



XIII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

PLANEJAMENTO DO MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS DE UM MUNICÍPIO DO INTERIOR DO PIAUÍ

*Bruna Peres Battemarco¹; Antonio Krishnamurti Beleño de Oliveira²; Ana Caroline Pitzer Jacob³;
& Osvaldo Moura Rezende⁴*

RESUMO – A Lei nº11.445/2007 determina que a prestação dos serviços públicos de saneamento básico deve ocorrer com base em um plano. Este plano deve apresentar, de forma clara, os objetivos, metas, ações e prazos visando a universalização do acesso ao saneamento básico a toda a população municipal dentro de um horizonte de planejamento de 20 anos. O artigo tem o objetivo de apresentar o Planejamento do Manejo de Águas Pluviais do Município de Bocaina, PI, no âmbito de seu Plano Municipal de Saneamento Básico. Desta forma, o artigo contém o diagnóstico do município e a análise SWOT, para, a partir do reconhecimento das carências e problemas existentes, definir diretrizes e alternativas de atuação. Também são apresentados cenários futuros possíveis e desejáveis, servindo de referencial para a definição das metas e objetivos. São descritas a projeção de demandas, a definição das diretrizes, a proposição de medidas de intervenção, com o intuito de mitigar os impactos causados pela falta de gestão e manejo das águas pluviais, e a definição dos programas e ações necessários para o atingimento das metas.

ABSTRACT– Law 11.445/2007 requires that the provision of public sanitation services must take place based on a plan. This plan must clearly present objectives, goals, actions and deadlines towards universal access to basic sanitation to all municipal population within 20-year planning horizon. This article aims to present the Stormwater Management Plan within the Sanitation Municipal Plan of Bocaina City, PI. Thus, the article contains the municipality diagnosis and the SWOT analysis in order to recognize shortcomings and existing problems. Therefore, guidelines and actions alternatives are defined. Possible and desirable future scenarios are also presented, serving as a reference for goals and objectives definition. Demands projection, guideline definition, intervention measures proposal in order to mitigate impacts caused by the lack of stormwater management, programs definition and its actions plan are described.

Palavras-Chave – Plano Municipal de Saneamento Básico; Manejo de Águas Pluviais; Bocaina-PI.

1) Escola Politécnica – POLI/UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro - Av. Athos da Silveira Ramos, 149 - Cidade Universitária, Rio de Janeiro - RJ, 21941-909 – (021) 3938-7830 – brunabattermarco@poli.ufrj.br

2) Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa em Engenharia – COPPE/UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro - Av. Athos da Silveira Ramos, 149 - Cidade Universitária, Rio de Janeiro - RJ, 21941-909 – (021) 3938-7830 – krishnamurti@poli.ufrj.br

3) AquaFluxus Consultoria Ambiental em Recursos Hídricos, Rua Paulo Emídio Barbosa, 485, Quadra 1A, Prédio CE-TIC, Sala 106 Parque Tecnológico - Cidade Universitária, Rio de Janeiro - RJ, 21941-972 – (021) 3733-1807 – caroline@aquaflexus.com.br

4) AquaFluxus Consultoria Ambiental em Recursos Hídricos, Rua Paulo Emídio Barbosa, 485, Quadra 1A, Prédio CE-TIC, Sala 106 Parque Tecnológico - Cidade Universitária, Rio de Janeiro - RJ, 21941-972 – (021) 3733-1807 – omrezende@aquaflexus.com.br

1 - INTRODUÇÃO

A Lei do Saneamento Básico nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007, regulamentada pelo Decreto Federal nº 7.217/10, determina que a prestação dos serviços públicos de saneamento básico deve ocorrer com base em um plano que apresente os objetivos, metas, ações e prazos visando a universalização do acesso ao saneamento básico a toda a população municipal dentro de um horizonte de planejamento de 20 anos. O Plano Municipal de Saneamento Básico é um instrumento de planejamento dos direitos garantidos por lei a saúde e salubridade ambiental, ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, a moradia digna e cidades sustentáveis (FUNPAPI, 2013).

Segundo FUNASA (2012), dentre os aspectos a serem considerados na elaboração de um PMSB estão o diagnóstico do abastecimento, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e águas pluviais, integrados para todo o território do município; a proposta de intervenções com base na análise de diferentes cenários e estabelecimento de prioridades; a definição dos objetivos e metas dos programas, ações e projetos necessários para atingir os objetivos e metas estabelecidos.

Neste contexto, o presente artigo tem o objetivo de apresentar as diretrizes gerais do Plano Municipal de Saneamento Básico de Bocaina-PI, assim como seus objetivos e metas para alcançar a universalização do atendimento dos serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, considerando o trabalho prévio realizado pela FUNPAPI (2013) e sugerindo novas inserções para sua complementação, sendo objeto de contrato de consultoria firmado entre a FUNPAPI e a AquaFluxus.

2 - ANÁLISE ESTRATÉGICA

O diagnóstico elaborado pela FUNPAPI reconheceu a não existência de um Plano Diretor e de um Código de Obras e Edificações no município de Bocaina, não havendo, portanto, um planejamento quanto ao uso e à ocupação do solo e, conseqüentemente, um dispositivo legal sobre parcelamento e uso do solo urbano e rural, embora todo município inserido no território nacional brasileiro esteja regido pela Lei Nº 6.766/79. Além disso, atualmente, não há no município um setor administrativo responsável pelas ações para controle de cheias e gestão da drenagem urbana. Segundo FUNPAPI (2013), Bocaina tem percentuais insignificantes de dispositivos especiais de drenagem e o escoamento do fluxo pluvial é disciplinado pelas sarjetas das vias pavimentadas. Foram diagnosticados para o município quatro pontos críticos de intenso acúmulo de água no período de chuvas. Tal circunstância se deve às condições topográficas desfavoráveis e à falta de microdrenagem.

A visita técnica realizada pela AquaFluxus, em agosto de 2015, identificou que não há um sistema de drenagem de águas pluviais bem estruturado. Também foram verificados problemas de erosão e pontos de concentração de águas pluviais, associados a essa falta de sistema de drenagem.

A fim de definir um planejamento estratégico que buscasse superar as fraquezas e aumentar a resiliência frente às ameaças externas, identificando os pontos fortes, foi realizada a análise SWOT

(HUMPHREY, 2005) do município, que pode ser apreciada no Quadro 1. A análise teve como base informações de FUNPAPI (2014) e da visita técnica realizada em agosto de 2015 pela AquaFluxus, FUNPAPI e técnicos da Prefeitura de Bocaina.

Quadro 1 – Análise SWOT do Sistema de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas de Bocaina-PI

| Forças | Fraquezas |
|---|--|
| Sistema de informações com os resultados das etapas do diagnóstico do município disponibilizado na internet, o que resulta em maior participação da população na gestão sustentável das atividades de saneamento básico para o município; Obras de infraestrutura urbana com verba do Ministério das Cidades e Ministério do Desenvolvimento Agrário; Obras financiadas pelo município para a construção de pontes, bueiros e passagens molhadas; Baixa ocupação do sopé dos morros, mantendo preservada a região dos topos. | Afluentes do rio Guaribas desenvolvendo acentuado processo erosivo; Processo de urbanização desordenado e não acompanhado de infraestrutura; Ausência de um setor responsável pelo controle de cheias e gestão da drenagem urbana; Necessidade de redimensionamento da infraestrutura de drenagem existente, principalmente nos trechos de acesso às comunidades rurais de Bocaina; Inexistência de dispositivos legais que discipline o uso e ocupação dos solos; Plano Diretor não homologado juridicamente; Ausência de drenagem na grande maioria das rodovias e ruas; Falta pavimentação de vias na zona rural, que provoca erosão e carreamento de sedimentos para os cursos d'água; Ineficiência hidráulica de alguns dispositivos de drenagem; Falta de manutenção dos dispositivos de drenagem existentes; Secretaria de obras, responsável pela drenagem, com quadro de funcionários reduzido, inviabilizando ações organizadas e tarefas de fiscalização; Diversos pontos críticos de alagamento nas áreas rurais e urbanas, com acúmulo de água nos períodos de chuvas; Falta de manejo adequado das águas pluviais; Intensificação dos processos erosivos, devido à falta de drenagem pluvial; Águas servidas, resíduos sólidos e sedimentos obstruindo os dispositivos de drenagem pluvial, poluindo os mananciais e contribuindo para a proliferação de vetores de doenças. |
| Oportunidades | Ameaças |
| A Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007, que visa à universalização do acesso aos serviços de saneamento básico; Recursos Federais e Estaduais para aplicação em sistemas de saneamento; Políticas públicas (Estaduais e Federais) para saneamento; Políticas de priorização de investimentos relacionadas ao setor de saneamento; Lei Federal nº 6.766, de 19/12/79, sobre o parcelamento do solo urbano; As recomendações do Plano Diretor Participativo fortalecem os setores de saneamento dentro do contexto geral da administração pública municipal; A Política Nacional de Saneamento Básico é um importante instrumento norteador para a adequação específica dos 4 setores do Saneamento Básico Municipal; As recomendações do Plano de Bacias Hidrográficas representam oportunidades para a resolução dos problemas de forma consorciada. | Políticas de priorização de investimentos não relacionadas ao setor de saneamento; Desastres ambientais; Aumento do consumo e consequentemente aumento das demandas voltadas para o saneamento; Variáveis climáticas; Ausência de fiscalização para controlar o cumprimento da legislação que incide sobre o setor (Código Florestal, Lei de Saneamento Básico, Resoluções Conama relacionadas à qualidade das águas, Portaria DAEE relacionada à outorga de uso dos recursos hídricos, etc.); Burocracia na obtenção de recursos financeiros e nos processos licitatórios. |

Com base nas informações obtidas no diagnóstico e no resultado da análise SWOT de Bocaina, foram definidos os cenários a serem estudados para a escolha do cenário de referência, no qual sejam pautadas as metas e objetivos do município. Os cenários propostos estão sintetizados no Quadro 2.

Quadro 2 - Síntese dos cenários e metas para o manejo de águas pluviais

| Metas | Cenário Estudado | | |
|---|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| | Ideal | Factível | Retrógrado |
| Definição do órgão responsável pelos serviços de drenagem. | Órgão definido | Órgão definido | Órgão não definido |
| Implementação de um manual de drenagem. | Manual implementado | Manual implementado | Manual não implementado |
| Implementação de programa preventivo de segurança de barragem. | Programa implementado | Programa implementado | Programa não implementado |
| Implementação de projeto coletivo de Educação Ambiental. | Projeto implementado | Projeto implementado | Projeto não implementado |
| Implantação de rede de microdrenagem na zona urbana e nas vilas principais. | 100% da rede implantada | 100% da rede implantada | Manutenção da taxa de cobertura. |
| Implementação de legislação para o controle do impacto da urbanização sobre o sistema de drenagem e ocupação das áreas de risco | Legislação implementada | Legislação implementada | Legislação não implementada |
| Avaliação hidráulica dos bueiros existentes | Avaliação realizada | Avaliação realizada | Avaliação não realizada |
| Implantação de dispositivos de passagem (bueiros e obras de arte) demandados. | 100% dos dispositivos instalados | 100% dos dispositivos instalados | Nenhum dispositivo instalado |

Para elaboração do prognóstico, foi considerado o cenário **FACTÍVEL** como Cenário de Referência, por se tratar de um cenário possível a ser alcançado, tanto tecnicamente quanto economicamente. Com a sua escolha, prosseguiu-se para identificação das necessidades futuras de ampliação e recuperação dos componentes do sistema de drenagem urbana. No Quadro 3, estão apresentadas, de maneira resumida, as ações propostas para o atendimento da demanda, a quantidade implantada (valores por período e acumulados) e a porcentagem de atendimento da rede (por ação e por período).

Quadro 3 - Projeção de demandas do serviço de microdrenagem

| Período | Ações Propostas | Total implantado no período | Total implantado | Atendimento por ação | Atendimento |
|-----------|---|-----------------------------|------------------|----------------------|-------------|
| 2016-2020 | Implantar pavimentação poliédrica nas vias existentes (m ²) | 58.472,1 | 58.472,1 | 51% | 53% |
| | Implantação de galeria (m) | 1.845 | 1.845 | 57% | |
| | Programa de manutenção das sarjetas, bocas de lobo e galerias periodicamente (Porcentagem do orçamento total destinado) | - | - | 25% | |
| | Melhoria da Rodovia - Terraplanagem (km) | 26,625 | 26,625 | 50% | |
| | Construção de passagem molhada (25m) - unidade | 5 | 5 | 83% | |
| 2021-2025 | Implantar pavimentação poliédrica nas vias existentes (m ²) | 31.778,4 | 90.250,5 | 79% | 80% |
| | Implantação de galeria (m) | 900 | 2.745 | 85% | |
| | Programa de manutenção das sarjetas, bocas de lobo e galerias periodicamente (Porcentagem do orçamento total destinado) | - | - | 50% | |
| | Melhoria da Rodovia - Terraplanagem (km) | 17,775 | 44,4 | 84% | |
| | Construção de passagem molhada (25m) - unidade | 1 | 6 | 100% | |
| 2026-2035 | Implantar pavimentação poliédrica nas vias existentes (m ²) | 23.549,5 | 113.800 | 100% | 100% |
| | Implantação de galeria (m) | 500 | 3.245 | 100% | |
| | Programa de manutenção das sarjetas, bocas de lobo e galerias periodicamente (Porcentagem do orçamento total destinado) | - | - | 100% | |
| | Melhoria da Rodovia - Terraplanagem (km) | 8,35 | 52,75 | 100% | |
| | Construção de passagem molhada (25m) - unidade | - | 6 | 100% | |

A partir do conhecimento das particularidades do município, foram especificados metas e objetivos a serem cumpridos para o setor de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais no âmbito do PMSB de Bocaina, apresentados no Quadro 4. As metas foram estabelecidas para diferentes horizontes temporais em função das necessidades observadas. Os horizontes foram classificados em curto prazo, quando realizados em até 5 anos; médio prazo, quando realizados em até 10 anos; e longo prazo, quando realizados em até 20 anos.

Quadro 4 - Metas e Objetivos para o Cenário de Referência

| Metas | Objetivos |
|--|--|
| Definição do órgão responsável pelos serviços de drenagem. | Visa atingir os principais objetivos dos serviços do sistema de manejo de águas pluviais, estabelecidos pela Lei nº 11.445/07, que determina diretrizes nacionais para o saneamento básico. Foi proposta sua definição em curto prazo. |
| Implementação de um manual de drenagem. | Visa orientar profissionais no planejamento e projeto de drenagem urbana e no que diz respeito à ocupação de áreas com potencial de inundação, devendo ser utilizado como suporte técnico. Foi proposta sua definição em curto prazo. |
| Implementação de programa preventivo de segurança de barragem. | Visa mitigar os danos causados por um evento não esperado, como por exemplo, ruptura da estrutura e galgamento da barragem. |
| Implementação de projeto coletivo de Educação Ambiental. | Visa evitar o problema da mistura da água de chuva, esgotos, sedimentos e resíduos sólidos, em especial nas sarjetas, resultando na obstrução ou aumento da rugosidade das redes. Foi proposta sua definição em curto prazo. |

| | |
|---|---|
| Implantação de rede de microdrenagem na zona urbana e nas vilas principais. | Visa complementar e melhorar o sistema de microdrenagem do município de Bocaina. São metas do cenário de referência que, no horizonte de curto prazo, seja feito o cadastramento das ruas da região urbana e das vilas principais e seja implantada 53% da rede de microdrenagem demandada, a médio prazo 80% e a longo prazo 100%. |
| Implementação de legislação para o controle do impacto da urbanização sobre o sistema de drenagem e ocupação das áreas de risco | Visa controlar o impacto da urbanização sobre o sistema de drenagem e da ocupação das áreas de risco. Foi proposta sua definição em curto prazo. |
| Avaliação hidráulica dos bueiros existentes | Visa verificar a situação destes dispositivos quanto às dimensões e ao estado de conservação no horizonte de curto prazo, indicando quais estruturas necessitam ser readequadas, incluindo-as na meta apresentada a seguir. |
| Implantação de dispositivos de passagem (bueiros e obras de arte) demandados. | Esta meta propõe, para o horizonte de curto prazo, que todos os dispositivos de passagem devam estar implantados ou readequados. |

3 – INDICADORES DE AVALIAÇÃO

Como forma de avaliar periodicamente a evolução do atendimento dos serviços de manejo das águas pluviais e de drenagem urbana, frente às metas pré-estabelecidas, foram propostos onze indicadores, apresentados no Quadro 5.

Quadro 5 - Indicadores do sistema de drenagem

| | | | |
|-----------------------|--|---|-------|
| I₁ | Existência do órgão responsável pelos serviços de drenagem. | Não existe órgão responsável definido | 0 |
| | | Existe órgão responsável definido | 1 |
| I₂ | Existência de manual de drenagem. | Não existe manual de drenagem implementado | 0 |
| | | Existe manual de drenagem implementado | 1 |
| I₃ | Existência de programa preventivo de segurança de barragem. | Não existe programa implementado | 0 |
| | | Existe programa implementado | 1 |
| I₄ | Índice de Adequação da Microdrenagem. | Cálculo do indicador apresentado na observação 1. | 0 a 1 |
| I₅ | Existência de legislação para o controle do impacto da urbanização sobre o sistema de drenagem e ocupação das áreas de risco. | Não existe legislação implementada | 0 |
| | | Existe legislação implementada | 1 |
| I₆ | Avaliação hidráulica dos bueiros existentes. | Avaliação não realizada | 0 |
| | | Avaliação realizada | 1 |
| I₇ | Porcentagem de dispositivos de passagem (bueiros e obras de arte) em pontos de interseção de vias e cursos d'água implantados. | Cálculo do indicador apresentado na observação 2. | 0 a 1 |
| I₈ | Índice de Produtividade da Força de Trabalho (IPFT) | Cálculo do indicador apresentado na observação 3 | 0 a 1 |
| I₉ | Taxa de Urbanização (TU) | Cálculo do indicador apresentado na observação 4 | 0 a 1 |
| I₁₀ | Taxa de Área Verde (TAV) | Cálculo do indicador apresentado na observação 5 | 0 a 1 |
| I₁₁ | Taxa de Impermeabilização (TI) | Cálculo do indicador apresentado na observação 6 | 0 a 1 |

3.1 - Índice de Adequação da Microdrenagem

O I_4 tem como objetivo avaliar os serviços de microdrenagem urbana. A equação 1 apresenta o cálculo do índice de adequação da microdrenagem.

$$I_4 = \frac{(I_{MID}^A + I_a)}{2} \quad (1)$$

I_{MID}^A – indicador de atendimento de microdrenagem; I_a – indicador de ocorrência de alagamento.

O indicador de atendimento de microdrenagem (I_{MID}^A) pretende avaliar a porcentagem de vias com rede de drenagem, através da equação (2). O Quadro 6 apresenta os resultados.

$$I_{MID}^A = \left(\frac{L_{RMD}}{L_{SV}} \right) \quad (2)$$

L_{RMD} - extensão da rede de microdrenagem existente (m); L_{SV} - extensão do sistema viário existente (m).

Quadro 6 - Pontuação do indicador de atendimento de microdrenagem

| Indicador | Cenários de avaliação | | | | | |
|-----------------|-----------------------|------|---------|------|---------|------|
| | Curto | | Médio | | Longo | |
| I_{MID}^A (%) | ótimo | ≥ 30 | ótimo | ≥ 60 | ótimo | ≥ 90 |
| | bom | ≥ 20 | bom | ≥ 40 | bom | ≥ 80 |
| | crítico | < 20 | crítico | < 40 | crítico | < 80 |

O indicador de ocorrência de alagamento tem como objetivo avaliar a susceptibilidade de falha do sistema de microdrenagem, sendo calculado pela equação (3). Sua pontuação tem variação entre 0 e 1, sendo o último valor representante do caso ideal e o primeiro relativo ao caso não desejável.

$$I_a = C_P^{Mi} \cdot \left(\frac{N_{alag}^V}{N_{totais}^V} \right) \quad (3)$$

N_{alag}^V - número de vias com ocorrência de alagamento; N_{totais}^V - número de vias totais do município;

C_P^{Mi} - coeficiente pluviométrico para microdrenagem, dado pela equação (4).

$$C_P^{Mi} = \left(\frac{P_{TR10}^d}{P_{MÁX}^d} \right) \quad (4)$$

P_{TR10}^d - precipitação diária com Tempo de Recorrência de 10 anos; $P_{MÁX}^d$ - precipitação diária máxima ocorrida no ano de análise.

O resultado obtido pela aplicação da equação (3) será avaliado pelo Quadro 7.

Quadro 7 - Pontuação do indicador de ocorrência de alagamentos

| I_a | Condições da adequação | Pontuação |
|--------|------------------------|-----------|
| 0 | ótima | 100 |
| 1 a 30 | boa | 70 |
| >30 | crítica | 30 |

3.2 - Porcentagem de dispositivos em pontos de interseção de vias e cursos d'água implantados.

O I7 (Indicador de implantação ou readequação de dispositivos de passagem) é calculado segundo a equação (5) e sua pontuação tem variação entre 0 (0% implantação) e 1 (100% implantado).

$$I_7 = \frac{D_i}{(P_i + P_r)} \quad (5)$$

D_i – Número total de dispositivos de passagem implantados; P_i – Número de pontos de interseção de vias e cursos d'água com necessidade de implantação de dispositivos de passagem; P_r – Número de pontos em que foi constatada a necessidade de readequação dos dispositivos de passagem.

3.3 - Índice de Produtividade da Força de Trabalho (IPFT)

Índice de Produtividade da Força de Trabalho (IPFT) – I_8 – é calculado através da equação 6 e a sua pontuação deve ser obtida através do Quadro 8. Contados apenas os funcionários envolvidos com a limpeza das ruas, pois os serviços de coleta são terceirizados.

$$IPTF = \frac{(N^\circ \text{ de funcionários})}{\text{População Total}} \times 100 \quad (6)$$

Quadro 8 – Pontuação relativa ao IPTF

| $IPTF$ | Condições da adequação | I_8 |
|-------------|------------------------|-------|
| <0,15 | ótima | 1 |
| 0,08 a 0,15 | boa | 0,5 |
| >0,08 | crítica | 0 |

3.4 - Taxa de Urbanização

A Taxa de Urbanização (TU) – I_9 – é calculada segundo a equação (7). Para sua pontuação, o resultado obtido deverá ser avaliado pelo Quadro 9.

$$TU = \frac{\text{Área construída(ocupação por imóveis)}}{\text{Área da zona urbana do município}} \times 100 \quad (7)$$

Quadro 9 - Pontuação do indicador de taxa de urbanização

| <i>TU</i> | Condições da adequação | <i>I₉</i> |
|-----------|------------------------|----------------------|
| <30 | ótima | 1 |
| 30 a 65 | boa | 0,5 |
| >65 | crítica | 0 |

3.5 - Taxa de Área Verde

A Taxa de Área Verde (TAV) – *I₁₀* – é calculada segundo a equação (8). Para sua pontuação, o resultado obtido deverá ser avaliado pelo Quadro 10.

$$TAV = \frac{(\text{Áreas verdes públicas} + \text{Áreas não desmatadas})}{\text{Área total do município}} \times 100 \quad (8)$$

Quadro 10 - Pontuação do indicador de taxa de área verde

| <i>TAV</i> | Condições da adequação | <i>I₉</i> |
|------------|------------------------|----------------------|
| >20 | ótima | 1 |
| 10 a 20 | boa | 0,5 |
| <10 | crítica | 0 |

3.6 - Taxa de Impermeabilização

A Taxa de Impermeabilização (TI) – *I₁₁* – é calculada segundo a equação (9) e, para sua pontuação, o resultado obtido deverá ser avaliado pelo Quadro 11.

$$TI = \frac{\text{Área construída} + \text{vias públicas}}{\text{Área total do município}} \times 100 \quad (9)$$

Quadro 11 - Pontuação do indicador de taxa de impermeabilização

| <i>TI</i> | Condições da adequação | <i>I₁₁</i> |
|-----------|------------------------|-----------------------|
| <50 | ótima | 1 |
| 50 a 80 | boa | 0,5 |
| >80 | crítica | 0 |

4 - DIRETRIZES PARA O MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

As medidas de retenção se apresentam como uma excelente solução de uso múltiplo para Bocaina, possibilitando o controle dos escoamentos gerados pelos lotes e, em consequência, reduzindo as dimensões das redes. Deve ser prevista a instalação de galerias de drenagem nos locais urbanos em que os talvegues foram substituídos por ruas e não há sistemas de drenagem adaptado para isso. Para o projeto de microdrenagem foram previstos dispositivos hidráulicos para ordenamento dos escoamentos excedentes das chuvas precipitadas sobre as áreas urbanas. O eixo de drenagem indicado pelos moradores, durante a visita técnica, que escoar as águas precipitadas na região alta da cidade, ao norte da área central urbana de Bocaina, deverá ser dotado de rede de galeria subterrânea. O traçado proposto pode ser visualizado na Figura 1.

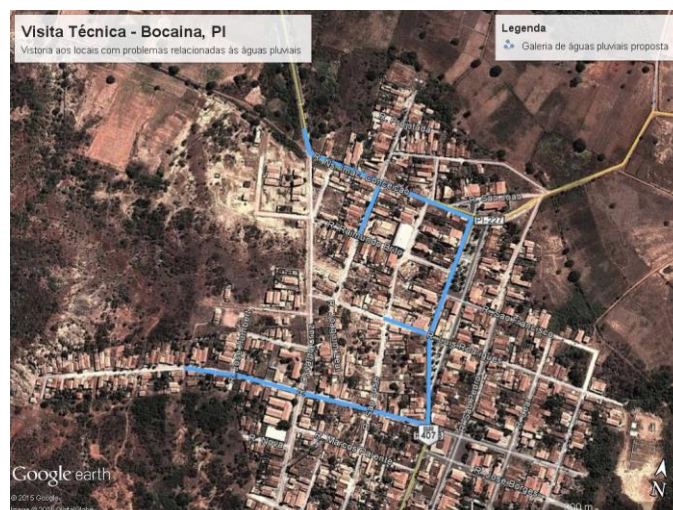


Figura 1 - Traçado da galeria de drenagem de águas pluviais proposta para a área urbana de Bocaina

Como forma de mitigar os impactos oriundos dos alagamentos do rio Guaíbas, foi indicado um conjunto de medidas não estruturais. Destacam-se nesta medidas: a implantação de uma área de proteção do rio Guaíbas, com o objetivo de vedar a ocupação irregular dessa região; e a implantação de parque urbano linear em toda a extensão do limite entre o solo urbano e a área de proteção do rio.

4.1 - Previsão de Eventos de Emergência e Contingência

Foi observada a importância de Bocaina possuir um Plano de Emergência para o setor de manejo de águas pluviais (apresentado no Quadro 12), que deve conter as características das áreas sujeitas a riscos e as ações necessárias às respostas de controle e combate às ocorrências anormais.

Quadro 12 - Ações de Emergência e Contingência do Sistema de Manejo de Águas Pluviais

| Causas | Consequências | Ações Emergenciais | Ações Preventivas |
|--|--------------------------------|---|--|
| Precipitações intensas; Boca de lobo e/ou ramal assoreado e/ou obstruído; Subdimensionamento da rede existente; Deficiência nas declividades da via pública e das sarjetas; Ausência de manutenções preventivas; Lançamento de resíduos sólidos no sistema de microdrenagem; Ausência de rede de drenagem em diversos bairros do município de Bocaina. | Alagamento localizado | Comunicar a Defesa Civil e/ou Corpo de Bombeiros para verificar os danos e riscos à população; Comunicar a Secretaria responsável para executar a limpeza da área afetada e manutenção corretiva; Registrar o evento; Comunicar à população sobre o fechamento de vias alagadas. | Necessidade de redimensionamento da infraestrutura de drenagem existente; Implantação de redes de drenagem pluvial nos locais não dotados do sistema; Realização de manutenções preventivas da rede de drenagem; Sensibilização da comunidade através de iniciativas de educação, evitando o lançamento de resíduos nas vias públicas e bocas de lobo. |
| Ausência de pavimentação e drenagem de vias na zona rural provocando erosão e carreamento de sedimentos sobre cursos d'água; Lançamento de resíduos na rede de drenagem pluvial; Rompimento de tubulação do sistema de esgotamento sanitário; Acidente com lançamento de contaminantes na rede pluvial. | Contaminação dos cursos d'água | Comunicação e alerta para a Secretaria de Meio Ambiente e Saneamento Básico, Defesa Civil e/ou Corpo de Bombeiros para verificar os danos e riscos à população; Comunicação à operadora para detecção do ponto de lançamento ou rompimento e regularização da ocorrência; Adoção de medidas imediatas para contenção da contaminação. | Fiscalização; Limpeza dos dispositivos de drenagem; Sensibilização da comunidade através de iniciativas de educação, evitando o lançamento de lixo nas vias públicas e captações. |
| Precipitações intensas e constantes; Ocupações irregulares em áreas susceptíveis a erosão e de preservação permanente; Ausência de cobertura vegetal em taludes e margens de cursos d'água. | Erosão | Comunicar a Defesa Civil e/ou Corpo de Bombeiros para verificar os danos e riscos à população; Comunicar a Secretaria de Desenvolvimento Urbano para a limpeza da área afetada e programação de obras de contenção; Remoção de pessoas e isolamento das zonas críticas. | Implantar medidas para conter o processo de erosão marginal; Mapeamento das áreas de risco, restringindo novas ocupações e realocando a população. |
| Problemas estruturais; Precipitações muito intensas; Deslizamentos de grandes massas para o interior do reservatório. | Ruptura da Barragem | Comunicar a Defesa Civil e/ou corpo de bombeiros do risco eminente à população na ocorrência de um evento; Evacuação das áreas de risco. | Elaboração do Plano de Segurança de Barragem; Sistema de alerta; Mapeamento das áreas de risco, restringindo e fiscalizando novas ocupações; Monitoramento da estrutura da barragem e do entorno do reservatório. |

5 - PROGRAMAS E AÇÕES

A fim de se alcançar as metas propostas para o cenário de referência e a partir da análise dos aspectos econômicos, considerando o crescimento populacional de Bocaina, foram determinados cinco programas (ver Figura 2) com suas respectivas ações. Para hierarquizar os programas e ações e direcionar recursos e mão de obra, foram determinados 4 níveis de prioridade (*Prioridade 1* mais prioritária que a *Prioridade 4* e a *Prioridade 2.1* mais emergencial que a *Prioridade 2.5*).

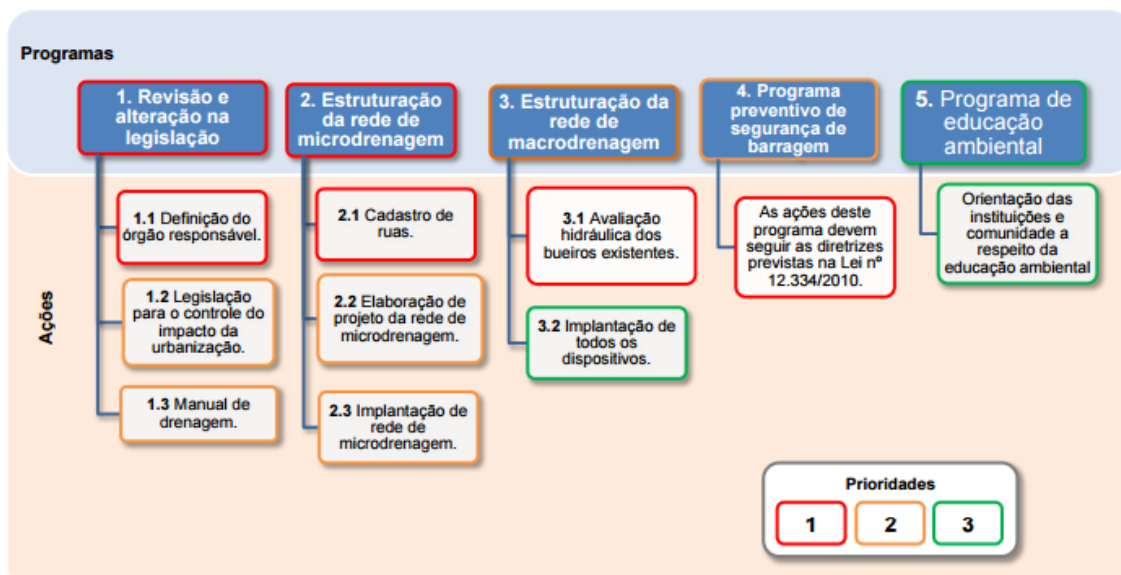


Figura 2 - Programas e Ações para o Manejo das Águas Pluviais em Bocaina-PI

6 – CONCLUSÃO

O planejamento apresentado neste artigo teve como objetivo avaliar a atual situação do município de Bocaina, PI, detectando as principais carências e problemas existentes e, com base nesta avaliação, estabelecer os cenários futuros possíveis e desejáveis. Também foram estudadas as demandas atuais e futuras do município, buscando antever o ambiente, a fim de definir as metas e objetivos a serem alcançados no horizonte do PMSB. Em seguida, foram definidas diretrizes e propostas medidas de intervenção com o intuito de mitigar os impactos causados pela falta de gestão e manejo das águas pluviais. A partir das metas definidas, foram estabelecidos programas com seu respectivo conjunto de ações capazes de cumprir os objetivos mencionados. Todas as etapas consideraram o trabalho prévio da FUNPAPI. Desta forma, torna-se possível minimizar as deficiências do município no âmbito do manejo de águas pluviais. Como apresentado, Bocaina não possui alto risco de inundações associado a extravasamento de grandes corpos d'água. Sua particularidade é a presença da barragem do reservatório existente a montante da cidade. Desta forma, o programa de segurança de barragem é imprescindível, evitando e mitigando os danos potenciais advindos de um evento de ruptura da barragem. Esse programa também será responsável por evitar que novas exposições ao perigo se traduzam em maior risco ao patrimônio e à vida da população do município, por meio de controles da expansão urbana e do uso do solo.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Fundação de Proteção ao Meio Ambiente e Ecoturismo do Estado do Piauí (FUNPAPI) e à Prefeitura Municipal do Município de Bocaina.

BIBLIOGRAFIA

BAPTISTA, M., Nascimento, N., Barraud, S., 2005, *Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana*. ABRH, Porto Alegre, 2005, 266 p.

BRASIL (2007). Lei Federal 11.445, de 5 de janeiro de 2007, *Lei de Saneamento, Senado Federal*, 2007.

FUNASA (2012). *Termo de Referência para Elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico – Procedimentos relativos ao convênio de cooperação técnica e financeira da Fundação Nacional de Saúde – Funasa/MS*. Brasília, DF, 2012.

FUNPAPI (2013). *Plano Municipal de Saneamento Básico de Bocaina – PI: Diagnóstico Geral dos Serviços de Saneamento Básico*. Prefeitura Municipal de Bocaina. Bocaina, PI, 2013.

HUMPHREY, Albert. *SWOT analysis for management consulting*. SRI Alumni Newsletter, 2005, 7-8.

MARQUES, C.E.B. *Proposta de Método para a Formulação de Planos Diretores de Drenagem Urbana*, Dissertação de M.Sc., Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 168p. 2006.

MASCARENHAS, F.C.B.; Miguez, M.G.; Magalhães, L.P.C. de; Prodanoff, J.H.A. *On-site stormwater detention as an alternative flood control measure in ultra-urban environments in developing countries*. IAHS-AISH Publication, v. 293, p. 196-202. 2005.

REZENDE, O. M., *Avaliação de Medidas de Controle de Inundações em um Plano de Manejo Sustentável de Águas Pluviais Aplicado à Baixada Fluminense/ Osvaldo Moura Rezende – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE*, 2010.

SAYERS, P. Galloway, Y. L.i, G. Penning-Rowsell, E. Shen, F. Wen, K. Chen, Y. and Quesne, T. Le. *Flood Risk Management: A Strategic Approach*. Paris, UNESCO. 2013.

STAHRE, P. *15 Years Experiences of Sustainable Urban Storm Drainage in the City of Malmo, Sweden*, World Water and Environmental Resources Congress, 15 a 19 de maio de 2005, Alaska. 2005. Disponível em: <<http://www.ascelibrary.org>>. Acesso em: 07 abr. 2009.

UNISDR – United Nations International Strategy for Disaster Reduction. *UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction*, 2009.