

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL EM MUNICÍPIOS**

MILENA SILVA SANTOS

**PREVISÕES PLUVIOMÉTRICAS E ESTUDO DA DRENAGEM
URBANA NO MUNICÍPIO DE CAMAÇARI - BA**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

MEDIANEIRA

2018

MILENA SILVA SANTOS



**PREVISÕES PLUVIOMÉTRICAS E ESTUDO DA DRENAGEM
URBANA NO MUNICÍPIO DE CAMAÇARI - BA**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista na Pós Graduação em Gestão Ambiental em Municípios – Polo UAB do Município de Mata de São João, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Medianeira.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Carla Adriana Pizarro Schmidt

MEDIANEIRA

2018



TERMO DE APROVAÇÃO

Previsões Pluviométricas e Estudo da Drenagem Urbana no Município de
Camaçari - BA

Por

Milena Silva Santos

Esta monografia foi apresentada às 10h do dia 01 de setembro de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista no Curso de Especialização em Gestão Ambiental em Municípios – Polo de Mata de São João, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof^a. Dra. Carla Adriana Pizarro Schmidt
UTFPR – Câmpus Medianeira
(orientadora)

Prof.^a Dra. Eliane Rodrigues dos Santos Gomes
UTFPR – Câmpus Medianeira

Prof^a. Ma. Yuka Kamila de Oliveira Fujiki
UTFPR – Câmpus Medianeira

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso-.

Dedico a Prof^a. Dra. Carla Adriana Pizarro Schmidt, sem seu empenho e dedicação, não seria possível.

AGRADECIMENTOS

Ao meu pai Judiel Dantas dos Santos e minha querida irmã Tatiana Silva Santos, por não terem desistido de mim e por toda dedicação.

Agradeço a tutora Me. Presencial Yuka Kamila de Oliveira Fujiki, como também, os tutores a distância do curso de Especialização em Gestão Ambiental em Municípios, bem como, os professores da UTFPR, Câmpus Medianeira.

A coordenadora Eliane Rodrigues, pela paciência e empenho.

Ao meu marido Antunes, por todo o amor e dedicação.

Á “Sol de mainha” minha filha, meu amor, por compreender minha ausência.

As minha amigas Maria Elisa, Uinnie Estevam, Tainara Paixão e Taiane Cruz e amigos Marcelo Costa e Andreney por toda a amizade e carinho.

Enfim, sou grata a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para realização desta monografia.

“Os que se encantam com a prática sem a ciência são como os timoneiros que entram no navio sem timão nem bússola, nunca tendo certeza do seu destino”. (LEONARDO DA VINCI)

RESUMO

SANTOS, Milena da Silva. Previsões Pluviométricas e Estudo da Drenagem Urbana no Município de Camaçari - Ba. 2018. 34p. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018.

Este trabalho teve como temática levantamento de dados documentais sobre precipitação no município de Camaçari e a ilustração dos problemas de drenagem que este enfrenta com vistas a contextualizar o problema e verificar a sazonalidade da ocorrência de picos de chuva para essa localidade. A metodologia da pesquisa foi aplicada a localidade, os dados documentais referentes a precipitação no município foram obtidos diretamente do site do ANA e as informações sobre o município foram levantadas diretamente no local no site da prefeitura e em sites de notícias. Após a análise estatística dos dados da série temporal de dias de chuva por mês e precipitação mensal, por meio de modelos de suavização exponencial, observou-se que existe sazonalidade clara e que os maiores potenciais de problema com chuvas no município geralmente ocorrem entre abril e junho e que apesar da prefeitura do município de Camaçari realizar algumas ações preventivas, alguns problemas com as águas urbanas ainda ocorrem nesse município. Uma previsão completa para os próximos 12 meses, dos dias de chuva por mês e pluviosidade mensal foram fornecidos.

Palavras-chave: Dias de Chuva, Pluviosidade, Inundações, Enchentes

ABSTRACT

SANTOS, Milena da Silva. Pluviometric Forecasts and Study of Urban Drainage in the Municipality of Camaçari - Ba. 2018. 34p. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018.

This work has as a subject the collection of documentary data on precipitation in the municipality of Camaçari and the illustration of the problems of drainage that this one faces in order to contextualize the problem and to verify the seasonality of the occurrence of peaks of rain for this locality. The research methodology was applied to the locality, the documentary data referring to precipitation in the municipality were obtained directly from the ANA website and information about the municipality was collected directly on the site on the city hall and on news sites. After the statistical analysis of the rainfall data series per month and monthly rainfall, through exponential smoothing models, it was observed that there is a clear seasonality and that the greatest potential problems with rainfall in the municipality usually occur between April and June and that despite the municipality of the municipality of Camaçari carry out some preventive actions, some problems with urban waters still occur in this municipality. A full forecast for the next 12 months, rainy days per month and monthly rainfall were provided.

Keywords: Days of Rain, Rain Falls, Floods, Flood.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Conjunto experimental mostrando seções transversais de A. Solo, B. Areia e C. Tipos de tratamento adjacente destacando diferenças no perfil do solo / substrato e localização da árvore entre os tratamentos. As dimensões mostradas estão em mm.....	14
Figura 2 Fluxograma genérico indicando a configuração dos diferentes componentes de um sistema de drenagem urbana sustentável.....	15
Figura 3. Dias com chuva em cada um dos meses acompanhados para o Municípios de Camaçari ao longo dos anos de 1962 até 2018	20
Figura 4. Índices multiplicativos sazonais obtidos pelo software NNQ para os meses com base nos dias de chuva observados na série histórica de jul/1962 até abr/2018.	21
Figura 5. Pluviosidade em mm de chuva por mês ao longo dos meses acompanhados para o Municípios de Camaçari ao longo dos anos de 1962 até 2018	22
Figura 6. Índices multiplicativos sazonais obtidos pelo software NNQ para os meses com base na pluviosidade mensal observadas na série histórica de jul/1962 até abr/2018	23
Figura 7. Limpeza de canais de drenagem realizada pela prefeitura no município de Camaçari.	25
Figura 8. Imagem do Rio Camaçari mostrando assoreamento, crescimento de mato e resíduos sólidos em parte do canal.....	26
Figura 9. Flagrantes de resíduos sólidos de todos os tipos próximo às redes de drenagem	29
Figura 10. Flagrantes de terra e areia próximo da rede de micro drenagem urbana	29
Figura 11. Flagrantes de plantas invasoras crescencendo no espaço da rede de drenagem	30
Figura 12. Flagrantes da rede de drenagem mostrando problemas no município de Camaçari.....	31
Quadro 1 Métodos de suavização testados pelo Software NNQ, mostrando as equações utilizadas nos modelos para colocar peso para as características sazonais e de tendência dos dados	18
Tabela 1. Valores previstos por meio do método de suavização exponencial com auxílio do software NNQ e limites inferior e superior da previsão com 80% de probabilidade de acerto.....	24

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	17
3.1 LOCAL DA PESQUISA	17
3.2 TIPO DE PESQUISA.....	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1 AVALIAÇÃO DOS DADOS HISTÓRICOS (1962 A 2018) MENSAIS DE CHUVAS E PLUVIOSIDADE DO MUNICÍPIO DE CAMAÇARI	20
4.2 A DRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO DE CAMAÇARI	24
REFERÊNCIAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

Segundo Martins (2012), toda bacia hidrográfica é composta por uma rede de elementos de drenagem constituída por rios, riachos, córregos e pântanos ou várzeas, que naturalmente se formaram e se mantem em função da dinâmica das precipitações e das características do terreno, como tipo de solo, declividades, cobertura vegetal, entre outros. Com o uso urbano intenso do solo da bacia hidrográfica, este sistema é alterado substancialmente pela introdução de elementos artificiais e pelo aumento das descargas. O sistema inicial ou micro drenagem compreende tudo o que é construído para garantir o funcionamento do sistema viário e dar acesso aos lotes e habitações. É composto pelos pavimentos das ruas, guias e sarjetas, bocas de lobo, galerias de drenagem, sistemas de retenção e infiltração nos lotes e pavimentos, trincheiras e valas e muitos outros dispositivos relacionados ao viário. Em termos de desempenho, estes elementos caracterizam-se por admitir alto risco de falha, correspondente em termos hidrológicos, aos eventos de precipitação de período de retorno 2 10 anos. Como estes sistemas tem alcance pequeno, sua interconexão também é reduzida e suas falhas causam problemas nas ruas ou avenidas às quais servem.

Camaçari, município localizado na Região Metropolitana de Salvador – RMS, Bahia, possui uma economia baseada no Complexo petroquímico, implantado na década de 70, mais especificamente, 1978, e é considerado, atualmente, o segundo complexo petroquímico do Brasil. Este Complexo, implantado pelo Governo do Estado, gerou a disseminação de uma grande quantidade de planos de caráter espacial, setorial e de grandes equipamentos para Camaçari, o que modificou a estrutura física do município e gerou um crescimento urbano com economia voltada para o Complexo. Além de ser uma cidade industrial, possui a maior extensão de praia da Região Metropolitana e, anteriormente à instalação do Complexo, a sua economia estava voltada, exclusivamente, à sua característica balneária, como um local de veraneio dos baianos, onde também, é um grande vetor de crescimento urbano, comercial e turístico do estado. Barra do Jacuípe (região sul), Guarajuba (região central) e Itacimirim (região norte), antigos povoados, transformaram-se em conglomerados urbanos da região da APA, através da junção de loteamentos regulares e irregulares e condomínios de veraneio, comércio associado e hotéis/pousadas nas últimas décadas (SOBRAL, 2008).

O estudo foi realizado neste município, cuja escolha se deu a partir de uma inquietação quanto à existência de um Complexo Petroquímico e turístico litorâneo, aliado a um aparente descaso dado aos sistemas de drenagem, bem como a geração, coleta e disposição de resíduos sólidos, por parte das autoridades públicas locais no que tange à realização de ações conjuntas de gerenciamento e, da população em um todo, quando se diz respeito à fragilidade em relação à educação ambiental, pois Camaçari sofre com alagamentos por conta das chuvas anuais devido à falta de drenagem adequada, entupimento de bueiros e ausência de esgotamento sanitário.

O objetivo do presente estudo foi o levantamento de dados documentais sobre precipitação no município de Camaçari e a ilustração dos problemas de drenagem que este enfrenta com vistas a contextualizar o problema e verificar a sazonalidade da ocorrência de picos de chuva para essa localidade.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A motivação para adotar e promover uma abordagem mais sustentável para a gestão das águas urbanas é impulsionada pela filosofia de que, ao fazê-lo, os múltiplos benefícios da melhoria da qualidade da água, redução do risco de inundação, melhoria do espaço de aumento da biodiversidade pode ser alcançado (GRIFFITHS, 2017).

A inundação urbana é um desafio sério que confronta cada vez mais os moradores de muitas cidades, bem como os formuladores de políticas. Assim, a avaliação de inundações está se tornando cada vez mais importante em todo o mundo. Esta avaliação abrangente envolve numerosos índices das bacias urbanas, porém a relação de alta dimensionalidade e não-linear entre os índices calculado e o risco real representa um enorme desafio para uma avaliação precisa (ZHU et al., 2016).

Encontrar soluções e respostas com alta adaptabilidade a uma variedade de futuras mudanças; tais como a urbanização crescente e as alterações climáticas, não é simples. Para tanto, faz-se necessário que os municípios se preparem, buscando o estabelecimento de sistemas de drenagem urbana que sejam cada vez mais sustentáveis (DONG; GUO; ZENG, 2017).

Griffiths (2017), explica que um sistema de drenagem urbana para ser sustentável, deve ser capaz de absorver os impactos das mudanças climáticas futuras, além de consistir em uma infra-estrutura de baixo custo, que esteja dentro da realidade dos municípios, buscando-se principalmente por sistemas que exijam menor manutenção do que os sistemas tradicionais de drenagem atualmente implantados. Idealmente, a implementação e o design de novos sistemas de drenagem também podem fazer uso de materiais sustentáveis e que ajudem a reduzir impactos ambientais.

Grey et al. (2018), indicam como uma alternativa para reduzir o escoamento em áreas urbanas a aplicação de “poços de árvores”, eles explicam que o preenchimento das covas de plantio das árvores com elementos drenantes como ilustra a Figura 1, foram capazes de reduzir o escoamento das áreas urbanas, porém de acordo com os autores para a implantação é necessário um planejamento

cuidadoso para alcançar esse objetivo dentro das limitações de espaço da paisagem da cidade.

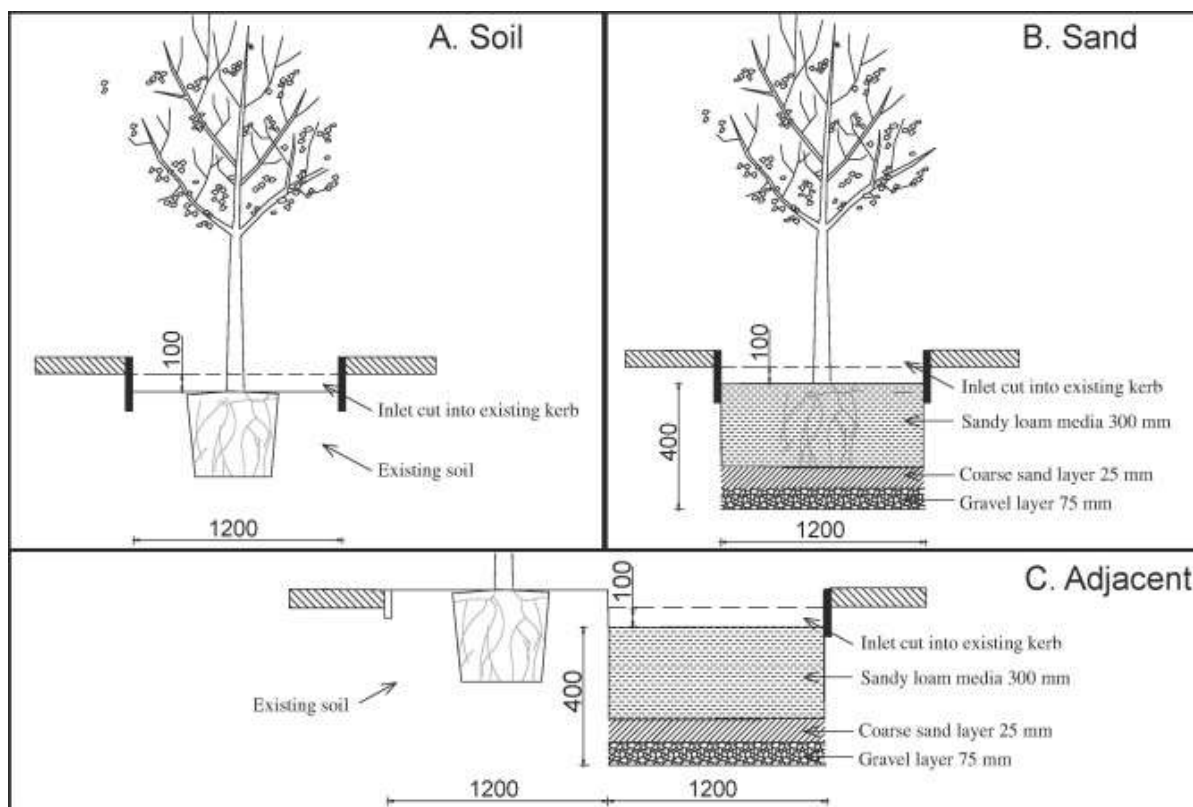


Figura 1. Conjunto experimental mostrando seções transversais de A. Solo, B. Areia e C. Tipos de tratamento adjacente destacando diferenças no perfil do solo / substrato e localização da árvore entre os tratamentos. As dimensões mostradas estão em mm

Fonte: Grey et al. (2018)

Wang e Wang (2018), explicam que o controle de escoamento no local é considerado uma parte importante dos esquemas de drenagem urbana sustentável em todo o mundo. Porém a implantação desses controles de escoamento complica o problema dos cálculos das vazões, pois divide a captação em várias sub-captações, que alimentam escoamentos individuais, que levam a captação a uma variação dinâmica.

Os componentes padrão de um sistema de drenagem urbano sustentável podem ser agrupados de acordo função principal, ou seja, se eles controlam a água no ponto de precipitação (fonte), transportam água para um local diferente, ou fornecem tratamento ou atenuação para a água conforme apresentado por Griffiths (2017) na Figura 2.

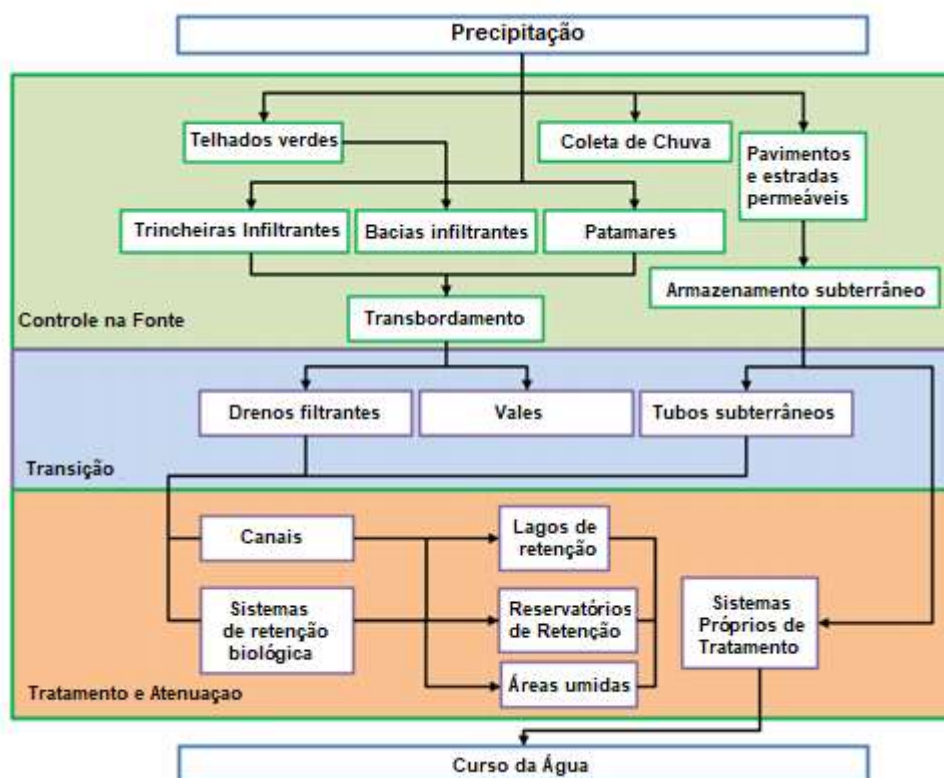


Figura 2 Fluxograma genérico indicando a configuração dos diferentes componentes de um sistema de drenagem urbana sustentável
Fonte: Griffiths (2017).

De todos os desastres naturais, as inundações afetam o maior número de pessoas em todo o mundo. Uma boa política e planejamento podem reduzir a exposição a esse problema. O desenvolvimento de esquemas de controle de inundações seria capaz de reduzir os impactos, no entanto, a proteção completa contra esses transtornos ocasionados pelas águas raramente é uma meta viável (MOORE; BELL; JONES, 2005).

Como em todo o mundo, o município de Camaçari também apresenta seus problemas com inundações e enchentes, sendo que no mês de agosto do ano de 2014 o Jornal BahiaJá publicou uma notícia a respeito de problemas com chuvas excessivas explicando que a cidade enfrentou fortes chuvas e que a Prefeitura ficou em estado de alerta e pronta para atender a comunidade. Em pouco mais de 3 dias no início do mês, o nível de chuva chegou a 100 milímetros por metro quadrado, o equivalente ao previsto para todo o mês de agosto (BAHIAJÁ, 2014).

As mudanças climáticas e a crescente urbanização impõem enormes desafios na gestão do planejamento urbano para um futuro sustentável. A intensa urbanização agrava as inundações, aumentando a quantidade de superfícies impermeáveis, modificando as rotas de fluxo (BERTILSSON et al., 2018).

Calanca (2014), comenta que existem vários benefícios econômicos do conhecimento das informações meteorológica, pois o conhecimento tanto em relação às decisões táticas quanto as estratégicas são influenciadas pelo conhecimento e previsão das ocorrências. Em muitas áreas do mundo, o acesso a previsões meteorológicas sazonais ainda é limitado, mas esforços estão sendo realizados em vários níveis para melhorar essa situação.

Silva, Guimaraes e Tavares (2008), explicam que vários modelos de séries temporais têm sido aplicados no estudo de variáveis climatológicas, como temperatura e precipitação. De acordo com Hyndman e Athanasopoulos (2016), na previsão, um passo fundamental é saber quando algo pode ser previsto com precisão e quando as previsões não serão melhores do que jogar uma moeda. Boas previsões capturam os padrões e relacionamentos genuínos que existem nos dados históricos, mas não replicam eventos passados que não ocorrerão novamente.

Luchetta e Manetti (2003), ao aplicarem modelos de previsão a dados hidrológicos, que possuem dados bastante aleatórios, explicam que os modelos mais adequados às previsões nesses tipos de dados geralmente trabalham com o pressuposto de que uma observação em um dado momento é previsível a partir de seu passado imediato, ou seja, é uma soma ponderada de uma série de observações anteriores.

A suavização exponencial como método de previsão, foi proposta no final da década de 1950 (BROWN, 1959 ; HOLT, 1957 ; WINTERS, 1960) e motivou alguns dos métodos de previsão mais bem-sucedidos. De acordo com Hyndman e Athanasopoulos (2016), as previsões produzidas usando métodos de suavização exponencial são médias ponderadas de observações passadas, com os pesos decaindo exponencialmente à medida que as observações envelhecem. Em outras palavras, quanto mais recente a observação, maior o peso associado. Esse *framework* gera previsões confiáveis rapidamente e para uma ampla gama de séries temporais, o que é uma grande vantagem e de grande importância para as mais diversas aplicações.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo apresenta de forma detalhada o local da pesquisa e a classificação dos métodos utilizados no estudo.

3.1 LOCAL DA PESQUISA

O local escolhido para o desenvolvimento da pesquisa foi o município de Camaçari, localizado no estado da Bahia. De acordo com o IBGE, Camaçari tem estimativa de possuir uma população de 296.893 pessoas para o ano de 2017 com apenas 25,7% dessas pessoas regularmente ocupadas. No censo de 2010 o IBGE verificou que 41,5% da população tinha rendimento nominal mensal per capita de meio salário mínimo e que o IDHM - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal era de 0,694.

3.2 TIPO DE PESQUISA

A pesquisa se classifica como uma pesquisa aplicada pois está direcionada a um município específico, onde foram pesquisados assuntos e notícias sobre a drenagem urbana e sua problemática. Prodanov e Freitas (2013), explicam que a pesquisa aplicada objetiva gerar conhecimentos dirigidos à solução de problemas específicos dentro de um contexto prático.

De acordo com Gil (2008), a pesquisa documental baseia-se em materiais que não receberam ainda um tratamento analítico ou que podem ser reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa, por esse motivo esse trabalho pode ser classificado como uma pesquisa documental pois dados históricos de chuvas ocorridas no município foram coletados do site do ANA (Agência Nacional de Águas) na base do hidroweb (ANA, 2018), estação Tiririca do município de Camaçari, os quais foram submetidos a uma análise de decomposição e previsão mensal por meio de

suavização exponencial para avaliação das expectativas de chuvas ao longo dos meses do ano para o município, bem como o número de dias chuvosos por mês, com auxílio do software NNQ disponibilizado gratuitamente pela UFSQ como um add in do excell.

Foi realizada uma análise histórica dos dados de pluviosidade para o município de Camaçari, sendo que a previsão futura foi realizada por meio do software NNQ (Núcleo de Normalização e Qualimetria) da UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina), capaz de realizar uma decomposição dos dados identificando a sazonalidade e os pesos sazonais existentes nos meses do ano para o município.

Tais dados podem ser classificados como quantitativos e por esse motivo essa parte da pesquisa pode ser classificada como pesquisa quantitativa. Após a coleta dos dados foram organizados e posteriormente avaliados por meio de análise estatística. Os modelos de suavização exponencial testados pelo software encontram-se ilustrados no Quadro 1.

Trend	Seasonal		
	N	A	M
N	$\hat{y}_{t+h t} = \ell_t$ $\ell_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)\ell_{t-1}$	$\hat{y}_{t+h t} = \ell_t + s_{t-m+h}^*$ $\ell_t = \alpha(y_t - s_{t-m}) + (1 - \alpha)\ell_{t-1}$ $s_t = \gamma(y_t - \ell_{t-1}) + (1 - \gamma)s_{t-m}$	$\hat{y}_{t+h t} = \ell_t s_{t-m+h}^*$ $\ell_t = \alpha(y_t/s_{t-m}) + (1 - \alpha)\ell_{t-1}$ $s_t = \gamma(y_t/\ell_{t-1}) + (1 - \gamma)s_{t-m}$
A	$\hat{y}_{t+h t} = \ell_t + hb_t$ $\ell_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)(\ell_{t-1} + b_{t-1})$ $b_t = \beta^*(\ell_t - \ell_{t-1}) + (1 - \beta^*)b_{t-1}$	$\hat{y}_{t+h t} = \ell_t + hb_t + s_{t-m+h}^*$ $\ell_t = \alpha(y_t - s_{t-m}) + (1 - \alpha)(\ell_{t-1} + b_{t-1})$ $b_t = \beta^*(\ell_t - \ell_{t-1}) + (1 - \beta^*)b_{t-1}$ $s_t = \gamma(y_t - \ell_{t-1} - b_{t-1}) + (1 - \gamma)s_{t-m}$	$\hat{y}_{t+h t} = (\ell_t + hb_t)s_{t-m+h}^*$ $\ell_t = \alpha(y_t/s_{t-m}) + (1 - \alpha)(\ell_{t-1} + b_{t-1})$ $b_t = \beta^*(\ell_t - \ell_{t-1}) + (1 - \beta^*)b_{t-1}$ $s_t = \gamma(y_t/(\ell_{t-1} + b_{t-1})) + (1 - \gamma)s_{t-m}$
A_d	$\hat{y}_{t+h t} = \ell_t + \phi b_t$ $\ell_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)(\ell_{t-1} + \phi b_{t-1})$ $b_t = \beta^*(\ell_t - \ell_{t-1}) + (1 - \beta^*)\phi b_{t-1}$	$\hat{y}_{t+h t} = \ell_t + \phi b_t + s_{t-m+h}^*$ $\ell_t = \alpha(y_t - s_{t-m}) + (1 - \alpha)(\ell_{t-1} + \phi b_{t-1})$ $b_t = \beta^*(\ell_t - \ell_{t-1}) + (1 - \beta^*)\phi b_{t-1}$ $s_t = \gamma(y_t - \ell_{t-1} - \phi b_{t-1}) + (1 - \gamma)s_{t-m}$	$\hat{y}_{t+h t} = (\ell_t + \phi b_t)s_{t-m+h}^*$ $\ell_t = \alpha(y_t/s_{t-m}) + (1 - \alpha)(\ell_{t-1} + \phi b_{t-1})$ $b_t = \beta^*(\ell_t - \ell_{t-1}) + (1 - \beta^*)\phi b_{t-1}$ $s_t = \gamma(y_t/(\ell_{t-1} + \phi b_{t-1})) + (1 - \gamma)s_{t-m}$
M	$\hat{y}_{t+h t} = \ell_t b_t^h$ $\ell_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)\ell_{t-1} b_{t-1}$ $b_t = \beta^*(\ell_t/\ell_{t-1}) + (1 - \beta^*)b_{t-1}$	$\hat{y}_{t+h t} = \ell_t b_t^h + s_{t-m+h}^*$ $\ell_t = \alpha(y_t - s_{t-m}) + (1 - \alpha)\ell_{t-1} b_{t-1}$ $b_t = \beta^*(\ell_t/\ell_{t-1}) + (1 - \beta^*)b_{t-1}$ $s_t = \gamma(y_t - \ell_{t-1} b_{t-1}) + (1 - \gamma)s_{t-m}$	$\hat{y}_{t+h t} = \ell_t b_t^h s_{t-m+h}^*$ $\ell_t = \alpha(y_t/s_{t-m}) + (1 - \alpha)\ell_{t-1} b_{t-1}$ $b_t = \beta^*(\ell_t/\ell_{t-1}) + (1 - \beta^*)b_{t-1}$ $s_t = \gamma(y_t/(\ell_{t-1} b_{t-1})) + (1 - \gamma)s_{t-m}$
M_d	$\hat{y}_{t+h t} = \ell_t b_t^{\phi h}$ $\ell_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)\ell_{t-1} b_{t-1}^{\phi}$ $b_t = \beta^*(\ell_t/\ell_{t-1}) + (1 - \beta^*)b_{t-1}^{\phi}$	$\hat{y}_{t+h t} = \ell_t b_t^{\phi h} + s_{t-m+h}^*$ $\ell_t = \alpha(y_t - s_{t-m}) + (1 - \alpha)\ell_{t-1} b_{t-1}^{\phi}$ $b_t = \beta^*(\ell_t/\ell_{t-1}) + (1 - \beta^*)b_{t-1}^{\phi}$ $s_t = \gamma(y_t - \ell_{t-1} b_{t-1}^{\phi}) + (1 - \gamma)s_{t-m}$	$\hat{y}_{t+h t} = \ell_t b_t^{\phi h} s_{t-m+h}^*$ $\ell_t = \alpha(y_t/s_{t-m}) + (1 - \alpha)\ell_{t-1} b_{t-1}^{\phi}$ $b_t = \beta^*(\ell_t/\ell_{t-1}) + (1 - \beta^*)b_{t-1}^{\phi}$ $s_t = \gamma(y_t/(\ell_{t-1} b_{t-1}^{\phi})) + (1 - \gamma)s_{t-m}$

Quadro 1 Métodos de suavização testados pelo Software NNQ, mostrando as equações utilizadas nos modelos para colocar peso para as características sazonais e de tendência dos dados

Fonte: Hyndman e Athanasopoulos (2016).

Cada um dos métodos testados pelo software NNQ encontra-se identificado por duas letras, as que estão no sentido vertical representam a tendência e as verticais representam a sazonalidade. As letras A, M, representam respectivamente as

palavras: aditivo e multiplicativo. Já o N representa a ausência de uma delas ou ambas.

O critério para a realização da comparação entre os modelos será em relação aos valores de erros, sendo a predominante o modelo que proporcione os menores valores de erros dentre todos os modelos testados.

Prodanov e Freitas (2013, p. 59) explicam que:

A pesquisa de campo é aquela utilizada com o objetivo de conseguir informações e/ou conhecimentos acerca de um problema para o qual procuramos uma resposta, ou de uma hipótese, que queiramos comprovar, ou, ainda, descobrir novos fenômenos ou as relações entre eles. Consiste na observação de fatos e fenômenos tal como ocorrem espontaneamente, na coleta de dados a eles referentes e no registro de variáveis que presumimos relevantes, para analisá-los (PRODANOV e FREITAS, 2013, p.59).

Dessa forma, com base nessa definição verifica-se que a pesquisa realizada nesse estudo pode ainda ser classificada como pesquisa de campo pois o município foi visitado em seus vários locais e documentou-se situações problema por meio de fotos dos locais, identificando e constatando os principais problemas encontrados no ramo da drenagem urbana do município. Essa parte da pesquisa é bem subjetiva e não pode ser quantificada sendo que seria classificada como pesquisa qualitativa e descritiva pois os fatos serão registrados sem que o pesquisador interfira na realidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esse tópico do estudo apresenta os resultados da avaliação dos dados históricos por meios da técnica estatística de suavização exponencial e o contexto atual da drenagem urbana no município de Camaçari – BA.

4.1 AVALIAÇÃO DOS DADOS HISTÓRICOS (1962 A 2018) MENSAIS DE CHUVAS E PLUVIOSIDADE DO MUNICÍPIO DE CAMAÇARI

Com base nos dados históricos de chuvas do município de Camaçari (Figura 3), pode-se notar que os dias de chuva em alguns meses chegara a 29 dias, mostrando que esse fato foi raro ao longo dos anos acompanhados, porém isso aconteceu em maio dos anos de 1971, 1975 e 1984 e em junho de 1979, o que nos leva a notar que os períodos mais longos com chuvas constantes ocorrem no período do meio do ano. O valor mais baixo encontrado foi de 1 dia apenas de chuva no mês inteiro, tal fato ocorreu nos meses de novembro de 2007, dezembro de 2012 e fevereiro de 2016.

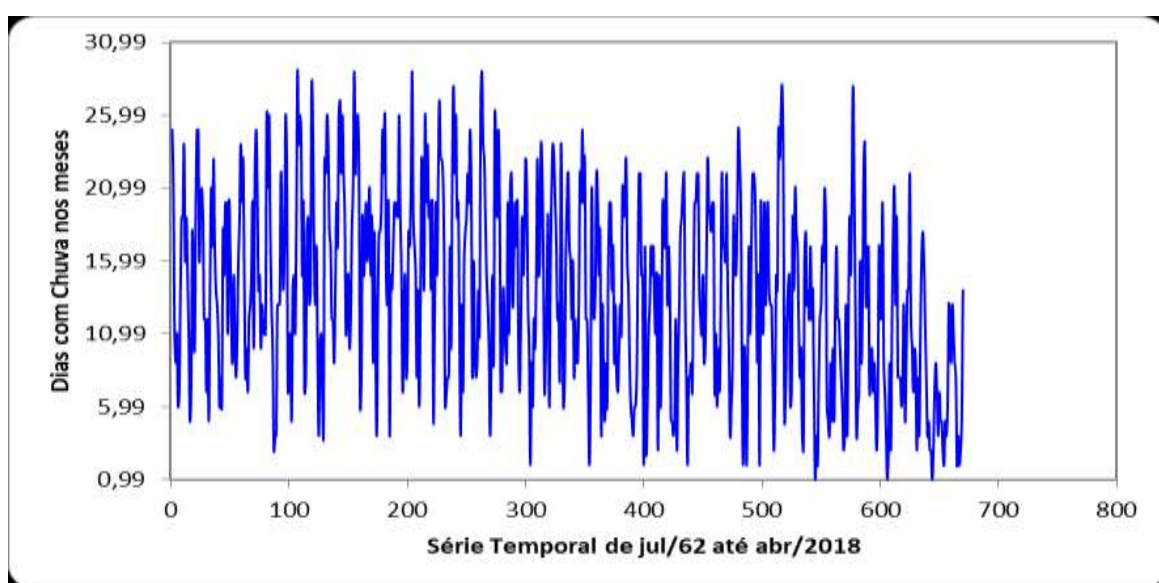


Figura 3. Dias com chuva em cada um dos meses acompanhados para o Municípios de Camaçari ao longo dos anos de 1962 até 2018

Fonte: Autoria Própria com base em dados disponibilizados pela ANA – Agência Nacional de Águas.

Nota-se ainda que os meses com mais dias chuvoso ocorreram há mais tempo e que os meses com menos dias chuvosos ocorreram nos últimos anos o que pode indicar uma tendência de redução dos dias chuvosos no município de Camaçari, essa leve tendência também pode ser visualizada na Figura 1.

A avaliação por meio da decomposição realizada pelo software indica por meio dos índices sazonais calculados que a sazonalidade de dias chuvosos no município é clara sendo que a tendência de mais dias chuvosos nos meses de abril até agosto é clara (Figura 4).

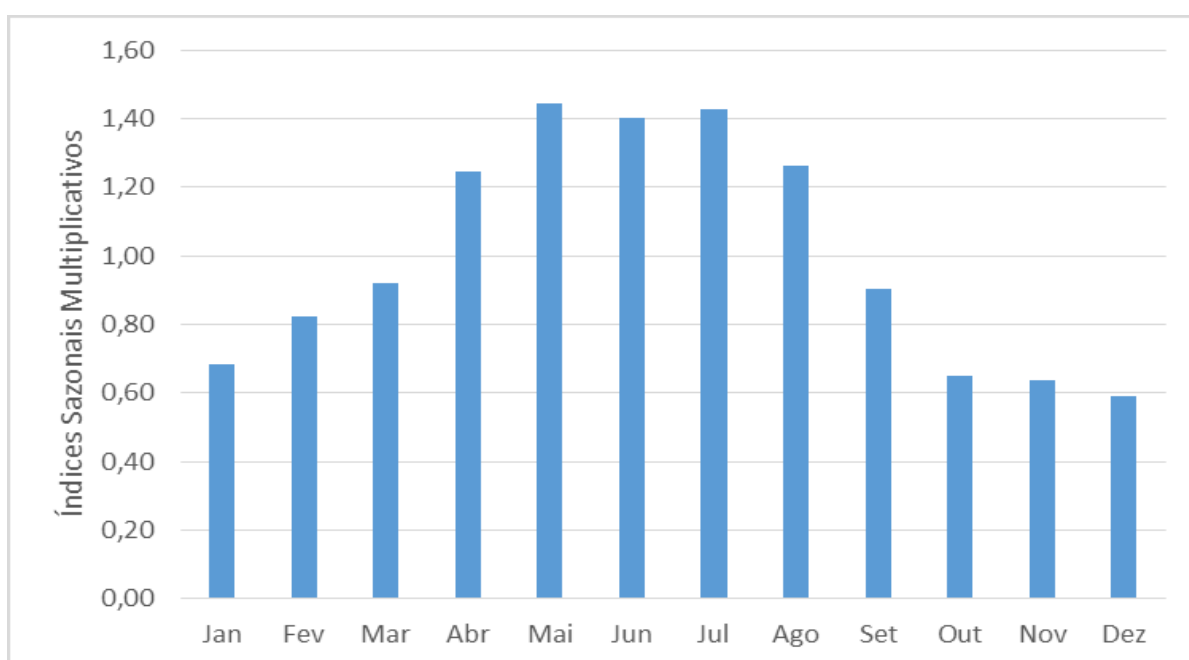


Figura 4. Índices multiplicativos sazonais obtidos pelo software NNQ para os meses com base nos dias de chuva observados na série histórica de jul/1962 até abr/2018.

Fonte: Autoria Própria com base em dados disponibilizados pela ANA – Agência Nacional de Águas.

A Figura 5 ilustra os valores de precipitação mensal ocorridas ao longo da série histórica disponibilizada pela ANA (2018) e coletada para realização deste estudo.

No ano de 2012 constatou-se a menor chuva registrada para um mês no município de Camaçari, que foi de 0,2 mm. O mês de outubro também registou dois anos com precipitação muito reduzida sendo que em 1987 ocorreu apenas duas chuvas com volume total de 1,6 mm e no ano de 1995 também com duas chuvas o volume total mensal foi de 1,3 mm. Em fevereiro de 1998 a pluviosidade total mensal foi de 3,8mm divididos em três dias de chuva. Nos meses de janeiro e dezembro de

2003 também se observou valores reduzidos de pluviosidade total de 3,3 mm e 3,2 mm respectivamente divididos em dois dias de chuva.

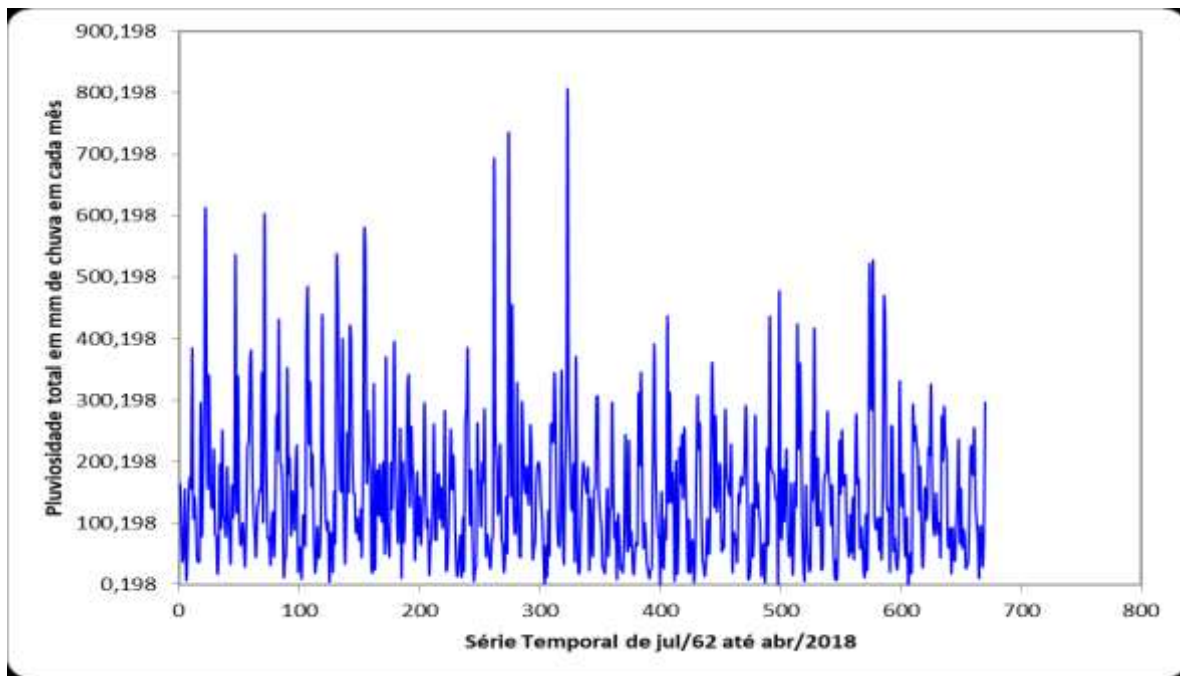


Figura 5. Pluviosidade em mm de chuva por mês ao longo dos meses acompanhados para o Município de Camaçari ao longo dos anos de 1962 até 2018

Fonte: Autoria Própria com base em dados disponibilizados pela ANA – Agência Nacional de Águas.

Enquanto que no contraponto desta situação percebeu-se meses que apresentaram valores elevadíssimos de pluviosidade para um único mês esses foram os meses de maio de 1989 que registou o maior valor de 806,8 mm de chuva, o mês de abril possui os outros 3 registros seguintes nos anos de 1985 onde registrou valor de 732,7 mm de chuva 1984 onde registrou valor de 692,7 mm de chuva, 1964 onde registrou valor de 613,5 mm de chuva. Percebe-se que essas chuvas muito concentradas em um só mês ocorreram nas décadas de 60 e 80 sendo que na década de 2000 o maior valor registrado foi de 525,8 mm ocorrido em junho de 2010. Essas chuvas excessivas em curtos períodos de tempo ocasionam grandes riscos de enchentes e inundações sendo que devem ser preocupação constante dos municípios pois é comum a cada tempo a ocorrência desses eventos, a isso se denomina período de retorno das chuvas.

A avaliação por meio da decomposição realizada pelo software indica por meio dos índices sazonais calculados que a sazonalidade de pluviosidade mensal no

município é clara sendo que a tendência de elevação nos valores de pluviosidade mensal é mais elevada nos meses de abril até junho é clara (Figura 6).

Essa realidade nos leva a observar que as maiores preocupações com enchentes e inundações no município devem ser concentradas no meio do ano e que portanto ações de limpeza de bueiros, melhorias nas redes de drenagem e vistorias devem ser realizadas em um período imediatamente anterior ao maior risco de aparecimento dos problemas, que devem se concentrar próximos do mês de maio, pois o valor do índice sazonal desse mês foi bastante elevado.

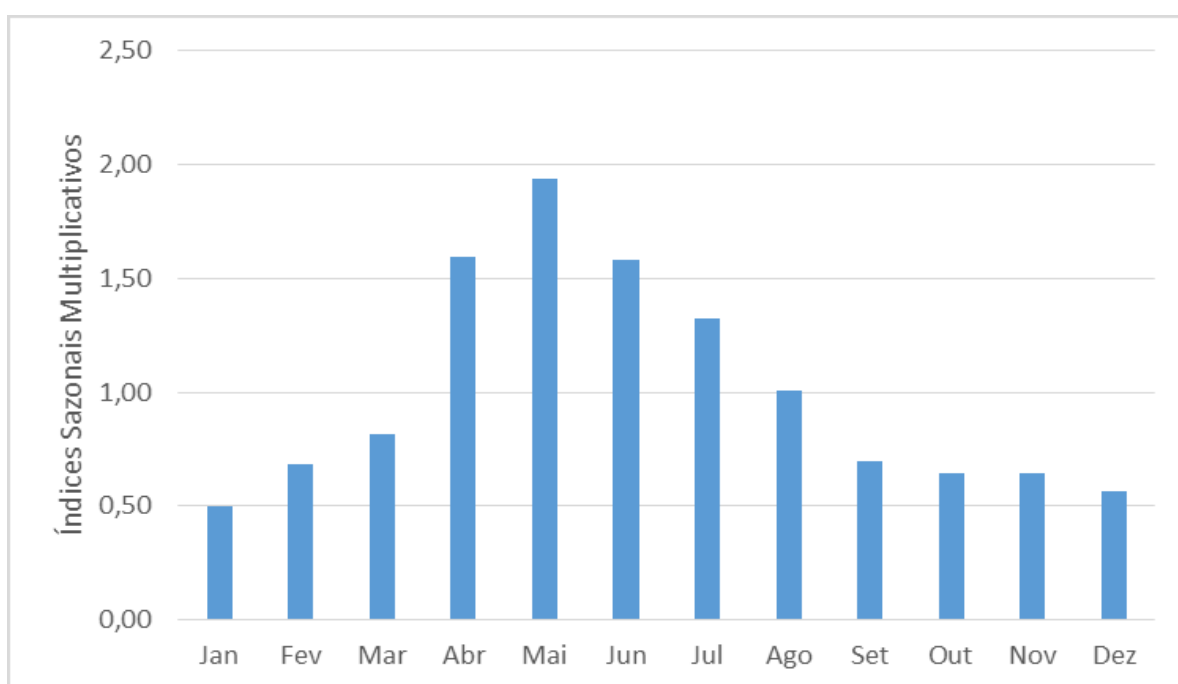


Figura 6. Índices multiplicativos sazonais obtidos pelo software NNQ para os meses com base na pluviosidade mensal observadas na série histórica de jul/1962 até abr/2018

Fonte: Autoria Própria com base em dados disponibilizados pela ANA – Agência Nacional de Águas.

Com o intuito de auxiliar o gestor municipal apresenta-se como resultado desse estudo uma previsão de dias com chuva em cada um dos meses e dos milímetros de chuva para os próximos 12 meses no município de Camaçari (Tabela 1).

Observou-se que os melhores modelos de previsão dentro todos os testados pelo software foram o ANA, que corrige os erros e trata a sazonalidade de forma aditiva (A) e não apresenta tratamento para tendência por essa ser nula (N) para os dias chuvosos de cada um dos meses e o MNA, que corrige os erros de forma multiplicativa (M), não trata a tendência por essa ser nula (N) e trata a sazonalidade

por meio do modelo aditivo para a pluviosidade em milímetros de chuva acumulados no mês.

Tabela 1. Valores previstos por meio do método de suavização exponencial com auxílio do software NNQ e limites inferior e superior da previsão com 80% de probabilidade de acerto.

Datas	Número de dias com chuva			Precipitação em mm		
	Previsão	L.inf 80	L.Sup 80	Previsão	L.inf 80	L.Sup 80
mai/18	13,66	8,32	19,00	263,40	26,23	500,56
jun/18	13,09	7,74	18,44	203,66	19,66	387,66
jul/18	13,67	8,30	19,03	174,32	16,20	332,44
ago/18	11,16	5,79	16,54	120,21	9,84	230,58
set/18	6,19	0,81	11,58	80,07	4,49	155,66
out/18	2,75	-2,64	8,15	74,26	3,49	145,02
nov/18	2,65	-2,76	8,06	73,12	3,19	143,06
dez/18	1,97	-3,45	7,39	62,38	1,31	123,44
jan/19	3,29	-2,14	8,72	52,00	-0,73	104,72
fev/19	5,27	-0,17	10,71	76,46	3,40	149,52
mar/19	6,67	1,21	12,12	100,08	6,60	193,56
abr/19	11,07	5,61	16,53	222,62	20,55	424,69

A tendência ter sido nula, foi um fato interessante, visto que mostrou que por meio desses modelos de suavização exponencial mais adaptados aos dados, nenhuma tendência foi identificada, apesar dos dados de chuvas mais intensas e maior número de dias chuvosos terem ocorrido em anos mais distantes, o que deve ter sido devido ao acaso.

Apenas conhecer os dados de chuvas do município não é o suficiente para manter um sistema de drenagem em plenas condições, o problema vai muito além de construir e dimensionar corretamente os sistemas, tanto a manutenção, quanto a conscientização da população, são primordiais na correta gestão da drenagem municipal.

4.2 A DRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO DE CAMAÇARI

Bertilsson et al. (2018), explicam que os planos municipais tendem a se concentrar na mitigação das inundações, e não na redução do risco de inundação. Porém Camaçari com a informação que se segue parece ter, ao menos nessa ação, agido diferente do descrito por Bertilsson et al., pois se preocupou com a prevenção.

No dia 14 de agosto de 2017 o site da prefeitura de Camaçari divulgou uma nota onde explica que: “A Prefeitura de Camaçari trabalha preventivamente para que não ocorram enchentes durante o período de chuvas” (CAMAÇARI, 2017). Junto com a nota apresentou uma foto (Figura 7) e a lista de 22 canais que estão sendo limpos pela Secretaria da Infraestrutura e Habitação (Seinfra) desde o mês de fevereiro de 2017 em toda a sede e orla do município.



Figura 7. Limpeza de canais de drenagem realizada pela prefeitura no município de Camaçari. Fonte: SEINFRA/PMC (CAMAÇARI, 2017).

As estatísticas mostram que os desastres causados por inundações são um dos mais significativos em termos de danos e perdas. As taxas de urbanização estão aumentando rapidamente, é importante aprender a viver com as inundações, aliviando suas consequências, no presente e no futuro (BERTILSSON et al., 2018). Isso posto nota-se que os problemas de gestão das águas urbanas são comuns a grandes cidades.

Um projeto de obras de urbanização do Rio Camaçari, anunciado em 2011 como a solução dos alagamentos decorrentes das chuvas em vários pontos do

município, foi paralisado e até abril de 2018 de acordo com o Santos (2018), tinha apenas 50% das obras realizadas. A intervenção integra o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e é bancada na maior parte pelo Ministério das Cidades por meio da Caixa Econômica Federal.

Sarmah e Das (2018), explicam que municípios podem ficar vulneráveis a frequentes inundações urbanas devido ao despejo descontrolado de resíduos sólidos, bem como pelo assoreamento, que sufoca os canais naturais de água. Isso aliado à ausência de uma rede de drenagem integrada e a rápida e crescente urbanização provocam inundações em muitas partes das cidades, após chuvas torrenciais. A Figura 8 ilustra um trecho do rio Camaçari obstruído por terra de assoreamento, vegetação e um pouco de resíduos sólidos.



Figura 8. Imagem do Rio Camaçari mostrando assoreamento, crescimento de mato e resíduos sólidos em parte do canal.
Fonte: Santos, (2018).

Apesar da ocorrência de vários problemas relacionados à drenagem no município, uma moradora entrevistada em 2014 acreditava que a prefeitura tem feito ações e que se preocupa com a situação, como se pode ver no trecho publicado no jornal BahiaJá (2014, p.1):

Para a moradora de Camaçari, há três anos, Sueli da Conceição, de 38 anos, a visita mostra que “a Prefeitura está preocupada com o povo”. O prefeito Ademar visitou a região da ponte da Travessa Maria Meire e moradias construídas na localidade, por meio do HBB (Habitar Brasil Bird). “Não vamos deixar a população desamparada. Tudo que for necessário será feito”, informou o prefeito (BAHIAJÁ, 2014, p.1).

Bertilsson et al. (2018), explicam que locais com infraestrutura precária nas cidades, combinada com assentamentos ilegais e pobreza em geral, possuem efeitos negativos sobre as inundações, pois geralmente as casas são construídas nas margens dos rios, invadindo o espaço, restringindo o fluxo com conseqüente confinamento de longos trechos dos rios, isso aliado a remoção da quase completa da vegetação, processo de assoreamento e ligações ilegais de esgoto diretamente no rio e despejo de resíduos sólidos são os principais problemas ocasionados.

De acordo com G1 – Rede Bahia de Televisão (2018), o mais novo projeto lançado pela prefeitura de Camaçari no mês de julho de 2018 foi o Programa de Saneamento Integrado com Urbanização Integrada da Bacia do Rio Camaçari.

As principais intervenções são: mitigação dos riscos de enchentes recorrentes, evitando ocorrências de desabamentos parciais e totais de moradias e pontes; redes de saneamento básico; iluminação pública; reestruturação do sistema viário para pedestres, ciclistas e veículos, adequando as novas vias às normas de acessibilidade; oferta de novas áreas de convivência, lazer e de esporte nas margens dos rios, tais como quadra poliesportiva, campo de futebol, parques infantis, equipamentos de ginástica, pergolados, quiosques, academia da saúde, dentre outros; implantação de cicloviás, calçadas, praças e áreas públicas ao longo dos rios e córregos compreendidos no programa (G1 - REDE BAHIA DE TELEVISÃO, 2018, p3).

O projeto de Saneamento Integrado com Urbanização tem como principal foco a recuperação e revitalização do Rio Camaçari, dois rios secundários e riachos que percorrem a área urbana da sede do município de Camaçari, contribuindo para a melhoria das condições de vida da população. Entrevistada pelo G1, uma moradora da região há cinco anos, a dona de casa Veronica Souza Nery, 24 anos, estava na expectativa para o início dos trabalhos e afirmou que: “Vai ficar bom. Há muitos anos espero por essa obra, que vai trazer melhorias pra gente e melhorar o ambiente do lugar que vivo com minha família” (G1 - REDE BAHIA DE TELEVISÃO, 2018, p3).

4.2.1 Flagrantes de Problemas de Drenagem Encontrados no Município de Camaçari

Um dos primeiros problemas que devem ser levados em conta para melhoria de um sistema de drenagem municipal é a educação ambiental, pois onde a população não é bem-educada e despeja seus resíduos sólidos em todos os locais a rede de drenagem certamente receberá um impacto negativo (Figura 9).



Figura 9 (A, B e C). Flagrantes de resíduos sólidos de todos os tipos, próximo às redes de drenagem.

Fonte: Autoria Própria

De acordo com o Manual de Drenagem Urbana do município de Curitiba no Paraná, “o lixo obstrui ainda mais a drenagem e cria condições ambientais ainda piores. Esse problema somente é minimizado com adequada frequência da coleta e educação da população com multas pesadas” (MDU, 2002).

Cabe destacar que os resíduos sólidos encontrados são das mais diversas naturezas onde se pode notar na Figura 10, até mesmo montes de terra e areia dispostos nas ruas o que pode ocasionar a obstrução, sobrecarga e até o entupimento da rede de drenagem e até mesmo se depositar nos sistemas de detenção.



Figura 10. Flagrantes de terra e areia próximo da rede de micro drenagem urbana

Fonte: Autoria Própria

Ramos, Barros e Palos (1999, p.37), descrevem os principais problemas que devem ser levados em conta, com relação aos sistemas de retenção construídos para auxiliar nas melhorias da drenagem urbana:

Os principais problemas que podem ocorrer são resultantes da deposição de sedimentos e detritos que podem desencadear uma série de dificuldades, cabendo destacar: a perda de capacidade de armazenamento nos reservatórios de retenção caso os sedimentos depositados não sejam removidos em tempo hábil, o aparecimento de maus odores e problemas de saúde pública resultantes da decomposição da matéria orgânica dos depósitos e, finalmente, problemas de colmatação, com perda de capacidade de retenção em obras previstas para infiltração e percolação (RAMOS e PALOS, 1999, p.37).

Outro problema a ser levado em conta é a invasão dos sistemas de drenagem por plantas daninhas, como pode-se observar na Figura 11, isso quando não impossibilita ao menos dificulta a drenagem das águas aumentando os picos de cheia, expondo a população ao risco de enchentes.



Figura 11. Flagrantes de plantas invasoras crescendo no espaço da rede de drenagem
Fonte: Autoria Própria

A falta ou incapacidade de elementos de micro drenagem, tais como as sarjetas (Figura 11), também são responsáveis pelas enchentes, as melhorias e

manutenções mesmo tendo em vista que neste estudo o foco é o município de Camaçari cabe destacar que essa realidade mostrada não é apenas local pode-se notar que as mesmas ações também precisam ser realizadas em vários outros municípios Brasileiros.

De acordo com o site Infraestrutura urbana (2018, p.1):

Um aspecto importante do projeto de drenagem é o posicionamento das bocas de lobo, que devem estar nos pontos mais baixos do sistema para impedir alagamentos e águas paradas em zonas mortas. As bocas de lobo devem ser posicionadas em ambos os lados da rua quando a saturação da sarjeta exigir ou quando forem ultrapassadas suas capacidades de engolimento. O espaçamento entre as bocas de lobo também deve ser dimensionado em projeto, mas recomenda-se adotar uma distância máxima de 60 m entre os dispositivos caso não seja analisada a capacidade de descarga da sarjeta (INFRAESTRUTURA URBANA, 2018, p.1).



Figura 12 (A e B). Flagrantes da rede de drenagem mostrando problemas no município de Camaçari.

Fonte: Autoria Própria

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a maior parte dos municípios por conta da urbanização acelerada e eventos climáticos extremos estão sujeitos a enchentes e inundação por conta da dificuldade de gestão das águas urbanas.

Pensar em drenagem sustentável é simples o complicado é implantar estruturas que não acabem ultrapassadas com o tempo. Outro problema é educar a população, que acaba por lançar lixo e entupir os sistemas de drenagem.

Mesmo com ações preventivas de drenagem a prefeitura ainda necessita investir constantemente em projetos de melhoria e manutenção dos sistemas pois a maioria das cidades brasileiras não possuem estruturas de drenagem de controle na fonte que são capazes de reduzir mais eficientemente os picos de cheia. Sugere-se que as prefeituras priorizem a busca pela implantação desses sistemas, tais como telhados verdes, pavimentos permeáveis e estímulo para que a população colete a água das chuvas em suas residências e armazenem para utilização.

Outras destinações também podem ser pensadas por meio da construção de trincheiras, patamares ou bacias infiltrantes, ou mesmo os poços sob as árvores, qualquer tipo de estrutura capaz de reduzir a velocidade com que as águas escoam no momento da chuva para as redes de macro e micro drenagem municipais.

Observou-se ainda que os picos de precipitação ocorrem em Camaçari no meio do ano e dessa forma um pouco antes desses meses recomenda-se que a prefeitura continue com as ações preventivas já realizadas em anos anteriores e introduza ações que conscientizem a população sobre os riscos do assoreamento dos rios e o despejo de resíduos sólidos nas redes de drenagem.

REFERÊNCIAS

ANA. **Séries Históricas de Estações.** Disponível em: http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/medicoes_historicas_abas.jsf. Acesso em: 03 mar 2018.

BAHIA JÁ. **Camaçari em alerta com chuvas e inundação no bairro Nova Vitória.** Disponível em: < <http://www.bahiaja.com.br/salvador/noticia/2014/08/03/camacari-em-alerta-com-chuvas-e-inundacao-no-bairro-nova-vitoria,73549,0.html>> Acesso em: 20 jun. 2018.

BERTILSSON, Louise et al. Urban flood resilience – A multi-criteria index to integrate flood resilience into urban planning. **Journal Of Hydrology**, [s.l.], p.1-13, jun. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.06.052>.

BROWN, R. G.. **Statistical forecasting for inventory control.** McGraw/Hill.1959.

CALANCA, P.. Weather Forecasting Applications in Agriculture. **Encyclopedia Of Agriculture And Food Systems**, [s.l.], p.437-449, 2014. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-444-52512-3.00234-5>.

CAMAÇARI. **Trabalho preventivo evita enchentes.** 2017. Disponível em: <http://camacari.ba.gov.br/2010/detalhe_noticia.php?cod_noticia=23726> Acesso em: 01 jun. 2018.

DONG, Xin; GUO, Hao; ZENG, Siyu. Enhancing future resilience in urban drainage system: Green versus grey infrastructure. **Water Research**, [s.l.], v. 124, p.280-289, nov. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2017.07.038>.

G1 - REDE BAHIA DE TELEVISÃO. **Prefeito assina ordem de serviço para início de obras do Rio Camaçari.** Disponível em: <<https://g1.globo.com/ba/bahia/especial-publicitario/prefeitura-municipal-de-camacari/noticia/2018/07/25/prefeito-assina-ordem-de-servico-para-inicio-de-obras-do-rio-camacari.ghtml>>. Acesso em: 26 de jul. 2018.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GRIFFITHS, J.A.. Sustainable Urban Drainage. **Encyclopedia Of Sustainable Technologies**, [s.l.], p.403-413, 2017. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-409548-9.10203-9>.

GREY, Vaughn et al. Tree pits to help mitigate runoff in dense urban areas. **Journal Of Hydrology**, [s.l.], v. 565, p.400-410, out. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.08.038>.

HYNDMAN, Rob; ATHANASOPOULOS, George. **Forecasting: Principles and Practice**. 2.ed. O Texts. 2012.

HOLT, C. E. **Forecasting seasonals and trends by exponentially weighted averages** (O.N.R. Memorandum No. 52). Carnegie Institute of Technology, Pittsburgh USA. 1957. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2003.09.015>

INFRAESTRUTURA URBANA. **Saneamento**. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/8/2-bocas-de-lobo-como-planejar-o-posicionamento-das-239376-1.aspx>> Acesso em: 10 jun. 2018.

LUCHETTA, A.; MANETTI, S.. A real time hydrological forecasting system using a fuzzy clustering approach. **Computers & Geosciences**, [s.l.], v. 29, n. 9, p.1111-1117, nov. 2003. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0098-3004\(03\)00137-7](http://dx.doi.org/10.1016/s0098-3004(03)00137-7).

MDU - MANUAL DE DRENAGEM URBANA. **Plano Diretor de Drenagem Para a Bacia do Rio Iguaçu na Região Metropolitana de Curitiba**. Região Metropolitana de Curitiba- PR. Governo do Estado do Paraná Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Versão 1.0 - Dezembro 2002.

MOORE, Robert J.; BELL, Victoria A.; JONES, David A.. Forecasting for flood warning. **Comptes Rendus Geoscience**, [s.l.], v. 337, n. 1-2, p.203-217, jan. 2005. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.crte.2004.10.017>.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas de pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo/RS: Feevale, 2013.

RAMOS, C.L.; BARROS, M. T. L.; PALOS, J. C. F. **Diretrizes Básicas para Projetos de Drenagem Urbana no Município de São Paulo**. 1999. Disponível em: http://www.fau.usp.br/docentes/deptecnologia/r_toledo/3textos/07drenag/dren-sp.pdf. Acesso em: 19 ago. 2018.

SANTOS, L. **MPF denuncia desvios de R\$ 1,8 milhão das obras do Rio Camaçari**. Disponível em: < <https://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/mpf-denuncia-desvios-de-r-18-milhao-das-obras-do-rio-camacari/>>. Acesso em: 21 jun. 2018.

SARMAH, Tanaya; DAS, Sutapa. Urban flood mitigation planning for Guwahati: A case of Bharalu basin. **Journal Of Environmental Management**, [s.l.], v. 206, p.1155-1165, jan. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.10.079>.

SILVA, Maria I. S.; GUIMARAES, Ednaldo C.; TAVARES, Marcelo. Previsão da temperatura média mensal de Uberlândia, MG, com modelos de séries temporais. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande , v. 2, n.5, p. 480-485, Oct. 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662008000500006>.

WANG, Sheng; WANG, Heng. Extending the Rational Method for assessing and developing sustainable urban drainage systems. **Water Research**, [s.l.], v. 144, p.112-125, nov. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2018.07.022>.

WINTERS, P. R. Forecasting sales by exponentially weighted moving averages. **Management Science**, n.6, p.324–342. 1960. <https://doi.org/10.1287/mnsc.6.3.324>.

ZHU, Z. et al. Approach for evaluating inundation risks in urban drainage systems. **Science Of The Total Environment**, [s.l.], v. 553, p.1-12, maio 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.02.025>.