

Emergências Climáticas x Saneamento

Adriana Schueler

Professora Doutora, UFRRJ, Brasil.
aschueler@ufrj.br

Thereza Carvalho

Professora Doutora, UFF, Brasil.
therezacarvalho@id.uff.br

RESUMO

Entende-se aqui que o desenvolvimento urbano, de uma forma geral e especificamente em relação ao saneamento básico, não está se dando adequadamente. O saneamento básico é visto como um dos desafios perante as mudanças climáticas, sobretudo quanto aos recursos hídricos. Eventos extremos, como períodos longos de seca severa e chuvas extremas, estão cada vez mais presentes, colocando em discussão a resiliência da infraestrutura e sua capacidade de adaptação frente aos riscos iminentes à saúde humana e ao ambiente. Foi realizado um estudo de campo com visita as Secretarias de Defesa Civil de Maricá e de Niterói - RJ. O objetivo da Defesa Civil é a redução de desastres, que é o resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo ser humano, sobre um ecossistema vulnerável, causando danos humanos, materiais e ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais. São as secretarias municipais de Defesa Civil os órgãos que cuidam da vida dos cidadãos. Apresenta-se como as Secretarias de Defesa Civil estão preparadas para prever o clima e as fortes chuvas que geram as cheias urbanas e como a rede de coleta de esgoto se mantem. Entendemos que poderia se responsabilizar pelas análises de contaminantes nas águas também.

PALAVRAS-CHAVE: Inundações. Saneamento. Cidades.

1 INTRODUÇÃO

Os "desastres naturais", não são verdadeiramente naturais, mas o resultado de riscos naturais combinados com fatores sociais, políticos e econômicos. Após um desastre climático, as vulnerabilidades de certas populações, devido a raça, etnia, gênero, idade, renda ou habilidade, são ampliadas, criando um risco maior.

O saneamento urbano é importante para a qualidade das cidades, que enfrentam desafios relacionados ao fornecimento de água, a coleta de esgoto, a drenagem pluvial, ao controle de enchentes e ao tratamento de lixo, além de outros.

As cidades devem respeitar os caminhos das águas para evitar enchentes e inundações. As chuvas são mais concentradas, mais fortes em determinado lugar do que no passado, o que gera problemas para encostas. A impermeabilização do solo impede a infiltração da água, fazendo com que ela esco superficialmente, carregando resíduos sólidos deixados em seu caminho, óleos, produtos químicos, coliformes fecais etc. A chuva traz uma quantidade significativa de água para as cidades e segue seu curso natural pelos pontos mais baixos do relevo, muitas vezes superando as intervenções humanas que tentam impedir seu movimento. Os poluentes podem ser transportados para corpos d'água, causando poluição.

No ciclo urbano da água, esta é usada para limpeza. Cerca de 80% da água de abastecimento é transformada em esgoto sanitário ou água servida (águas negras e cinzas) que precisa ser tratada para diminuir sua carga poluidora. Os lodos resultantes do tratamento do esgoto devem ser reciclados. Os resíduos sólidos urbanos são gerados pelas atividades exercidas na cidade e permanecem onde são lançados, degradando-se lentamente e se tornando fontes de poluição e contaminação. A reciclagem é uma das soluções, e depende da tecnologia disponível.

O painel intergovernamental de mudanças climáticas (IPCC, 2023) destaca as metrópoles e suas áreas de influência como foco de atenção para enfrentar a questão climática. O aquecimento global é resultado da influência humana na atmosfera, oceano e solo. Prevê-se que até 2030, cerca de 5 bilhões de pessoas viverão em cidades, tornando-as mais vulneráveis a fenômenos meteorológicos extremos. As infraestruturas verde e azul podem reduzir o uso de

energia e o risco de eventos extremos, gerando benefícios para a saúde, bem-estar e meios de subsistência.

O plano nacional de saneamento básico (Plansab) é o principal instrumento da política federal de saneamento básico, com um horizonte de 20 anos (2014 a 2033) e avaliação anual. Em 2018, 384 municípios brasileiros declararam a ocorrência de pessoas desalojadas ou desabrigadas devido a eventos hidrológicos impactantes. O país enfrenta um déficit, com cerca de 40% da população sem acesso adequado ao abastecimento de água, 60% sem cobertura de esgotamento sanitário e 40% sem manejo adequado de resíduos sólidos urbanos (Sinis, 2023). Além disso, a infraestrutura para manejo de águas pluviais e controle de enchentes e inundações enfrenta deficiências significativas em muitos municípios brasileiros, evidenciando a urgência de ações para garantir o acesso a serviços de saneamento básico de qualidade em todo o país.

Os planos municipais de saneamento básico são compostos por diretrizes, estudos, programas, projetos, prioridades, metas, atos normativos e procedimentos que têm como objetivo avaliar o estado de salubridade ambiental, incluindo a prestação dos serviços públicos relacionados a ela, e definir a programação das ações e investimentos necessários para garantir a prestação dos serviços de saneamento básico.

O saneamento influencia o Plano Diretor Municipal, que direciona a expansão do saneamento. Não é possível pensar em Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) sem relação com o Plano Diretor Municipal.

Este trabalho mostra o quanto as secretarias de defesa civil dos municípios, Marica e Niterói, no estado do Rio de Janeiro estão preparadas para lidar com os eventos climáticos extremos e conseqüentemente com o saneamento básico.

2 O SANEAMENTO BÁSICO E SUA RELAÇÃO COM AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

As variações climáticas globais podem ter impactos significativos no fornecimento da água, na disposição do esgoto e do resíduo sólido urbano, na drenagem das águas pluviais. É essencial considerar os impactos das mudanças climáticas na gestão dos serviços de água e esgoto, visando garantir a resiliência e a qualidade desses serviços diante das incertezas climáticas.

A mudança no ciclo da água causada pela alteração dos padrões de precipitação já modificou a flutuação natural dos sistemas de variação fixa. Não é mais possível fazer planejamento nos sistemas de abastecimento de água ou na infraestrutura de saneamento baseado nestes modelos de variação fixa, uma vez que tais modelos não são mais confiáveis considerando os cenários e projeções das mudanças climáticas diz Ferreira Filho (2020).

Como um método de identificação de impactos das mudanças climáticas, o volume de chuva acima do normal potencializa a proliferação de doenças em lugares com ausência da coleta e tratamento do esgoto, onde há riscos de contaminação devido ao contato com este efluente não tratado. Parâmetros físico-químicos da água podem ser facilmente comprometidos com a elevação da temperatura, como a elevação da turbidez e contaminação fecal, que afetam a potabilidade da água, ocasionando mais custos para a operação das estações de tratamento de água (ETAs), caso os sistemas não sejam reavaliados. Diante destas ocorrências, as estações de tratamento de esgoto (ETES) recebem uma quantidade acima do normal de volume.

No que diz respeito aos impactos das variações climáticas na prestação dos serviços de saneamento, é possível identificar que a disponibilidade de água pode ser afetada pela redução das vazões de estiagem, o que pode levar à necessidade de medidas emergenciais e expansões dos sistemas, especialmente em cidades de grande porte.

A drenagem urbana refere-se ao conjunto de medidas destinadas a gerenciar o escoamento das águas pluviais em áreas urbanas. Isso inclui a implementação de sistemas de captação, transporte e tratamento das águas pluviais, visando prevenir inundações, erosão e outros impactos negativos decorrentes do acúmulo de água. Além disso, a drenagem urbana também considera a preservação da qualidade das águas e a mitigação dos efeitos da impermeabilização do solo, resultante do desenvolvimento urbano. O objetivo é promover um manejo sustentável das águas pluviais, contribuindo para a segurança e qualidade de vida nas áreas urbanas. A gestão de águas pluviais já sofre o forte impacto das variações nos regimes pluviais, o que pode agravar a situação em áreas urbanas com sistemas de drenagem inadequados. São as normas e regulamentações que podem pressionar o país a adotar mudanças nas concepções das soluções para o saneamento, como resultado de acordos internacionais. As chuvas mais intensas tendem a agravar o funcionamento da rede de drenagem, produzindo vazões maiores do que as projetadas, enquanto o aumento do nível do mar pode aumentar a criticidade desse cenário, gerando restrições na descarga do sistema e criando condições de remanso e alagamentos a montante. O incremento dos volumes pluviométricos afeta as redes de abastecimento de água e de coleta de esgoto sanitário. O impacto no sistema de abastecimento de água pode se dar tanto pela escassez quanto pelo excesso de chuvas. As chuvas intensas tendem a intensificar os processos erosivos e de lixiviação, gerando aumento da turbidez e comprometendo a água tratada pelas ETAs. Em situações extremas, como fortes chuvas ou eventos climáticos intensos, as estruturas onde desaguam, como barragens, podem não ser capazes de lidar com o volume de água, levando ao transbordamento e comprometendo sua integridade. Isso pode resultar em inundações e danos significativos às áreas a jusante, representando um sério risco para a segurança das comunidades e do meio ambiente. O sistema de esgotamento sanitário é impactado pela introdução de águas pluviais nas redes de esgoto. O manejo de águas pluviais com foco na reorganização dos fluxos nas bacias e na criação de áreas para o armazenamento temporário das águas pluviais deve aliviar a sobrecarga do sistema de drenagem, que, diante das variações climáticas, tende a perder capacidade de condução e escoamento. Os principais canais de drenagem das cidades operam próximo ou no limite de sua capacidade (às vezes, já apresentam déficits significativos). Portanto, destaca-se a relevância dos espaços abertos para lidar com as inundações, absorvendo o aumento dos déficits de volume de água das chuvas, que podem ser agravados pelas mudanças climáticas. A resolução dos problemas de drenagem abre caminho para a solução de diversas outras questões relacionadas a setores e serviços urbanos.

As inundações afetam diretamente as condições de ocupação do espaço urbano e podem interromper as redes de saneamento e outras quando ocorrerem falhas. O esgotamento sanitário compreende as ações e sistemas destinados à coleta, transporte e tratamento adequado dos resíduos domésticos, visando a preservação da saúde pública e a proteção do meio ambiente. Esses sistemas podem incluir desde a coleta de esgoto convencional até sistemas locais de coleta, como fossas sépticas e latrinas. A escolha do sistema de esgotamento

sanitário deve considerar a disponibilidade de água, questões culturais e a viabilidade técnica, visando garantir o manejo adequado dos resíduos e a proteção da saúde da população. As inundações decorrentes de eventos extremos podem afetar ETEs, Estações de Transbordo de Resíduos Sólidos ou ETAs localizadas em áreas de risco de inundação, resultando em perdas físicas, colapso da infraestrutura e possíveis impactos nas operações dos setores de saneamento. Inundações mais frequentes e de maior magnitude também têm o potencial de dispersar resíduos sólidos pelas áreas alagadas, colocando em risco a saúde pública e contribuindo para a degradação do ambiente natural e do ambiente construído.

Do total das moradias brasileiras com privação de banheiro em 2022, 27,4% estavam em áreas urbanas e 72,6% em áreas rurais, indicando uma inadequação maior das moradias no meio rural. Essa ideia é corroborada pelo fato de que 10 a cada 100 moradias rurais não dispunham de banheiro de uso exclusivo. Isso se deve às dificuldades e ao elevado custo em se coletar e transportar o esgoto em regiões distantes.

Os sistemas de saneamento podem ser divididos em:

Externos: são formas em que o esgoto e os resíduos fecais e domésticos são levados para fora da casa. Devem ser encaminhados para uma estação de tratamento de esgoto (ETE) antes de serem descartados no meio ambiente. São encontrados em áreas urbanas. Costumam proporcionar maior conveniência do que os métodos no local e a responsabilidade final pelo tratamento e eliminação de resíduos geralmente cabe ao proprietário, a um serviço público ou autoridade local. O esgotamento convencional é muito caro e requer um abastecimento de água para funcionar adequadamente. No entanto, as análises de custos mostram que o tratamento do esgoto se torna mais barato do que os métodos locais quando em densidades populacionais mais elevadas. Interessa conhecer as características físicas e hidráulicas das redes coletoras; dimensões e localização dos interceptores; características das ETEs, bem como o custo de operação e de manutenção do sistema e verificar a adequação do modelo tecnológico de engenharia e de gerenciamento à realidade local.

Local: incluindo fossas e todas as formas de latrinas. Os resíduos são armazenados no ponto de eliminação onde sofrem algum grau de decomposição. Os sistemas exigem esvaziamento periódico ou construção de novas instalações quando estiverem cheios. Representam frequentemente um perigo significativo porque a matéria fecal acumula-se num local e a lixiviação de contaminantes também.

As fossas normalmente retêm o componente sólido em um tanque selado, onde a matéria se decompõe de forma anaeróbica. O efluente líquido geralmente é descarregado em um poço. Quando são bem projetadas e construídas a massa sólida não representam um perigo significativo. A parte líquida que se infiltra no solo é chamada de carga hidráulica. Onde as cargas hidráulicas são elevadas e excedem o potencial de atenuação natural no subsolo, podem levar à contaminação direta das águas. As latrinas geralmente não são vedadas e, em geral, são apropriadas quando o nível de abastecimento de água é baixo (comunitário ou no quintal) e não são apropriadas quando são gerados grandes volumes de águas residuais. Na maioria dos projetos de latrinas, permite-se que a parte líquida dos resíduos se infiltre no solo. As latrinas são a forma mais barata de saneamento e podem ser facilmente construídas. Nas zonas rurais, representam, muitas vezes, a única opção viável de saneamento, dado o baixo nível do serviço

de abastecimento de água. Em muitas áreas periurbanas as latrinas podem representar um perigo maior do que nas áreas rurais, já que seu número aumenta o potencial de poluição.

A urbanização de uma bacia acontece com um acelerado processo de impermeabilização de sua superfície, consequência da construção de prédios, ruas pavimentadas, calçadas, estacionamentos etc. Essas alterações na permeabilidade do solo reduzem a infiltração e aumentam o volume escoado superficialmente. Além da redução da infiltração existem outros aspectos que influenciam as características “naturais” da infiltração em áreas urbanas, tais como a presença de aterros, escavação, compactação do solo, mistura de materiais de diferente granulometria etc. A incorporação de superfícies semipermeáveis e impermeáveis torna a superfície do terreno mais lisa, o que aumenta a velocidade do escoamento. O armazenamento em depressões da superfície também é reduzido, aumentando ainda mais o excedente da precipitação escoado superficialmente. Além destas existem outras circunstâncias que podem provocar cheias como, o estrangulamento da seção do rio devido à construção de pilares de pontes, represamentos gerados por barragens ou rios de maior porte, entre outras. Após o processo de ocupação do solo, a resposta da bacia aos diferentes tipos de chuva muda. Nessas condições, a bacia é capaz de gerar escoamento para os eventos mais frequentes. A proporção no aumento da vazão superficial é maior nos eventos mais frequentes. As perdas de água por interceptação e evaporação são desprezíveis na escala de tempo de um evento chuvoso numa bacia urbana.

Outras alterações decorrentes do desenvolvimento urbano na bacia são as mudanças no sistema de drenagem, materializadas na construção de obras de micro drenagem e modificações substanciais na macrodrenagem aumentando a extensão dos canais que são retificados e sua superfície é frequentemente revestida. Essas mudanças, em geral, aumentam o escoamento. Deve-se destacar como impacto negativo da urbanização de uma bacia hidrográfica não apenas as inundações e o aumento do volume escoado superficialmente, mas também outros impactos ambientais como a piora na qualidade das águas dos cursos hídricos que atravessam a cidade; o aumento na produção de sedimentos; a contaminação dos aquíferos e; a disseminação de doenças relacionadas a água.

São três os aspectos indesejáveis mais preocupantes derivados da ocupação do solo: aumento considerável no volume e velocidade do escoamento superficial; aumento na produção de sedimentos devido à erosão; e deterioração da qualidade das águas drenadas pelos esgotos pluviais.

Para uma rede de drenagem deve-se calcular a extensão total das vias pavimentadas do município / manter a capacidade de escoamento / utilizar de estruturas compensatórias que favoreçam a retenção temporária do escoamento superficial e favoreçam a infiltração e percolação da água no solo, tais como reservatórios, planos de infiltração, trincheiras de percolação, pavimentos porosos etc. / aprimorar os sistemas de previsão de chuvas a alertas / desenvolver projetos e programas de educação ambiental visando a redução do lançamento de lixo nas redes / identificar os principais tipos de problemas (alagamentos, transbordamento de córregos, capacidade das tubulações etc.) observados na área urbana e sua frequência / verificar a relação entre a evolução populacional, a densidade de ocupação, a expansão da área urbana e a quantidade de ocorrências de inundações / verificar a existência de manutenção e limpeza da drenagem natural e artificial e a frequência com que são feitas / ter um croqui geo

referenciado, das principais bacias contribuintes para a micro e macro drenagem visando a análise da capacidade limite e observar os pontos de estrangulamento e áreas críticas de inundação / reduzir as velocidades médias das águas por meio da recuperação das condições naturais da calha de escoamento / levantar características morfológicas, morfométricas e cálculo de vazão para cada canal de drenagem / divulgar os riscos de cheias urbanas / ter políticas permanentes de despoluição das águas / desenvolver projetos e programas de educação ambiental / estabelecer zoneamentos, com restrições à ocupação conforme o risco de inundação / estabelecer sistemas de alertas e ações emergenciais de segurança para áreas onde a única opção seja a convivência com as enchentes / se adequar a legislação vigente e a necessidade de implantação do Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas.

A privação de banheiro está relacionada à forma de coleta de lixo. A gestão dos resíduos sólidos urbanos, também é um desafio para as cidades, o que envolve a coleta, transporte, tratamento e disposição final adequada dos resíduos, visando minimizar os impactos ambientais e de saúde pública. Deve considerar a redução da geração de resíduos, a reciclagem e a reutilização de materiais, além da destinação final adequada dos resíduos não recicláveis. É importante envolver a população na gestão dos resíduos, por meio de campanhas de conscientização e educação ambiental, visando promover a responsabilidade compartilhada na gestão dos resíduos sólidos urbanos. Em seu manejo, deve-se considerar que embora sua não geração, minimização e reciclagem deva ser uma meta a ser perseguida, existem dificuldades para garantir que o ciclo de matéria seja alcançado nos curto e médio prazos o que significa que a área para disposição final dos resíduos coletados ainda é um fator importante. O processo de reciclagem também necessita de área, tendo peso no planejamento. Outro fator de grande importância é a interface entre a limpeza pública e a cultura e condições sociais da comunidade local. Os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos têm grande dependência da credibilidade e aceitação pelos usuários para que possam ser mais efetivos. Além disso, o fato de parte dos resíduos sólidos urbanos ter valor econômico deve ser considerado, pois existem pessoas que têm na “catação” seu meio de vida.

3 DEFESA CIVIL

A Defesa Civil tem como objetivo garantir o direito natural à vida e à incolumidade, especialmente em circunstâncias de desastre. Atua na redução de desastres, os quais resultam de eventos adversos, naturais ou provocados pelo ser humano, causando danos humanos, materiais e ambientais, e consequentes prejuízos econômicos e sociais. A intensidade dos desastres depende da interação entre o evento adverso e a vulnerabilidade do ambiente, podendo ser quantificada em danos significativos.

A Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) abrange ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação relacionadas à proteção e defesa civil, integrando-se às políticas de ordenamento territorial, desenvolvimento urbano, saúde, meio ambiente, mudanças climáticas e gestão de recursos, visando a promoção do desenvolvimento sustentável.

A Defesa Civil é parte integrante do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil constituído por órgãos e entidades da administração pública federal, estadual, municipal e do

Distrito Federal que atuam na área de proteção e defesa civil, centralizados pela Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil pertencente ao Ministério de Integração Nacional.

3.1 A Defesa civil nos municípios

As secretarias municipais de defesa civil são órgãos responsáveis pela proteção e defesa civil. Nos eventos extremos como alagamentos, inundações e escorregamentos é a Defesa Civil o órgão responsável pela articulação política, administrativa e executiva para a resolução dos problemas emergências e mitigar danos à população no primeiro momento de ocorrência dos eventos. Importante órgão para a articulação de todas políticas e ações de emergência e contingência no âmbito municipal, podendo-se articular em nível regional, estadual ou nacional, onde couber. A Defesa Civil atende às emergências climáticas.

Figura 1 – Esquema mostrando as tarefas executadas pela Secretaria de Defesa Civil de Maricá



Fonte: Palestra ministrada pelo coordenador de Secretaria de Defesa Civil de Maricá no dia 10/10/2023 no PPGAU-UFF

Existem os equipamentos para a previsão climática:

Anemógrafo: Regista continuamente a direção (em graus) e a velocidade instantânea do vento (em m/s), a distância total (em km) percorrida pelo vento com relação ao instrumento e as rajadas (em m/s).

Anemômetro: Mede a velocidade do vento (em m/s) e, em alguns tipos, também a direção (em graus).

Barógrafo: Regista continuamente a pressão atmosférica em milímetros de mercúrio (mm Hg) ou em milibares (mb).

Barômetro de Mercúrio: Mede a pressão atmosférica em coluna de milímetros de mercúrio (mm Hg) e em hectopascal (hPa).

Evaporímetro de Piche: Mede a evaporação – em mililitro (ml) ou em milímetros de água evaporada – a partir de uma superfície porosa, mantida permanentemente umedecida por água.

Heliógrafo: Regista a insolação ou a duração do brilho solar, em horas e décimos.

Higrógrafo: Regista a umidade do ar, em valores relativos, expressos em porcentagem (%).

Microbarógrafo: Regista continuamente a pressão atmosférica em milímetros de mercúrio (mm Hg) ou em hectopascal (hPa), numa escala maior que a do Barógrafo, registrando as menores variações de pressão, o que lhe confere maior precisão.

Piranógrafo: Registra continuamente as variações da intensidade da radiação solar global, em cal.cm⁻².mm¹.

Piranômetro: Mede a radiação solar global ou difusa, em cal.cm².mm¹.

Pluviógrafo: Regista a quantidade de precipitação pluvial (chuva), em milímetros (mm).

Pluviômetro: Mede a quantidade de precipitação pluvial (chuva), em milímetros (mm).

Psicrômetro: Mede a umidade relativa do ar – de modo indireto – em porcentagem (%). Compõe-se de dois termômetros idênticos, um denominado termômetro de bulbo seco, e outro com o bulbo envolvido em gaze ou cadarço de algodão mantido constantemente molhado, denominado termômetro de bulbo úmido.

Tanque Evaporimétrico Classe A: Mede a evaporação – em milímetros (mm) – numa superfície livre de água.

Termógrafo – Regista a temperatura do ar, em graus Celsius (°C).

Termohigrógrafo: Regista, simultaneamente, a temperatura (°C) e a umidade relativa do ar (%).

Termômetros de Máxima e Mínima: Indicam as temperaturas máxima e mínima do ar (°C), ocorridas no dia.

Termômetros de Solo: Indicam as temperaturas do solo, a diversas profundidades, em graus Celsius.

Radar meteorológico: localiza a precipitação, calcula seu deslocamento, estima seu tipo (chuva, neve, granizo etc.) e intensidade. As variáveis obtidas podem ser analisadas para determinar a estrutura interna das nuvens de chuva (por ex: tempestades), e as correntes de vento ascendentes, descendentes, convergentes e rotacionais associadas. Desta análise pode-se determinar seu potencial para causar tempo severo.

Buscou-se saber se/como às Secretarias de Defesa Civil de Maricá e Niterói estão preparadas para fazer previsão das inundações. Isso se mostra pelos recursos que as duas secretarias possuem.

3.2 Maricá

Maricá é um município com uma população de 197.277 habitantes (IBGE, 2022) com 545,61 habitantes por km² e o PIB em 2020 era de 216.519,52. Segundo o Sistema Nacional de informações sobre o Saneamento, apenas 4,63% não tem esgoto e 0% estão sujeitos a inundações (SINIS, 2021).

O município não apresentou o Plano Diretor até o mês de janeiro de 2024 (<https://www.marica.rj.gov.br/plano-diretor/> acesso em jan 2024). O plano de saneamento básico foi apresentado (<https://www.marica.rj.gov.br/plano-diretor/> acesso em out 2023) contando com os diagnósticos do abastecimento d'água, esgotamento sanitário, drenagem e resíduos sólidos, com a definição dos objetivos, com a proposta de intervenções com base na análise de diferentes cenários e estabelecimento de prioridades, com a programação física, financeira e institucional da implantação das intervenções definidas e com a programação de revisão e atualização.

Maricá possui uma Secretaria de Defesa Civil que tem como objetivo garantir a segurança e o bem-estar da população em situações de desastre. A secretaria atua na prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação de desastres, coordenando ações de proteção e defesa civil em parceria com outros órgãos e entidades. Além disso realiza ações de

conscientização e educação da população sobre medidas preventivas e de segurança, promove treinamentos e capacitações para os agentes envolvidos na gestão de desastres e elabora planos de contingência e de resposta a desastres. O objetivo é garantir uma resposta rápida e eficiente em emergências, minimizando os impactos e prejuízos causados pelos desastres no município de Maricá.

Dados relativos à defesa civil foram coletados.

A Defesa Civil possui um Centro de Monitoramento hidro meteorológico composto por 04 estações meteorológicas com monitoramento contínuo em 24 horas; 30 pluviômetros e sistema de alerta com 08 sirenes para acionamento e comunicação local no caso de possíveis eventos.

O instrumento para quantificar o volume de chuva (em tempo real) é o pluviômetro. No município de Maricá, existem:

8 pluviômetros da rede do CEMADEN, vinculado ao Governo Federal;

2 pluviômetros da rede do INEA, estes, que também são acompanhados por sensores que medem o nível de rio; e

31 estações da rede da Prefeitura de Maricá, que são divididas em: 14 estações de Alerta e Alarme, sendo 7 para fins de risco hidrológico (pluviômetro + sensor de nível de rio + sistema de alerta e alarme), 6 para fins de risco geológico (pluviômetro + sistema de alerta e alarme) e 1 localizada na rodoviária para fins de avisos e informações à população (pluviômetro + sistema de alerta e alarme);

e mais

7 estações hidrológicas (pluviômetro + sensor de nível de rio),

5 meteorológicas (pluviômetro + sensores de temperatura, pressão, velocidade e direção de vento, umidade relativa e radiação solar), e

5 apenas pluviométricas.

Vale ressaltar, que a rede de estações da prefeitura iniciou sua implementação em 2022 e ainda não possui dados verificados para estudos, apenas para monitoramento do tempo.

As estações do CEMADEN são no Espraiado, em Guaratiba, em Inoã, em Itaipuaçu, em Itapepa, em Ponta Negra. As estações do INEA são em Barra de Maricá e em Mumbucá.

Essas redes possuem dados públicos para monitoramento, através dos links:

Rede CEMADEN:

http://sjc.salvar.cemaden.gov.br/resources/graficos/interativo/grafico_CEMADEN.php?idpcd=3713&uf=RJ

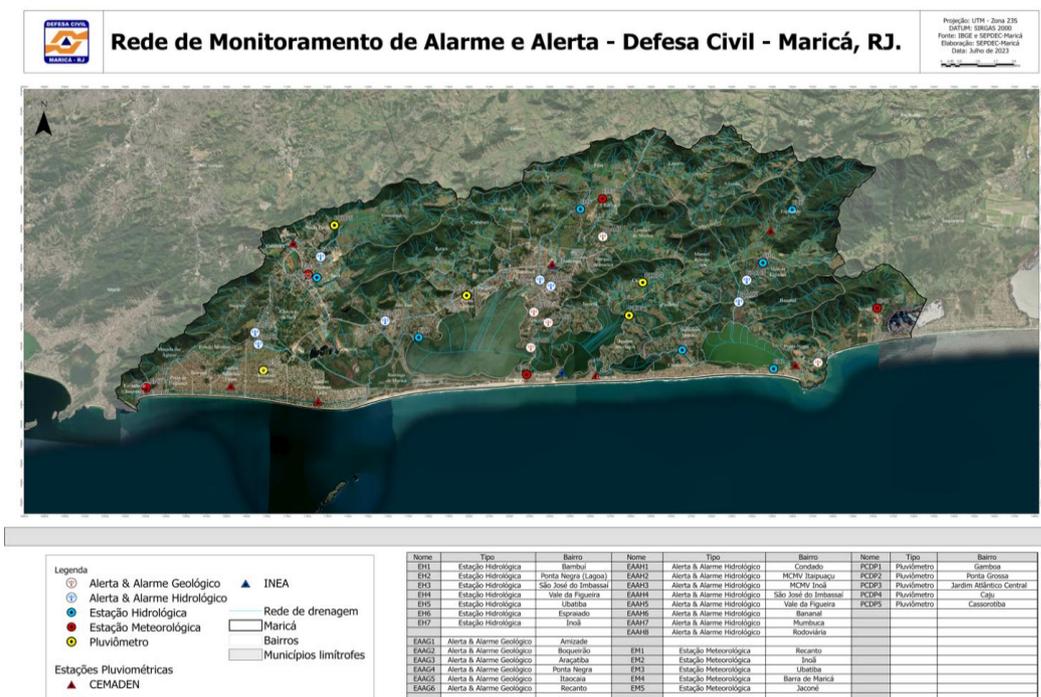
Estação INEA Barra de Maricá:

<http://alertadecheias.inea.rj.gov.br/alertadecheias/999992020.html>

Estação INEA Mumbuca: <http://alertadecheias.inea.rj.gov.br/alertadecheias/224243520.html>

Os pluviômetros, assim como os sensores de nível de rio e demais sensores das estações meteorológicas são mostrados na Figura 2.

Figura 2 – Imagem com a localização das Estações do INEA e do CEMADEN em Maricá



Fonte: Secretaria de Defesa Civil de Maricá

No município não há radares implementados, no entanto, se vale das imagens de radar, que mostram o deslocamento/formação de núcleos de chuva.

REDEMET, localizado no Pico do Couto em Petrópolis, cujo link é: <https://www.redemet.aer.mil.br/> com o alcance de 400 km. Após acessar o link, clicar em Produtos (lateral esquerda) e em seguida em Radares. Abrirá uma nova tela, e em seguida o usuário deverá clicar na seta acima de Radar. Após feito isso, deverá ser escolhido uma das opções de Cappi para em seguida, definir em animação o radar Pico do Couto/RJ.

INEA, sendo um localizado no município de Macaé, e outro no bairro de Guaratiba, na cidade do Rio de Janeiro. Todos os radares possuem acesso público por meio do link <http://alertadecheias.inea.rj.gov.br/radar.php> e possuem alcance de 250 km

Se utiliza de informações de código METAR (informe meteorológico regular de aeródromo) do aeroporto de Maricá (SBMI), através do site da Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica (REDEMET), que contém informações de vento (velocidade/direção), temperatura, temperatura do ponto de orvalho, pressão atmosférica, tempo presente e nebulosidade.

Para o monitoramento do tempo se utiliza imagens de satélite do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC <https://www.cptec.inpe.br/dsat/>) e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET <https://satellite.inmet.gov.br/>).

3.3 Niterói

Dados relativos à defesa civil foram coletados nas páginas eletrônicas.

Niterói é um município com uma população de 481.749 habitantes e uma densidade populacional de 3.601,67 habitantes por km², com um PIB de 79.464,67 em 2020 (IBGE, 2022).

Apenas 4,45% da população não tem acesso ao saneamento básico, e as habitações estão sujeitas a inundações (SNIS, 2021).

Sobre o saneamento, o Plano Diretor de Niterói (<https://urbanismo.niteroi.rj.gov.br/anexos/Plano%20Diretor/Revisão%20PD/Lei%20nº%203385-19%20PL%2008-17%20republicação.pdf>) que contém metas e diretrizes gerais da política de saneamento ambiental, é falado do saneamento básico integrado ou a utilização dos serviços de forma integrada deve ser uma diretriz, da capacidade de expansão e adensamento das áreas urbanas orientadas com base na capacidade da infraestrutura instalada sendo, o saneamento é o elemento orientador na leitura da cidade e da proposta de zoneamento. Os instrumentos de política urbana estabelecidos no Estatuto da Cidade, ao serem propostos para as cidades, devem considerar a sobrecarga na infraestrutura que poderão gerar. As soluções de saneamento adequadas às realidades socioambientais que visem sua sustentabilidade devem subsidiar às propostas do plano diretor municipal. Caracteriza e analisa as condições dos mananciais em uso e a taxa de impermeabilização de lotes reflete os parâmetros definidos a partir da relação entre as inundações urbanas e a impermeabilização do solo.

A possibilidade de reutilização da água pluvial pode ajudar na solução de problemas detectados durante a fase de leitura do município, o local mais indicado para a disposição final dos resíduos sólidos urbanos, o levantamento de áreas de risco à inundação e as restrições à impermeabilização, a medidas para coleta de água de chuva deve ser considerada, a necessidade de estações de tratamento de esgotos e a sua melhor localização.

Ocorrem problemas de inundação em áreas marginais aos rios Maruí e Bomba, devido, principalmente, à existência de vários pontos de estrangulamento da seção de escoamento, consequência da urbanização mal planejada. O efeito das marés também contribui para intensificar o problema.

Plano Municipal de Saneamento Básico de Niterói foi disponibilizado em <https://www.seconser.niteroi.rj.gov.br/plano-municipal-de-saneamento-basico> e conta com os diagnósticos do abastecimento d'água, esgotamento sanitário, drenagem e resíduos sólidos com a definição dos objetivos de curto, médio e longo prazos, com a proposta de intervenções com base na análise de diferentes cenários e estabelecimento de prioridades, com o programa físico, financeiro e institucional da implantação das intervenções definidas e com a programação de revisão e atualização.

A Defesa Civil possui um Centro de Monitoramento hidro meteorológico composto por 04 estações meteorológicas com monitoramento contínuo em 24 horas; 46 pluviômetros e sistema de alerta com 30 sirenes para acionamento e comunicação local no caso de possíveis eventos. Dentre eles:

17 pluviômetros da rede do CEMADEN, vinculado ao Governo Federal;

2 pluviômetros da rede do INEA, estes, que também são acompanhados por sensores que medem o nível de rio.

As estações do CEMADEN são no Badu, na Praia João Caetano, em Itaipu, em Piratininga, em Maria Paula, em Jurujuba, em Santa Bárbara, no Largo da Batalha, no Morro do Castro, em Charitas, em Visconde de Itaboraí, no Barreto, em Várzea das Moças e no Fonseca.

As estações do INEA são na Engenhoca e no Batalhão de Polícia Rodoviária

As imagens de radar, que mostram o deslocamento/formação de núcleos de chuva em tempo real, são:

Prefeitura de Niterói, localizado no Parque da Cidade, cujo link de acesso é <https://www.defesacivil.niteroi.rj.gov.br/niteroi-radar> que possui um alcance de 100 km

INEA, localizado no município de Macaé, e outro no bairro de Guaratiba, cujo link de acesso é <http://alertadecheias.inea.rj.gov.br/radar.php>, que possuem alcance de 250 km

Prefeitura do Rio de Janeiro: localizado no Sumaré, Niterói fica numa região de sombra e este radar acaba não servindo.

RADAR REDEMETS: <https://www.redemet.aer.mil.br/> Após acessar o link, clicar em Produtos (lateral esquerda) e em seguida em Radares. Abrirá uma nova tela, e em seguida o usuário deverá clicar na seta acima de Radar. Após feito isso, deverá ser escolhido uma das opções de Cappi para em seguida, definir em Animação o radar Pico do Couto/RJ.

Os radares que abrangem o município de Niterói possuem os seguintes raios de alcance:

Prefeitura de Niterói:100 km

Radares do INEA (Guaratiba e Macaé): 250 km

Ainda existem, para o monitoramento do tempo de Niterói, imagens de satélite do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC <https://www.cptec.inpe.br/dsat/>) e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET <https://satelite.inmet.gov.br/>).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quanto ao sistema de esgotamento sanitário há grandes deficiências devido à capacidade do sistema instalado ou a conexões clandestinas de esgoto. Existe o risco das inundações que, por meio do aumento potencial de volumes de água precipitados, podem exceder a capacidade hidráulica da drenagem e intensificar os extravasamentos para as redes de esgotamento. Ao lado disso a cada litro de água que se infiltra na encosta é uma massa extra de um quilo, ou seja, a entrada de água na encosta diminui a resistência e aumenta a carga, por isso há deslizamentos frequentes. A implementação de um cinturão sanitário para interceptar os esgotos clandestinos da galeria pluvial pode ser uma solução para reforçar a resiliência ambiental no sistema de esgotamento sanitário, uma vez que assegura um certo nível de tratamento. A gestão de resíduos sólidos busca otimizar o espaço destinado à disposição final desses materiais. Essa ocupação pode ser reduzida por meio de políticas de reciclagem, logística reversa e reutilização de resíduos de construção civil. É fundamental monitorar a eficiência dos serviços de coleta de resíduos domiciliares e sua destinação final. Atualmente, o lixo tem um forte impacto nas bocas de lobo, redes de águas pluviais e rios urbanos, agravando as enchentes e poluindo os mananciais, com consequências negativas para a qualidade ambiental e a saúde pública. No que diz respeito ao sistema de manejo de águas pluviais, a combinação de medidas estruturais e não estruturais, juntamente com o uso de estruturas da paisagem urbana com funções hidráulicas, possibilita uma abordagem capaz de lidar com o problema das enchentes de maneira equilibrada e sustentável. Essa abordagem tem sido considerada mais adequada para o tratamento de enchentes urbanas, pois aborda o problema de forma sistêmica e propõe ações que visam minimizar os impactos da urbanização, tratando o processo de geração de

escoamentos com intervenções na fonte (abordando as causas) desde o nível do lote. É essencial lidar com os escoamentos distribuídos pela paisagem urbana da bacia, a fim de reduzir e atrasar os picos de enchente, permitir a recarga do lençol freático e buscar restaurar as condições naturais do escoamento. A prevenção da ampliação das enchentes deve ser uma premissa no desenvolvimento de novas áreas e na recuperação de áreas degradadas. Essa tendência, mesmo que não seja impulsionada pelas mudanças climáticas, está alinhada com a possibilidade de uma abordagem eficaz em relação as enchentes urbanas, em contraste com a abordagem tradicional que se concentra principalmente no aumento da capacidade de escoamento por meio de ações de canalização. O objetivo é ajustar a capacidade dos rios e canais às vazões geradas pela bacia urbana. Considerando o aumento do nível médio do mar e o aumento das precipitações, a tentativa de aumentar a capacidade de escoamento dos canais não oferece uma capacidade real de descarga do sistema. Os reservatórios ajudam a reorganizar os escoamentos e proporcionam tempo para que o sistema descarregue de forma mais lenta, reduzindo as restrições de descarga devido ao aumento do nível do mar e exigindo uma capacidade menor das galerias e canais que recebem os escoamentos após o amortecimento. Além de considerar a redução de alagamentos como resultado primário, é crucial avaliar o risco e ter uma visão abrangente ao longo do tempo do desempenho da solução proposta, em termos de manutenção da resistência, capacidade de funcionamento e recuperação, a fim de aumentar a resiliência ambiental do sistema de manejo de águas pluviais.

Todos fazemos parte da defesa civil que é parte integrante do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil. Nos eventos extremos como alagamentos, inundações e escorregamentos é a Defesa Civil o órgão responsável pela articulação das políticas e ações de emergência e contingência no âmbito municipal, podendo-se articular em nível regional, estadual ou nacional, onde couber. No que diz respeito as emergências climáticas nos municípios Maricá e Niterói, foi feita uma pesquisa nas Secretarias de Defesa Civil desses municípios. Maricá se utiliza de 5 radares, sendo que não há nenhum de Maricá. Em Niterói apenas 4,45% da população não tem atendimento de esgoto das habitações estão sujeitos a inundações (SNIS, 2021). Existe um centro de monitoramento hidrometeorológico composto por 04 estações meteorológicas e 46 pluviômetros. Se utiliza de 4 radares e informações de vento (velocidade/direção), temperatura, temperatura do ponto de orvalho, pressão atmosférica, tempo presente e nebulosidade e do monitoramento do tempo e imagens de satélite do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos e do Instituto Nacional de Meteorologia.

Entendemos que a Defesa Civil poderia, com treinamento adequado, se responsabilizar por mais coisas, por exemplo no que diz respeito as análises de contaminantes nas águas. As secretarias de Defesa Civil dos municípios estão se adequando as mudanças climáticas embora esta adequação seja muito lenta. Independente das mudanças climáticas, o eixo de saneamento deve se tornar mais eficaz, a fim de diminuir perdas e desperdícios de consumo, aumentar a cobertura espacial e mitigar deficiências operacionais.

5 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. **Governança das águas subterrâneas: desafios e caminhos** Disponível em: <https://capacitacao.ana.gov.br/cursos/cursos-presenciais/governanca-das-aguas-subterraneas-desafios-e-caminhos>. Acesso em out 2023

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. **Atlas de esgotos: despoluição de bacias hidrográficas**. Disponível em: https://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/ATLASESGOTOSDespoluicaoodeBaciasHidrograficas-ResumoExecutivo_livro.pdf. Acesso em out 2023

Brasil. **Marco legal do Saneamento Básico Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm. Acesso em out 2023

Brasil. **Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) Lei 12.608, de 10 de abril de 2012**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm. Acesso em out 2023

Britto, A.L.N.P., Formiga-Johnsson, R.M. **Mudanças climáticas, saneamento básico e governança da água na Região Metropolitana do Rio de Janeiro**. In: V Encontro Nacional da ANPPAS – Associação Nacional de Pós Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade, Florianópolis, 2010.

Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. **Resolução CONAMA Nº 430 de 13/05/2011**. Dispõe sobre as condições e padrões https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13089.htm de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Milho e Sorgo. **Variação geográfica do saneamento básico no Brasil em 2010: domicílios urbanos e rurais** Elena Charlotte Landau, Larissa Moura, editoras técnicas. – Brasília, DF: Embrapa, 975 p. 2016 Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1063680/variacao-geografica-do-saneamento-basico-no-brasil-em-2010-domicilios-urbanos-e-rurais>. Acesso em: out 2023

INSTITUTO BRASILEIRO GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. CENSO 2022 – Dados preliminares. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acessado em out 2023.

IPCC, 2023. **Summary for Policymakers in Climate change 2023: synthesis report, Contribution of working groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. IPCC, Geneva, Switzerland pp. 1-34, doi 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647

Ministério das Cidades. **Guia para a elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico**. Brasília: Ministério das Cidades, 2011. 2ª edição. 152 p. Disponível em: <http://planodiretor.mprs.mp.br/arquivos/guiasaneamento.pdf>. Acesso em: out 2023.

Ministério do Meio Ambiente/Conselho Nacional de Recursos Hídricos. **Resolução Nº 202, de 28 de junho de 2018**. Disponível em: <https://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-CNRH/resolucao-cnrh-202.pdf>. Acesso em: out 2023

Ministério da integração nacional e do desenvolvimento regional. Defesa Civil Nacional debate ações de preparação para o período chuvoso em bate-papo on-line. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/noticias/defesa-civil-nacional-debate-acoes-de-preparacao-para-o-periodo-chuvoso-em-bate-papo-on-line> acesso em dez 2023

Sistema nacional de informações sobre o saneamento - SNIS Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis>, Acesso em: out 2023

Lawrence, IAR; Macdonald, DMJ. **Guidelines for assessing the risk of groundwater on-site sanitation**. Relatório encomendado pelo British Geological Survey 2001 Disponível em: <https://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/20757/1/ARGOSS%20Manual.PDF> Acesso em: out 2023

Pan American Health Organization - PAHO **Emergencies and Disasters in Drinking Water Supply and Sewerage Systems: Guidelines for Effective Response** Washington, D.C.: PAHO, 2002 -104p. Disponível em: https://ec.europa.eu/echo/files/evaluation/watsan2005/annex_files/PAHO/PAHO3%20%20Emergencies%20and%2

[Odisasters%20in%20water%20and%20sewage%20systems%20-%20guidelines%20for%20effective%20response.pdf](#).

Acesso em: out 2023

REIS, José Carlos Martins dos. **Cidades resilientes: panorama dos recursos hídricos com ênfase no tratamento de esgoto no município de Maricá-RJ**. Dissertação (mestrado profissional). Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2021.