REVISTA DA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

SITIENTIBUS

TECNOLOGIAS SOCIAIS E ECONOMIA SOLIDÁRIA
EDIÇÃO ESPECIAL SEMANA DE ENGENHARIA

ARTIGO

ANÁLISE DO USO DA TRINCHEIRA DE INFILTRAÇÃO COMO TÉCNICA COMPENSATÓRIA DE DRENAGEM EM FEIRA DE SANTANA - BA*ANALYSIS OF THE USE OF THE INFILTRATION TRENCH AS A COMPENSATORY TECHNIQUE OF DRAINAGE IN FEIRA DE SANTANA - BA*

MANUELLA VITÓRIA LIMA QUEIROZ

Graduanda em Engenharia Civil. Universidade Estadual de Feira de Santana. E-mail: manuellavicklima@gmail.com

DARA LETÍCIA ROCHA FRANÇA

Graduanda em Engenharia Civil. Universidade Estadual de Feira de Santana. E-mail: dararochoa13@gmail.com

ITAJAIR CARVALHO DA SILVA JUNIOR

Graduando em Engenharia Civil. Universidade Estadual de Feira de Santana. E-mail: itajairc@gmail.com

RAFAEL SILVA SANTANA

Graduando em Engenharia Civil. Universidade Estadual de Feira de Santana. E-mail: rafaelsilvasantana52@gmail.com

CAMILA LEAL VIEIRA

Graduanda em Engenharia Civil. Universidade Estadual de Feira de Santana. E-mail: clvieira@uefs.br

RESUMO

Feira de Santana é um município com diversos problemas de drenagem, estes associados à sua urbanização acelerada e consequente aumento das áreas impermeabilizadas. Para diminuir os impactos gerados, técnicas compensatórias podem ser utilizadas, como a trincheira de infiltração, que recolhe o excesso superficial de água, promovendo sua infiltração no solo natural. Este trabalho tem como objetivo avaliar o uso de trincheiras de infiltração, o local de estudo foi a rua Dr. Sabino Silva, no bairro Kalilândia, centro urbano de Feira de Santana. Para a avaliação, levou-se em consideração a permeabilidade do solo, altura do lençol freático, relevo da cidade, inclinação da rua e o consequente impacto social com a aplicação da técnica. Logo, constata-se que o uso da trincheira de infiltração mostrou-se viável para implantação na localidade, e o presente trabalho pode ser utilizado como base para execução em outras ruas com características semelhantes.

Palavras-chave: Urbanização, meio ambiente, sociedade, águas urbanas.

ABSTRACT

Feira de Santana is a municipality with many drainage problems due to its rapid urbanization. To reduce the impacts generated, compensatory techniques can be used, such as the infiltration trench, which can collect excess surface water, promoting its infiltration into the natural soil. This work aims to discuss the city's drainage problems and evaluate the use of infiltration trenches, in order to contribute to studies aimed at solving the city's drainage problem. The study site was Dr. Sabino Silva Street, in the Kalilândia district, in the urban center of Feira de Santana, taking into account the permeability of the soil, the height of the water table, the relief of the city, the slope of the street and the consequent social impact. It was therefore found that the use of the infiltration trench proved to be viable for implementation in the locality, and this work can be used as a basis for implementation in other similar streets.

Keywords: Urbanization, environment, society.



INTRODUÇÃO

De acordo com o Instituto de Água e Saneamento (IAS, 2021), Feira de Santana possui 97,49% de área urbana, com densidade de 4 pessoas/ha. Além disso, 3,3% das residências estão sujeitas a risco de inundação, sendo que nos últimos cinco anos foram registradas 34 enxurradas, inundações ou alagamentos. Estes dados são alarmantes, já que os problemas oriundos do sistema de drenagem ineficiente provocam impactos diretos sobre a população nas áreas urbanas.

Isso ocorre quando o processo de urbanização é tão acelerado e uma gestão convencional da drenagem não consegue atender às demandas geradas pelo aumento da impermeabilização do solo e aumento das fontes de poluição que obstruem e causam ineficiência dos sistemas. (GOMES, 2022).

As estruturas compensatórias em drenagem urbana têm sido uma alternativa para controlar o excesso de escoamento superficial. Porém, no Brasil ainda não é amplamente difundida, mostrando a importância de estudos que buscam explorar e entender as características dessas técnicas (FRELLO, 2016).

Baptista (2011) afirma que técnicas compensatórias em drenagem urbana são métodos que procuram compensar o impacto da urbanização nos processos hidrológicos, para isso, controla o excesso de escoamento superficial provocado pela impermeabilização oriunda da urbanização. Tais técnicas usam de soluções que promovem a infiltração e o aumento do tempo de circulação das águas pluviais, além de promover a recarga das águas subterrâneas.

Além disso, estas são técnicas de drenagem urbana que tem como objetivo adaptar o planejamento urbano às características do comportamento hídrico das bacias em que estão instaladas, com isso, promove seu equilíbrio ecológico (SOUSA; MORAIS; ALMEIDA, 2015).

Uma das técnicas compensatórias utilizadas são as trincheiras de infiltração que são reservatórios lineares escavados no solo preenchido com material poroso, com comprimento extenso em relação à largura e à profundidade. Este dispositivo recolhe o excesso superficial de água para concentrá-lo e promover sua infiltração no solo natural, podendo ser implantadas sobre solos com boa permeabilidade em áreas verdes em geral, terrenos esportivos, estacionamentos e ao longo de passeios, vias ou canteiros.

Com isso, essa técnica abate as descargas de pico de um escoamento superficial e promove a recarga do aquífero, além de promover o tratamento das águas superficiais pela infiltração no solo. Estes dispositivos não toleram escoamentos com altas concentrações de sedimentos, pois pode haver colmatção do solo e do filtro geotêxtil, quando houver. (SUDERHSA, 2022).

O presente trabalho tem como objetivo avaliar o uso de técnicas compensatórias de drenagem urbana, mais precisamente, a trincheira de infiltração, com o intuito de

contribuir com os estudos que visam mitigar o problema de drenagem do município. O local de estudo do artigo foi a rua Dr. Sabino Silva, no bairro Kalilândia, no centro urbano de Feira de Santana - BA.

METODOLOGIA

O estudo foi elaborado através de análise de técnicas compensatórias de drenagem, onde foi escolhida como objeto de estudo a trincheira de infiltração, tendo como base um vasto referencial teórico. A partir disso, estudou-se os requisitos que viabilizam sua aplicação, bem como as vantagens e desvantagens. Com isso, foi elaborado um estudo de caso no município de Feira de Santana, no estado da Bahia, que possui diversos problemas na drenagem urbana, um local propício para desenvolvimento de técnicas compensatórias, para buscar minimizar as adversidades causadas pelo aumento do escoamento superficial e da velocidade de escoamento das águas.

Analizou-se a distribuição urbana, a partir dos requisitos técnicos necessários, foi selecionada uma rua modelo para a implantação da trincheira de infiltração. A rua em questão foi a Dr. Sabino Silva, no bairro Kalilândia, no centro urbano de Feira de Santana. Com isso, foi possível avaliar a exequibilidade da técnica.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A trincheira de infiltração funciona similar a um reservatório de amortecimento construído de forma linear e preenchido com um material poroso. Tendo como principal função a infiltração da água da chuva no solo ou retenção de forma concentrada e linear. Consequentemente, causando um retardo e redução do escoamento pluvial gerado em área adjacente (SUDERHSA, 2002).

Além da função citada anteriormente, essa técnica compensatória tem como vantagens o baixo custo um ganho na valorização paisagística do espaço urbano, melhoria da água que infiltra no solo e como consequência dos corpos receptores, possibilita também a recarga do lençol freático e uma aproximação maior do balanço hídrico nas condições naturais. Em contrapartida apresenta uma necessidade de manutenção com uma certa frequência, pode ocorrer uma perda da eficiência do sistema devido a colmatção, apresenta restrições para a implantação em áreas com grandes declives e pode acarretar problemas nas fundações e estruturas já existentes. (LUCAS, 2011).

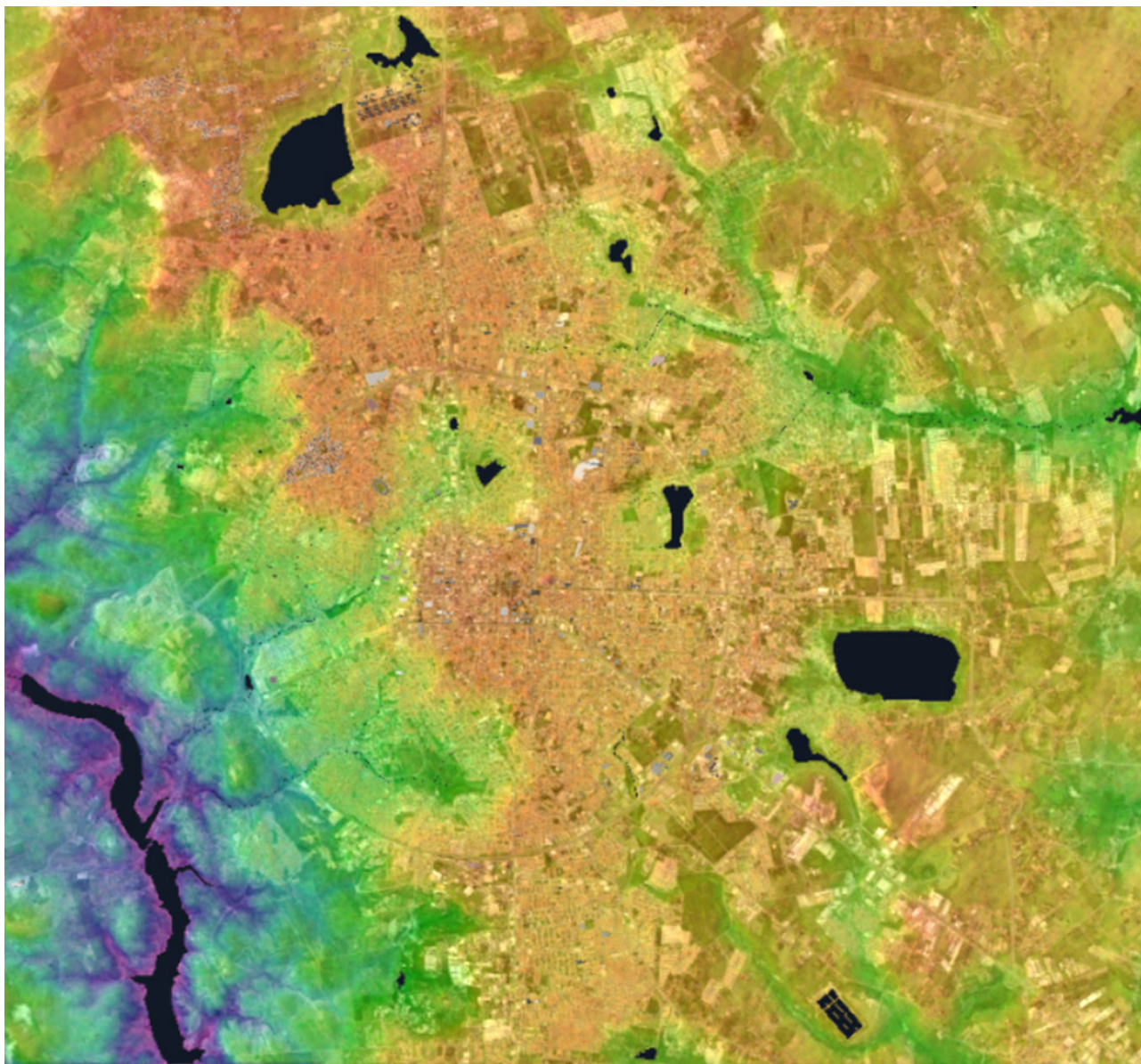
Dessa forma é importante salientar o fato de ser uma técnica compensatória de relativa facilidade de implantação devido ao seu formato linear propiciando uma boa adaptação em áreas alongadas e livres. Além disso, seu formato alongado permite uma maior efetividade na infiltração. Assim, para a aplicação em avenidas com pequeno espaço e poucas áreas permeáveis a trincheira de infiltração se torna uma alternativa interessante. (BAPTISTA; NASCIMENTO, 2011).

Para exemplificar o uso da trincheira de infiltração, escolheu-se uma rua da cidade de Feira de Santana que seja possível o uso da técnica compensatória. Para isso, inicialmente analisou-se a altimetria do centro urbano através do mapa topográfico da sede da cidade, com altimetria e relevo, gerado no software InfraWorks. A Figura 1 abaixo apresenta o mapa altimétrico da cidade, evidenciando as regiões mais altas no tom rosa claro. Este critério é fundamental para prolongar a vida útil do sistema escolhido, visto que, regiões

mais baixas são mais propensas a acumular sedimentos carregados pela água da chuva.

Através do mapa, evidenciou-se que a região central é a mais alta como também com maior tráfego de pessoas e veículos, tornando um local propício para implantação. Para melhor visualização, a Figura 2 mostra com maior detalhe o centro da cidade, apresentando as avenidas principais para que assim possa escolher a melhor localidade para implantação da técnica.

Figura 1 - Mapa altimétrico, Feira de Santana-BA, altitude, relevo.

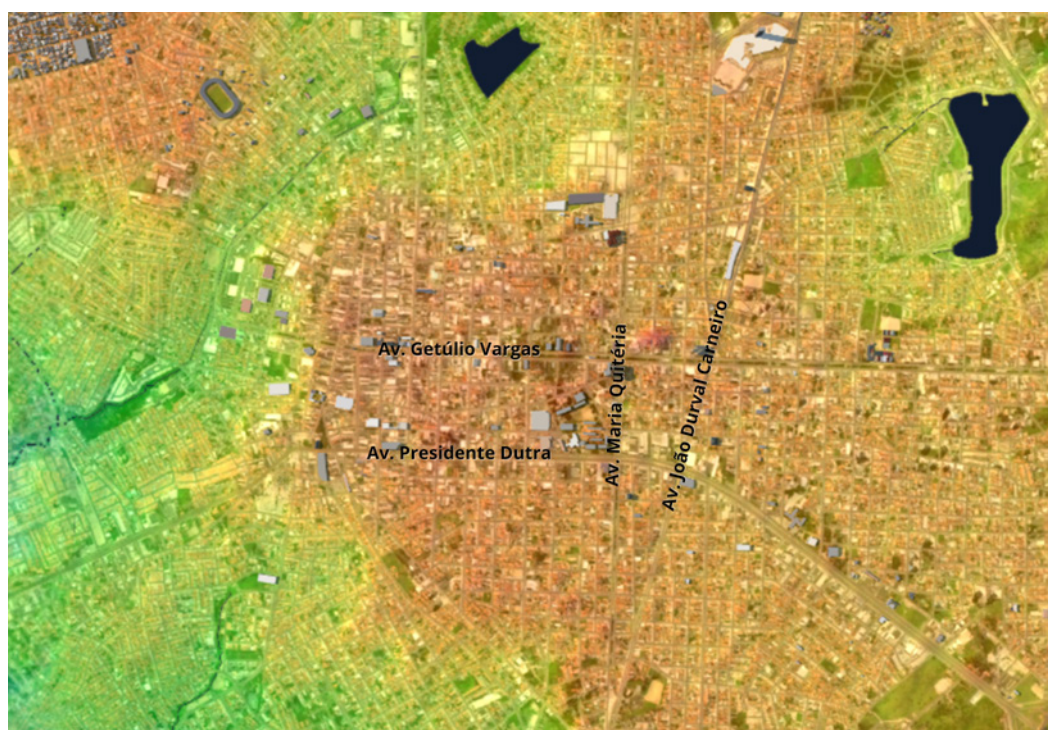


Fonte: Os autores, 2023.

Através da análise, escolheu-se o bairro da Kalilândia, na parte norte da Avenida Getúlio Vargas, por se tratar de um local no centro urbano, com alta circulação de cidadãos, o que mostra uma grande demanda e proporcionará um impacto social considerável, e principalmente, por estar na região mais alta da cidade.

É importante salientar que, de acordo com SUDERHSA (2002), o nível máximo do lençol freático deve ficar ao menos 1 metro abaixo da base da trincheira de infiltração. Sendo esse um requisito básico para implantação da técnica compensatória de drenagem.

Figura 2 - Mapa altimétrico, Feira de Santana-BA, altitude, relevo, com indicação de avenidas.

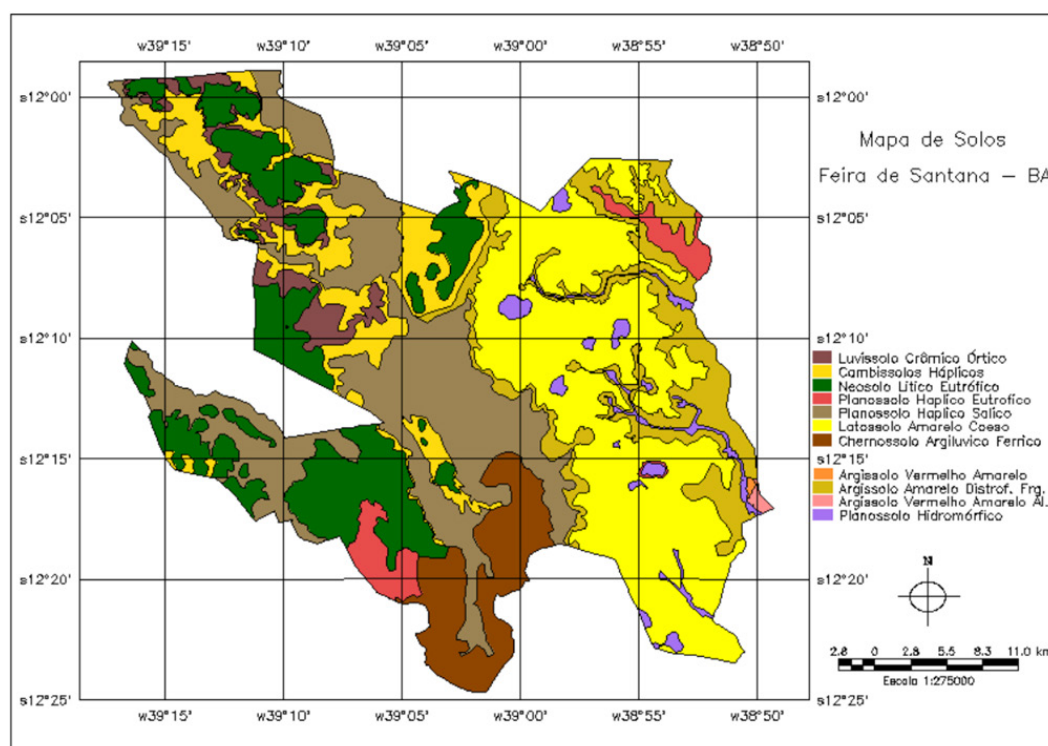


Fonte: Os autores, 2023.

A Secretaria Municipal de Planejamento da Prefeitura Municipal de Feira de Santana (2016) realizou ensaios de solo no cruzamento entre a avenida Getúlio Vargas e Maria Quitéria. Estes testes detectaram que o lençol freático na área está entre 6 e 6,5 metros de profundidade. Dessa forma,

quando analisado o lençol freático, a implementação da trincheira de infiltração torna-se viável, já que os testes citados foram realizados nos limites do bairro escolhido, indicando que aquela região há uma grande probabilidade de não ultrapassar a profundidade do lençol requerida.

Figura 3 - Mapa de Solos, Feira de Santana-BA.



Fonte: Dias (2010).

Além disso, outro ponto imprescindível para o pré-dimensionamento é a permeabilidade do solo. Pois segundo a SUDERHSA (2002), a principal questão é se o solo é capaz de absorver a infiltração da água da chuva armazenada na trincheira. É necessário que o solo tenha uma taxa de infiltração nem muito baixa, para que não haja um elevado tempo de esvaziamento, nem muito alta para contaminar o lençol freático, por falta de filtragem.

Um trabalho desenvolvido por Dias (2010) apresentou um mapa de solo do município de Feira de Santana, que está apresentado na imagem Figura 3. Observando o mapa é possível aferir que o centro urbano do município está situado na região amarela, denominada Latossolo Amarelo Coeso.

De acordo com a Embrapa (2021), o Latossolo Amarelo são solos desenvolvidos de materiais argilosos ou areno-argilosos, que apresentam boas condições físicas de retenção de umidade e boa permeabilidade. Além disso, possui uma elevada coesão dos agregados estruturais. Dessa forma, quando se analisa a permeabilidade do solo, a trincheira de

infiltração é viável a implantação na região determinada, já que o solo será capaz de absorver a água proveniente do escoamento superficial funcionando como filtro até que alcance o lençol freático.

Posteriormente, analisou-se as ruas desse bairro, que possuem uma inclinação menor que 5%, que a via tenha espaço para a implementação e que tenha um histórico de inundações. A declividade é uma condição que faz parte das circunstâncias do local, que podem restringir o uso de técnicas compensatórias. Uma declividade acima de 5% não é boa para pavimentos porosos e valas de infiltração. E que uma declividade acima de 20% não é prática para uma trincheira de infiltração ou uma faixa gramada. (SCHUELER, 1987 apud SUDERHSA, 2002).

A partir disso, optou-se pela rua Dr. Sabido Silva, paralela à avenida Getúlio Vargas, que possui uma extensão de 874m. A rua pode ser visualizada através da figura 4, uma evidenciada por uma linha horizontal vermelha. A Figura 4 foi produzida através do programa Google Earth.

Figura 4 - Centro urbano, Feira de Santana-BA, evidenciando a rua Dr. Sabino Silva.



Fonte: Google Earth, 2023.

O Google Earth também forneceu dados sobre a via, em que possui a inclinação média de 1,3% e a máxima de 5%, a altitude mínima é de 237m e a máxima de 239m. O perfil da via pode ser observado na Figura 5, com os dados da também apresentados.

A Figura 6 mostra a disposição da rua que apresenta que há espaço para a implementação da técnica junto à sarjeta, tornando-se assim viável para o caso proposto.

O local ainda possui histórico de alagamentos como o que ocorreu no dia 10 de janeiro de 2022, relatado pelo

Figura 5 - Perfil com a elevação da rua Dr. Sabino Silva, Feira de Santana-BA.



Fonte: Google Earth, 2023.

Figura 6 - Disposição da rua Dr. Sabino Silva, Feira de Santana-BA.



Fonte: Google Earth, 2023.

portal de notícias de Acorda Cidade, em que houve fortes chuvas na cidade e promoveu estragos e alagamentos em diversos pontos da cidade, onde alguns bairros ficaram sem energia. Um desses locais relatados foi a rua Dr. Sabino Silva, como mostra a Figura 7 abaixo.

No dia 01 de março de 2021, outra reportagem no portal Acorda Cidade, apresentou que moradores da Rua Doutor Sabino Silva, no bairro Kalilândia, reclamam da falta de escoamento da água da chuva, e apresentou a figura abaixo.

Figura 7 - Alagamento na rua Dr. Sabino Silva, Feira de Santana-BA.



Fonte: Acorda Cidade, 2022.

Figura 8 - Falta de escoamento na rua Dr. Sabino Silva, Feira de Santana-BA.



Fonte: Acorda Cidade, 2021.

Além disso, o portal também trouxe a informação que no dia 30 de novembro de 2021 houve outro alagamento na rua de estudo, onde poucos minutos de chuva já gerou estragos na cidade. É possível perceber através da Figura 9, que está a seguir.

Figura 9 - Alagamento na rua Dr. Sabino Silva, Feira de Santana-BA.



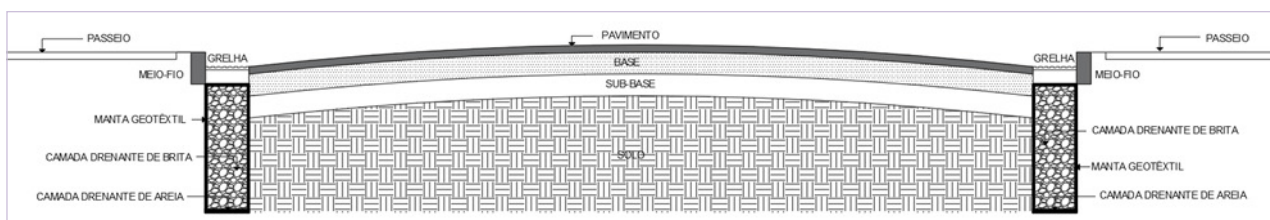
Fonte: Acorda Cidade, 2021.

Para a execução da trincheira, primeiro ela é escavada no solo e preenchida com brita de maneira uniforme, podendo ou não ser cobertas com grama ou com um revestimento permeável. Todo perímetro da trincheira é revestido por um filtro geotêxtil para evitar penetração de sedimentos, porém seu fundo pode ser de camada de areia filtrante no lugar da manta geotêxtil. (SUDERHSA, 2022).

Com isso, foi elaborada uma representação transversal da trincheira de acordo com requisitos estudados, de maneira a encaixar com a realidade da rua escolhida. Foi idealizada a execução nos dois lados da rua, aplicada na sarjeta. Como se pode passar carros nesta técnica, colocou-se uma grelha linear de drenagem. A figura 10 apresenta a representação transversal do projeto.

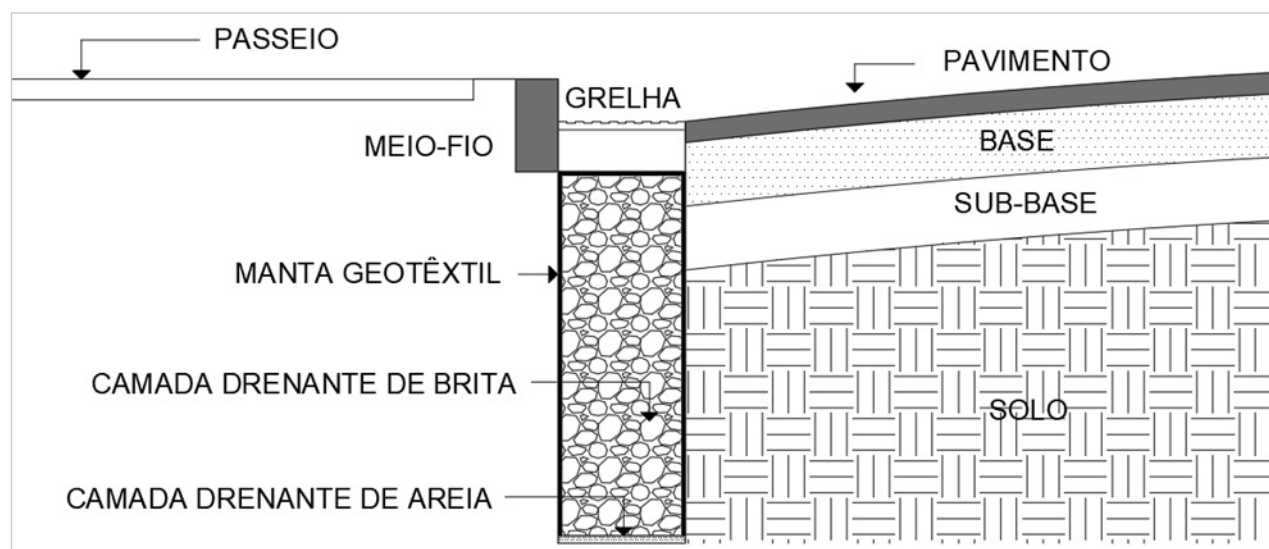
Para melhor visualização a Figura 11 apresenta um dos lados da via, onde é possível observar a camada drenante de brita e a grelha, e ver a sua posição na rua pela apresentação do meio-fio. As paredes e o topo serão aplicados com manta geotêxtil e o fundo de areia drenante. Optou-se pelo fundo de areia por ser uma solução mais barata que o geotêxtil, então terá uma economia no orçamento da obra.

Figura 10 - Seção transversal do projeto.



Fonte: Os autores, 2023.

Figura 11 - Seção transversal parcial do projeto.



Fonte: Os autores, 2023.

As trincheiras de infiltração devem ser colocadas a montante do sistema pluvial convencional. Precisam ser longas e estreitas e sua utilização não é recomendada em áreas industriais ou comerciais pelo perigo de contaminação. Além disso, não devem estar próximas a poços onde possa captação de água para abastecimento. (SUDERHSA, 2022). Os empecilhos apontados não se encaixam no objeto de estudo, já que a rua Dr. Sabino Silva é predominantemente residencial.

CONCLUSÃO

O aumento dessa taxa de impermeabilização do solo em centros urbanos incita a implantação de tecnologias de drenagem sustentáveis, visando o baixo impacto ambiental e a redução dos custos referentes à implementação ou modificação de uma rede de drenagem profunda. Com esse objetivo o presente trabalho buscou avaliar qualitativamente a vala de infiltração como técnica compensatória para sanar ou amenizar a criticidade da drenagem urbana da Rua Dr. Sabino Silva, no bairro Kalilândia, localizada na cidade de Feira de Santana.

Em consequência, foram estabelecidos critérios para instalação desse método de drenagem que estão diretamente relacionados a sua eficiência e aplicabilidade, critérios estes que são atendidos no trecho estudado. O solo possui permeabilidade adequada, o nível do lençol freático está uma distância segura da camada infiltrada, a declividade local inferior a 5%, o espaço é apropriado para instalação do método e o trecho está localizado em uma região alta da cidade.

Desse modo é possível concluir que o método de drenagem estudado atende aos objetivos do trabalho, minimizando os problemas de drenagem da avenida, reduzindo os picos de vazão e dos volumes de escoamento.

Além do ganho ambiental, sustentável e paisagístico, com possibilidade de recarga dos lençóis freáticos e melhoria da qualidade das águas pluviais, logo, dos corpos receptores.

REFERÊNCIAS

BAPTISTA, M. B.; BARRAUD, NASCIMENTO, N. O. **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana**. 2 Ed. Porto Alegre: ABRH, 2011.

DIAS, R., dos S.; SOUZA, J., L., L., L. de; OLIVEIRA, A., M.; SANTOS, R., L. **A relação entre a morfogenese e pedogenese do município de Feira de Santana (BA)**. VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia. I Encontro Íbero-Americano de Geomorfologia. III Encontro Latino Americano de Geomorfologia. I Encontro Íbero-Americano do Quaternário. 2010.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Latossolos Amarelos**. Autores: Humberto Gonçalves dos Santos, Maria José Zaroni, Eliane de Paula Clemente Almeida. 09 de dezembro de 2021.

FRELLO, A., S. **Avaliação quantitativa de uma vala de infiltração como técnica compensatória em drenagem urbana**. Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental. Florianópolis, 2016.

GOMES, A., P., S.; OLIVEIRA, M., R., A., P.; DUTRA, M., M. **Drenagem Urbana: antigos, novos conceitos e soluções**. Universidade de Brasília – UnB. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo FAU. Disciplina de Infraestrutura Urbana. Brasília, 2022.

Google Earth, website. <http://earth.google.com/>, 2023.

IAS – INSTITUTO ÁGUA E SANEAMENTO. **Município e saneamento, Feira de Santana (BA)**. Código IBGE: 2910800. SNIS, 2021. Disponível em: <<https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/ba/feira-de-santana>> . Acesso em: 24 de agosto de 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico, Cidades e Estados**. 2019. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ba/feira-de-santana.html>>. Acesso em: 24 de agosto de 2023.

INFRAWORKS. Versão 2024. Autodesk® AEC Collection.

LUCAS, Alessandro Hirata. **Monitoramento e Modelagem de um Sistema Filtro-Vala- Trincheira de Infiltração em Escala Real**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

PINHEIRO, A. **Poucos minutos de chuva, grandes estragos; confira os flagrantes**. Acorda Cidade. Feira de Santana, 30 de novembro de 2021. Disponível em: <<https://www.acordacidade.com.br/noticias/poucos-minutos-de-chuva-grandes-stragosconfira-os-flagrantes/>> . Acesso em: 24 de agosto de 2023.

PINTO, R. **Forte chuva causa estragos e alagamentos em diversos locais da cidade**. Acorda Cidade. Feira de Santana, 10 de janeiro de 2022. Disponível em: <<https://www.acordacidade.com.br/noticias/forte-chuva-causa-estragos-e-alagamentosem-diversos-locais-da-cidade/>> . Acesso em: 24 de agosto de 2023.

PMFS – PREFEITURA MUNICIPAL DE FEIRA DE SANTANA. **Engenheiros que acompanham BRT esclarecem especulações sobre lençol freático em área da trincheira**. Secretaria de Planejamento. Feira de Santana, 23 de fevereiro de 2016. Disponível em: <<https://www.feiradesantana.ba.gov.br/servicos.asp?titulo=Engenheiros%20que%20acompanham%20BRT%20esclarecem%20especula%C3%A7%C3%B5es%20sobre%20len%C3%A7ol%20fre%C3%A1tico%20em%20a%C3%A9rea%20da%20trincheira&id=12&link=secom/noticias.asp&idn=14178#:~:text=Estes%20testes%20detectaram%20que%20o,6%2C5%20metros%20de%20profundidade>>. Acesso em: 24 de agosto de 2023.

SOUSA, C. S.; MORAIS, L. R.; ALMEIDA, F. **Estudo Sobre Técnicas Compensatórias De Drenagem Urbana: Um Estudo de Caso na Revitalização do Córrego Cascavel**. Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades, Goiás, v. 3, n. 19, 2015.

SUDERHSA – SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL. **Manual de Drenagem Urbana Região Metropolitana de Curitiba-PR**. Governo do Estado do Paraná. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Programa de Saneamento Ambiental da Região Metropolitana de Curitiba. Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu na Região Metropolitana de Curitiba. VERSÃO 1.0 - Dezembro 2002

VINÍCIUS, K. **Moradores reclamam de falta de pavimentação, lixo e buracos em ruas de Feira de Santana**. Acorda Cidade. Feira de Santana, 01 de março de 2021. Disponível em: <<https://www.acordacidade.com.br/noticias/moradores-reclamam-de-falta-epavimentacao-lixo-e-buracos-em-ruas-de-feira-de-santana/>> . Acesso em: 24 de agosto de 2023.