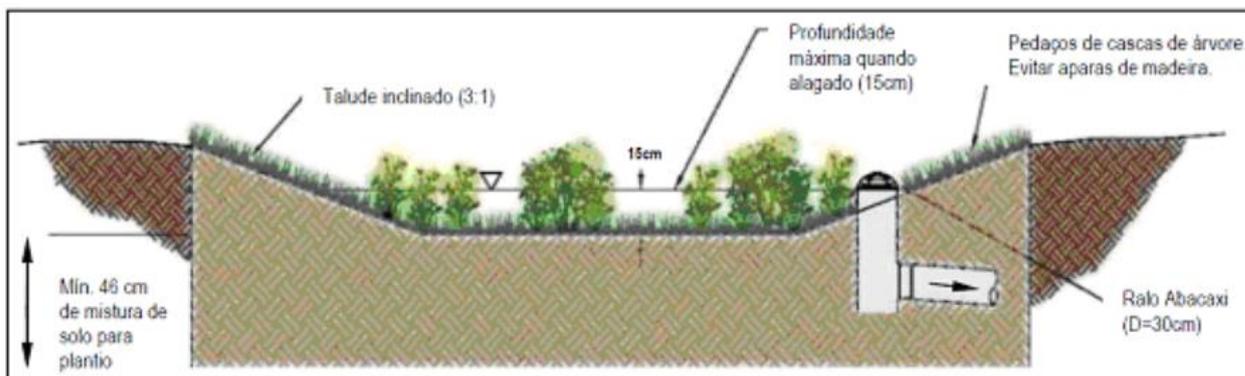


Figura 19 – Exemplo Bio-retenção com extravasador. Fonte: PENNSYLVANIA,(2006)

Com a adoção das tecnologias de drenagem que visam a infiltração das águas no solo e reduzir consideravelmente os escoamentos superficiais, o que amortece os picos das vazões durante os eventos chuvosos, minimizando os alagamentos e podem auxiliar na diminuição das inundações urbanas.

A escolha da tecnologias e métodos adotados deve ser projetado conforme as características da área de risco de alagamentos a ser implantada e os pontos favoráveis quanto à implantação das Trincheiras de Infiltração, das Bacias de Infiltração, das Valas de Infiltração e do Bio-retenção é que estes dispositivos permitem:

- recarga de águas subterrâneas;
- redução de cheias à jusante;
- redução da vazão de pico das águas pluviais.

Vale ressaltar que o Projeto de intervenção deve prever a manutenção periódica que é de extrema importância, com a finalidade de aumentar a longevidade do sistema e manter o bom desempenho dos métodos não convencionais de drenagem adotados, para não exigir reabilitação dispendiosa.

4. ESCOPO

4.1. Estrutura Analítica

A Estrutura Analítica do Projeto (EAP) que será apresentada descreve as entregas previstas do resultado do projeto de intervenção contendo as características desejadas.

- Formação de equipe de profissionais qualificados;
- Levantamento do sistema de drenagem existente e manutenção de cadastro atualizado;
- Aplicar as tecnologias alternativas em drenagem urbana definida pela equipe técnica.

O projeto de intervenção proposto, conforme EAP ilustrada na figura 20, abrangem as seguintes entregas:

1. ESTUDO DE VIABILIDADE PARA IMPLANTAÇÃO DA DRENAGEM URBANA

- ✓ Estudo da Demanda
- ✓ Seleção do Modelo de Prestação de Serviço

2. ESTUDO DE VIABILIDADE PARA IMPLANTAÇÃO

- ✓ Definir perfil da equipe de profissionais
- ✓ Divulgação do Processo Seletivo
- ✓ Seleção de Currículo
- ✓ Avaliação e Divulgação de Resultado
- ✓ Convocação dos Selecionados
- ✓ Finalização do Processo Seletivo Interno

3. PROJETO PARA A IMPLANTAÇÃO

- ✓ Levantamento dos Pontos Críticos
- ✓ Definir locais de Implantação
- ✓ Elaboração de Projeto Básico
- ✓ Aprovação do Projeto

4. IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

- ✓ Aplicar as tecnologias alternativas em drenagem urbana definida pela equipe técnica
- ✓ Monitoramento

Figura 20 - Estrutura Analítica do Projeto – EAP. Fonte: elaboração própria



4.2. Não escopo

As ações apresentadas que não serão contempladas no planejamento, ainda que tenham relação com o projeto de intervenção serão o não escopo, o que pretende evitar expectativas criadas que não será contemplada na proposta inicial.

Os não escopo contemplados pelo projeto são:

- Captação de recursos para execução do projeto;
- Elaboração de orçamentos;
- Elaboração de projetos executivos de engenharia;
- Realizar a contratação de empresas para prestação dos serviços.

4.3. Levantamento de restrições

O descaso das autoridades com a estrutura já existente da Drenagem Urbana do Município e o quadro reduzido e até mesmo a ausência de profissionais no Poder Público com a experiência de atuação na área, trouxe consequências apresentadas na problemática desse projeto de intervenção e traz restrições na sua elaboração.

O quadro atual demonstra uma urgente necessidade de intervenção com relação à drenagem urbana existente, e uma das restrições para a elaboração do projeto e a sua concretização são as buscas de recursos para viabilização das obras e recuperação das estruturas existentes e a implantação de novas tecnologias alternativas em drenagem urbana.

Também existem outros fatores internos e externos que associados ao escopo podem limitar as ações previstas no projeto tais como o poder executivo abortar os custos de implantação do projeto.

Ainda está sujeito o Projeto de Intervenção apresentar pedidos de alterações ao longo do seu desenvolvimento pela equipe técnica, o que deve ser analisado e restrito ao máximo a fim de evitar atrasos significativos o projeto.

4.4. Premissas

A elaboração do Projeto de Intervenção considera como ponto de partida para a organização do projeto as seguintes premissas:

- Os recursos Humanos serão selecionados exclusivamente através de processo seletivo para garantir a qualificação técnica dos profissionais;
- O responsável pelo projeto possuir o conhecimento técnico e experiência com as tecnologias alternativas em drenagem urbana;
- O responsável pelo projeto ter autonomia para selecionar os membros da equipe de forma a filtrar os profissionais que possuam capacidade e experiência para execução do projeto proposto;
- Os recursos financeiros necessários para execução do projeto estarão previstos no Plano Plurianual já o orçamento e o cronograma físico-financeiro serão planejados conforme escopo original mencionado no projeto, e pode haver alterações no prazo previsto conforme a necessidade de modificação do projeto durante seu andamento.

4.5. Riscos

O projeto de intervenção deve levar em consideração alguns riscos que podem atrasar o andamento das ações ou até mesmo comprometer a eficiência da implantação das tecnologias alternativas em drenagem urbana propostas tais como:

- As mudanças climáticas com alteração nas precipitações com consequente alteração na vazão de escoamento das redes já existentes;
- A falta de manutenção quando se refere à limpeza e cuidado, sendo um princípio fundamental para o funcionamento perfeito de todo o sistema de tecnologias alternativas em drenagem urbana implantado;
- A falta de compromisso e responsabilidade na observância dos projetos durante a execução das obras.

4.6. Estrutura de gestão e principais atores envolvidos

Para alcançar os objetivos do projeto de intervenção, será fundamental o envolvimento e participação de diversos órgãos do município tais como a Secretaria Municipal de Planejamento e Urbanismo (SEPLAN), Secretaria Municipal de Infraestrutura (SEINFRA), a Companhia de Urbanização de Goiânia (COMURG), a Agência Municipal do Meio Ambiente (AMMA) e o gabinete do prefeito.

Para o sucesso do Projeto de intervenção além de envolver os entes municipais é interessante a participação da Companhia Saneamento de Goiás S.A. (SANEAGO), da Secretaria Estadual do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos, Cidades, Infraestrutura e Assuntos Metropolitanos de Goiás (SECIMA).

Referente aos recursos, as despesas do projeto de intervenção devem estar previstas no Plano Plurianual (PPA), na Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) e na Lei Orçamentária Anual (LOA), pois é indispensável verificar e identificar os recursos disponíveis para execução do projeto, os quais podem ser provenientes de parcerias e convênios ou através de recursos próprios.

Considerando as intervenções necessárias, a articulação com algumas instituições e Conselhos de Classe agrega valor ao projeto e garante a contribuição de profissionais multidisciplinares no desenvolvimento e elaboração do projeto de intervenção, dentre eles as Instituições acadêmicas e científicas, os Conselho de classe (CREA), e urbanistas (CAU), entre outros.

5. CRONOGRAMA

PROJETO DE INTERVENÇÃO	30 DIAS	60 DIAS	90 DIAS	120 DIAS
	SEMANAS	SEMANAS	SEMANAS	SEMANAS
ESTUDO DE VIABILIDADE PARA IMPLANTAÇÃO				
Estudo da Demanda	■	■		
Seleção do Modelo de Prestação de Serviço	■	■		
ESTUDO DE VIABILIDADE PARA IMPLANTAÇÃO				
Definir perfil da equipe de profissionais		■		
Divulgação do Processo Seletivo		■	■	
Seleção de Currículo			■	
Avaliação e Divulgação de Resultado			■	
Convocação dos Selecionados			■	■
Finalização do Processo Seletivo Interno			■	■
PROJETO PARA A IMPLANTAÇÃO				
Levantamento dos Pontos Críticos			■	■
Definir locais de Implantação			■	■
Elaboração de Projeto Básico			■	■
Aprovação do Projeto Básico			■	■
IMPLANTAÇÃO DO PROJETO				
Aplicar as tecnologias alternativas em drenagem urbana definida pela equipe técnica				■
Monitoramento				■
				97 DIAS

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto de intervenção apresenta tecnologias alternativas para minimizar os impactos causados nos pontos críticos de alagamentos presentes em ruas e avenidas, e também as inundações frequentes dos rios e córregos que passam pelo município de Goiânia, GO e que impede a mobilidade urbana, além de gerar acidentes de trânsito, invadir casas e causar perdas materiais e colocar em risco a vida dos cidadãos.

O projeto visa solucionar os episódios de inundações no centro urbano do município, onde as decorrências de eventos chuvosos são cada vez mais frequentes e expandindo-se para mais pontos de riscos, observa-se que a impermeabilização do solo, é um fator que impede a infiltração das águas da chuva e consisti em um dos principais causadores deste aumento do escoamento superficial.

Adiciona a implantação de tubulações de drenagem que torna o escoamento das águas Pluviais até os pontos mais baixos da bacia mais rápido, o que diminui o tempo de deslocamento, além de aumentar os picos de vazão.

Vale ressaltar que aumentando a infiltração das águas pluviais no solo, afim de controlar o escoamento superficial e minimizar os riscos de alagamentos, pode ser realizado com a adoção de técnicas alternativas de drenagem.

As tecnologias presentes nesse projeto de intervenção apresentam uma solução passível de implantação, mais sustentáveis hidrologicamente e minimiza os impactos negativos consequentes de um processo de urbanização crescente que escapou do planejado, sendo abordados 04 (quatro) tipos de dispositivos de tecnologias de drenagem urbana que permitem a infiltração das águas precipitadas sendo as Trincheiras de Infiltração, as Bacias de Infiltração, as Valas de Infiltração, e o Bio-retenção.

Como forma de amenizar o problema e contribuir para melhorar, o projeto de intervenção apresenta alternativas de tecnologias de Drenagem Urbanas que podem contribuir para a redução do escoamento superficial.

Devido ao uso excessivo do concreto e pavimentações o percentual das áreas impermeáveis elevou e diminuiu as taxas de infiltração das águas pluviais o que aumentou o escoamento superficial.

No período chuvoso essas alterações ajudam a promover picos altos de vazão e também elevaram a frequência das enchentes no município, principalmente considerando que as

dimensões das tubulações construídas nas redes de drenagem, foram projetadas inicialmente para uma determinada vazão que atualmente já foi igualada ou superada, o que torna o projeto obsoleto.

A solução destes problemas, geralmente são adotadas medidas estruturais, entre elas as obras de drenagem que somente transferem via tubulações as águas precipitadas para áreas mais à jusante, muitas vezes sem avaliar globalmente as bacias, porém deve ser considerado o uso de tecnologias que retenham água nas bacias hidrográficas, o que permitem a infiltração das águas e a redução dos escoamentos superficiais.

A adesão ao uso de tecnologias e sistemas sustentáveis de drenagem urbana transformou-se essencial para amenizar ou até mesmo solucionar inúmeras questões urbanas.

Deve primar a adoção de métodos que não são convencionais e busquem o controle na fonte, tais quais foram abordados neste projeto de intervenção: as bacias de infiltração, as valas de infiltração, as trincheiras de infiltração, e os jardins de chuva.

Porém, é relevante e deve ser mencionado que as medidas compensatórias de drenagem urbana, as que utilizam as técnicas alternativas possui a finalidade de controlar ou reduzir os excedentes pluviais, que são frutos da impermeabilização das superfícies, entretanto isoladamente apenas minimiza e não promovem o fim das inundações, sendo assim vital a implementação dos programas e de monitoramento ambiental que garanta a proteção das Áreas de Preservação Permanente (APP).

Também não deixa de ser importante o monitoramento permanente hidrométrico, além da qualidade das águas dos rios, que visa embasar as atuações corretivas do município referente as enchentes na bacia hidrográfica e para se acrescer a eficácia na gestão e no controle das enchentes urbanas, faz-se necessário adicionar outras soluções complementares como adotar intervenções de retenção e infiltração das águas de chuva.

Considerando que as tecnologias alternativas apresentam como opções para minimização dos problemas atualmente enfrentados no município de Goiânia, Go, os decorrentes alagamentos e contribuem positivamente para o melhor desempenho dos sistemas de drenagem urbana, uma vez que retém parcelas significativas da precipitação e também retardam o tempo de pico do escoamento superficial.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKAN, A. O. Sizing Stormwater Infiltration Structures. **Journal of Hydraulic Engineering**, v. 128, n. 5, p. 534-537, 2002.
- BOUWER, H. Artificial Recharge of Groundwater: **hydrogeology and engineering. Hydrogeology Journal**, v. 10, n. 1, p. 121-142, 2002.
- CARVALHO, J. C.; LUIZ, G. C.; GONÇALVES, T. D. A infiltração no Contexto do Plano Urbanístico e dos Projetos Paisagístico e Arquitetônico. In: CARVALHO, J. C.; GITIRANA JUNIOR, G. F. N.; CARVALHO, E. T. L. **Tópicos Sobre Infiltração: teoria e prática aplicadas a solos tropicais**. Brasília: Faculdade de Tecnologia, 2012. (Série Geotecnia, v. 4).
- CHAHAR, B. R.; GRAILLOT, D.; GAUR, S. Storm-Water Management Through Infiltration Trenches. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v. 138, n. 3, p. 274-281, 2012.
- CREACO, E.; FRANCHINI, M. A Dimensionless Procedure For the Design on Infiltration Trenches. **American Water Works Association**, v. 104, n. 9, p. 501-509, 2012.
- CREA-PR. **Drenagem Urbana**. Disponível em: <http://www.crea-pr.org.br/ws/wp-content/uploads/2016/12/drenagem-urbana.pdf>. Acesso em: 23 out. 2018.
- CIRIA C697. **The SUDS manual**. ISBN 978-0-86017-697-8. London, 2007.
- DUCHENE, M.; MCBEAN, E. A.; THOMSON, N. R. Modeling of Infiltration From Trenches for Storm Water Control. **Journal of Water Resources Planning and Management**, v. 120, n. 3, p. 276-293, 1994.
- GOIÂNIA. **Lei Municipal Ordinária nº 5735, de 19 de dezembro de 1980. Goiânia. 1980**. Dispõe sobre a divisão das áreas urbanas e de expansão urbana do município de Goiânia em zonas de uso e dá outras providências. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/go/g/goiania/leiordinaria/1980//5735/>. Acesso em: 19 out. 2018.
- HEILWEIL, V. M.; BENOIT, J.; HEALY, R. W. Variably Saturated Groundwater Modelling for Optimizing Managed Aquifer Recharge Using Trench Infiltration. **Hydrological Processes**, v. 29, n. 13, p. 3010-3019, 2015.
- IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 16 out. 2018.
- IPH/DEP. Prefeitura Municipal de Porto Alegre. **Plano Diretor de Drenagem Urbana – Manual de Drenagem Urbana**. 2005.
- MARTINS JÚNIOR, O. P. **Uma cidade ecologicamente correta**. AB Editora. Goiânia: 1996.

MONTES, R. M; LEITE, J. F. **A Drenagem Urbana de Águas Pluviais e seus impactos cenário atual da Bacia do Córrego Vaca – Brava Goiânia – GO.** 2008. 29 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2008.

NASCIMENTO, D. T. F.; OLIVEIRA, I, J. de. **Mapeamento do Crescimento Urbano de Goiânia-GO:1986 a 2010.** In: SEMINÁRIO NACIONAL DAS METRÓPOLIS,2010, Goiânia. Anais. Goiânia, 2010.

SALES, M.M.; NASCIMENTO, M.A.L.S. **Erosões urbanas em Goiânia – cadastramento e diagnóstico.** In: Simpósio Sobre Solos Tropicais e Processos Erosivos no Centro-Oeste, 1, 2003, Brasília. Anais. Brasília: UNB, 2003, p. 53-60.

SARABIA, F. **Ciclo Hidrológico.** 2013. Disponível em: <<http://www.imagui.com/a/ciclo-da-aguaTG6rGMzbn>> Acesso em: 16 out. 2018.

SOUSA, Rodrigo. **Esquema de drenagem urbana.** Disponível em: <<http://aquaflexus.com.br/wp-content/uploads/2011/07/post2-300x198.jpg>>. Acesso em: 15 nov. 2018.

PENNSYLVANIA - **Stormwater Best Management practices manual.** Chapter 6: Structural BMPs. 2006.

POMPÊO, C. A. **Drenagem Urbana Sustentável.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 5, n. 1, p. 15-23, 2000.

PORTO, M. F. A. **Aspectos Qualitativos do Escoamento Superficial em Áreas Urbanas.** In: Tucci,C.E.M.; Porto, R.L.L.; Barros, M.T. Drenagem Urbana. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS/ABRH, 1995, V.5, p.387414.

RIGHETTO, A.M. **Manejo de Águas Pluviais Urbanas.** Projeto PROSAB. ABES. Rio de Janeiro. 2009.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Storm Water Technology Fact Sheet: infiltration trench.** EPA 832-F-99-019, Office of Water, Washington DC, 1999.